Вазорати Маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон
Маркази идораи лоиҳаи ислоҳоти системаи
маорифи Тоҷикистон

ФИЗИКА
11

Мураттиб: Вайсиддини Зайниддин
Муҳаррирон: Доктори илмҳои техникӣ,
профессор. М. Сафаров.
А. Хидиров
Муқарриз: Ҳ. Ҷумъаев

Душанбе 2009

ББК 75.25 тоҷик Я 73
М-82

Ин китоб аз ҷониби Вазорати маорифи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар доираи Лоиҳаи ислоҳоти системаи маорифи Тоҷикистон нашр гардидааст

Хонандаи азиз!

Китоб манбаи донишу маърифат аст, аз он бахравар шавед ва онро эҳтиёт намоед. Кӯшиш ба харҷ диҳед, ки соли хониши оянда ҳам ин китоб бо намуди аслиаш дастраси додару хоҳарҳоятон гардад ва ба онҳо низ хизмат кунад.

Истифодаи иҷоравии китоб:

№	Ному насаби хонанда	синф	Соли таҳсил	Ҳолати китоб (баҳои китобдор)	
				Аввали соли хониш	Охири соли хониш
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

ISBN 99947-710-0-0

М 43060206000
418(05) - 2000

© «Граф Полиграф»

ҷараёни тағйирёбанда.....72 - 75
§ 11. Резонанс дар занҷири электрикӣ.....75 - 78
§ 12. Генератори транзисторӣ. Лаппишҳои худбахудӣ (автолаппишҳо)..... 78 - 82
§ 13. Истеҳсоли энергияи электрикӣ.....82 - 87
§ 14. Трансформаторҳо.....87 - 90
§ 15. Интиқол (нақл) ва истифодаи энергияи электрикӣ..... 90 - 92
§ 16. Электрикониии Тоҷикистон.....93 - 94
§ 17. Комёбиҳо ва пешомадҳои тараққиёти электроэнергетика дар Тоҷикистон.....94 - 96
Намунаи ҳалли масъалаҳо.....96 - 98
Машқи 3.....98 -99
Хулосаҳои боби сеюм.....100 - 101

БОБИ IV. АСОСҲОИ АМАЛИИ НУҶУМ. ҲАРАКАТИ ҶИРМҲОИ ОСМОНӢ.

§ 1. Осмони ситоразор ва гардиши зоҳирии он. Тафовути ситораҳо вобаста ба ранг ва тобиши онҳо..... 101 - 103
§ 2. Ҳаракати шабонарӯзии осмони ситоразор ҳамчун натиҷаи ҳаракати Замин.....104 - 105
§ 3. Мафҳуми кураи осмон. Қутби олам, меҳвари олам. Хати нисфирӯзӣ, меридиани осмонӣ, экватори осмонӣ, уфуқ..... 105 - 106
§ 4. Арзи географӣ ва муайян кардани арзи маҳал. Координатаҳои осмонӣ. Қиёми ҷирмҳои мунир..... 106 - 108
§ 5. Ҳаракати солонаи Офтоб.....108 - 110
§ 6. Асосҳои ҳисоби вақт. Вақти маҳаллӣ ва минтақавӣ...110 - 112
§ 7. Сохт ва андозаи системаи офтобӣ.....112 - 114
§ 8. Конфигуратсияи сайёраҳо. Даври гардиши Сайёраҳо 114- 117
§ 9. Ҳаракати ҳақиқии сайёраҳо ва қонунҳои Кеплер .....117 - 119
§ 10. Муайян кардани массаи ҷирмҳои Осмонӣ ва Замин 119 - 121
§ 11. Сабабҳои мадд ва ҷазр.....121 - 123
Хулосаҳои боби чорум .....123 - 127

БОБИ V. МАВҶОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

§ 1. Руйдодҳои мавҷӣ..... 127 - 131
§ 2. Мавҷҳои электромагнитӣ.....131 - 133
§ 3. Кашфи таҷрибавии мавҷҳои электромагнитӣ.....134 - 137
§ 4. Зичии энергияи афканишот.....137 - 140
§ 5. Аз тарафи А.С.Попов ихтироъ шудани радио.....140 - 143
§ 6. Принсипҳои радиоалоқа.....143 - 145
§ 7. Модулятсия ва детектирони .....145 - 147

§ 8. Хосиятҳои мавҷи электромагнитӣ.....148 - 150
§ 9. Радиолокатсия.....150 - 152
§ 10. Телевизион..... 153 - 155
§ 11. Инкишофи воситаҳои алоқа дар Тоҷикистон..... 155 - 156
Машқи 5..... 157 - 157
Хулосаҳои боби панҷум.....157 - 158

БОБИ VI. ОПТИКАИ МАВҶӢ.

§ 1. Суръати рӯшноӣ ва усули ченкунии он..... .....158 - 160
§ 2. Принсипи Гюйгенс. Қонуни инъикоси Рӯшноӣ... ....160 - 162
§ 3. Қонуни шикасти рӯшноӣ..... 162 - 167
§ 4. Инъикоси пурра.....167 - 170
§ 5. Элементҳои оптикаи геометрӣ .....170 - 175
§ 6. Дисперсияи рӯшноӣ.....175 -177
§ 7. Интерференсияи рӯшноӣ.....177 -184
§ 8. Баъзе татбиқҳои интерференсия.....184 - 186
§ 9. Дифраксияи рӯшноӣ.....186 - 191
§ 10. Панҷараи дифраксионӣ.....191 -193
§ 11. Қутбиши (поляризатсияи) рӯшноӣ .....193 - 197
§ 12. Спектрҳо ва дастгоҳҳои спектрӣ.....197 - 200
§ 13. Навъҳои спектрҳо.....200 - 203
§ 14. Таҳлили спектрӣ.....203 - 205
§ 15. Нурҳои инфрасурх ва ултрабунафш.....205 - 207
§ 16. Нурҳои ренгенӣ..... .....207 - 211
§ 17. Шкалаи мавҷҳои электромагнитӣ.....211 - 212
Намунаи ҳалли масъалаҳо.....212 - 214
Машқи 6.....214 - 215
Хулосаҳои боби шашум.....215 - 217

БОБИ VII. АСОСҲОИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ

§ 1. Принсипи нисбияти Эйнштейн.....217 - 221
§ 2. Постулатҳои назарияи нисбият..... .....221 - 222
§ 3. Нисбияти ҳамзамонӣ.....223 - 225
§ 4. Натиҷаҳои асосие, ки аз постулатҳои назарияи нисбият бармеоянд.....225 - 228
§ 5. Вобастагии массаи ҷисм ба суръати он. Динамикаи релативӣ.....228 - 231
§ 6. Ҳамбастагии масса ва энергия.....231 - 232
Машқи 7..... 233
Хулосаҳои боби ҳафтум..... 233 - 234

ФИЗИКАИ КВАНТӢ

БОБИ VIII. КВАНТХОИ РӮШНОӢ

§ 1. Назарияи квантии рӯшноӣ .....234 - 235
§ 2. Фотоэффект ва қонунҳои он .....235 - 239
§ 3. Пояи назарияи фотоэффект..... .....239 -241
§ 4. Фотонҳо. Истифодаи фотоэффект дар амалия.....241 - 244
§ 5. Дуализми корпускулавию мавҷии рӯшноӣ..... 244 - 246
§ 6. Фишори рӯшноӣ.....246 - 248
§ 7. Таъсири химиявии рӯшноӣ ва татбиқи он .....248 - 251
Намунаи ҳалли масъалаҳо 251
Машқи 8.....251 - 252
Хулосаҳои боби ҳаштум.....252 - 254

БОБИ IX. СОХТИ АТОМ ВА ЯДРОИ АТОМ.

§ 1. Моделҳои аввалини атом. Таҷрибаи Резерфорд.....254 - 259
§ 2. Модели Бор. Постулатҳои квантии Бор..... 259 -262
§ 3. Усули мушоҳида ва қайди заррачаҳои элементарӣ..... 263 - 267
§ 4. Кашфи радиоактивият..... 267 - 269
§ 5. Алфа, бета ва гамма-нурҳо.....269 - 272
§ 6. Табдилоти радиактивӣ..... 272 - 275
§ 7. Қонуни табдилоти радиоактивӣ.
Даври нимтабдил.....276 - 278
§ 8. Изотонҳо ва истифодаи онҳо .....278 - 282
§ 9. Кашфи нейтрон.....282 - 285
§ 10. Сохти ядроии атом. Қувваҳои ядроӣ.....285 - 287
§ 11. Энергияи бандиши ядрои атом .....287 - 289
§ 12 . Реаксияҳои ядроӣ 289- 292
§ 13. Пора шудани ядроҳои уран.....292 - 294
§ 14. Реаксияҳои ядроии занҷирӣ.....294 - 297
§ 15. Реактори атомӣ.....297 - 301
§ 16. Реаксияҳои термоядроӣ..... 301-303
§ 17.Татбиқи энергияи атомӣ ва ҳифзи муҳити зист.....303 - 305
§ 18. Асари биологии нурҳои радиоактив.....305 - 307
§ 19. Табдилоти заррачаҳои элементарӣ.....307 - 310
§ 20. Заррачаҳо ва антизаррачаҳо.....310 - 312
§ 21. Манзараи физикии олам.....312 - 316
§ 22.Физика ва инқилоби илмӣ-техникӣ ..... 316 - 318
Намунаи ҳалли масъалаҳо.....319 - 320
Машқи 9.....320 - 321
Хулосаҳои боби нуҳум.....322 - 324

БОБИ X. Олами ситорахо. Сохт ва тахаввулоти коинот.

§ 1. Маълумоти муфассал дар бораи ситорахо.....324 - 326
§ 2. Муайян кардани масофа то ситорахо.
Параллакси солона .....327 - 328
§ 3. Тавсифоти асосии ситорахо. Қадри ситорагӣ.
Рангспектр ва харорати ситорахо..... 329 - 331
§ 4. Масса ва андозаи ситорахо.....331 - 335
§ 5. Андозахои ситорахо. Заичии моддахои онхо.....336 - 338
§ 6. Ситорахои тағьирёбанда ..... 339 - 342
§ 7. Тахаввулоти ситорахо ва оянди онхо.....342 - 345
§ 8. Тарокуми ситорахо ва ассосиатсияхо .....345 - 348
§ 9. Материяи диффузии байни ситорахо.....348 - 352
§ 10. Радиогалактика ва квазархо.
Метагалактика ва комология .....352 -355
§ 11. Ахамияти тасаввуротхои хозира дар
бораи сохти Коинот ва тахаввулоти он.....355 - 357
Намунаи халли масъалахо.....358
Машки 10. ..... 358 - 360
Хулосахои боби тахум..... 360 362
Маълумотхои тағьрихи.....362 - 368

Корхои лаборатори

1. Омухтани ходисаи индуксияи электромагнитӣ.....369
2. Муайян кардани пиппондиханди никаети шиша.....370-371
3. Чен кардани тарозии мавчи рушной.....372-373
4. Муҳокимаи спектрхои бефосила ва рах-рах.....373-374
5. Омӯзиши изи заррахои заряднок.....374-375

ХОНАНДАИ ГИРОМӢ

Ҳадаф аз мураттаб намудани китоби дарсии физикаи синфи 11(варианти алтернативӣ) аз он иборат аст, ки тарзи баёни мавзӯъҳо, мафҳумҳо, истилоҳҳо ва қоидаҳои физикавӣ содда ва фаҳмо бошанд, то ин ки он завқи донишандӯзии хонандагонро бедор намуда, ба беҳтар гардидани сифати дониши онҳо мусоидат намояд. Бо ин мақсад ҳангоми мураттаб намудани китоби дарсии мазкур аз адабиётҳои зерин: китоби дарсии физика барои синфи 11(ба забони русӣ) муаллифон:Г.Я. Мякишев ва Б.Б. Буховцев; китоби дарсии физика барои синфи 11 (ба забони русӣ) муаллиф: С.В. Громов; китоби дарсии физика барои синфи 11 (ба забони тоҷикӣ) муаллифон:Г.Я. Мякишев ва Б.Б. Буховцев дар тарҷумаи С. Қодирӣ) ва китоби дарсии астрономия - 11, муаллиф: Б.А. Воронцов - Вельяминов(ба забони тоҷикӣ) ва ғайра истифода бурда, маводҳо оид ба силсилаи нерӯгоҳҳои барқи обии дар дарёи Вахш сохташуда, рушди гидроэнергетикаи Тоҷикистон ва нерӯгоҳҳои барқи обие ки сохтмони онҳо ба нақша гирифта шудаанд ҷамъ оварда, ба мавзӯъҳои китоби дарсӣ илова карда шуданд. Кӯшиш ба харҷ дода шуд, ки ба шогирдон аз таърихи гидроэнергетикаи тоҷик маълумоти муфассал дода, бештари мавзӯъҳо, машқҳо ва расмҳои китоби дарсиро ба ҳаёти ҷумҳуриамон мувофиқ намуда, аз истилоҳҳои барои муаллим ва шогирдон мушкилфаҳм даст кашем. Китоби дарсии мазкур дар 52 мактабҳои ноҳияҳои таҷрибавии: Айнӣ, Кӯҳистони Мастчоҳ, Рашт, Роштқалъа, Кӯлоб, литсейи №55 ва мактаби №79 – и шаҳри Душанбе, гимназияи «Нур» - и ноҳияи Б.Ғафуров, мактаби №12 – шаҳри Хуҷанд ва мактабҳои №6,9 – и шаҳри Қурғонтеппа аз озмоиш гузашта интихоб гардид.

Нисбати он нафароне, ки дар бартараф намудани камбудиҳои ҷойдошта ва беҳтар намудани сифати китоби дарсии мазкур маслиҳату пешниҳодҳои худро дарег надоштанд, арзи сипос ва изҳори миннатдорӣ менамоям.

Мураттиб.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

БОБИ 1. Майдони магнитӣ.

§1. ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ ҶАРАЁНҲО.

Заррахои электрикии қарор дар атрофии худ майдони электрикӣ ба вуҷуд меоранд. Заррахои харакаткунанда дар баробари ин майдони магнитӣ низ ба вуҷуд меоранд. Заррахои харакаткунанда ҷараёни электрикӣ хосил мекунанд. Пас майдони магнитӣ майдонест, ки онро ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меорад.

Дар байни заррахои электрноки қарор қувваҳои кулонӣ амал мекунанд. Бузургии онҳо аз рӯи қонуни Кулон ёфта мешавад. Мувофиқи назарияи таъсири наздик таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикӣ ин тавр сурат мегирад: ҳар яке аз зарядҳо майдони электрикие ҳосил мекунад, ки он ба заряди дигар таъсир меорад ва барьакс.

Аммо дар байни зарядҳои электрикӣ қувваҳои дигар низ амал мекунанд. Онҳоро дар таҷрибаи зерин ошкор намудан мумкин аст: ду ноқили нармро гирифта, онҳоро дар ҳолати амудӣ маҳкам мекунем ва баъд нӯгҳои поёнашонро ба кутбҳои манбаи ҷараён мепайвандем (расми1). Дар ин маврид сӯи якдигар кашида шудан ё аз якдигар тела хӯрдани ноқилҳо мушоҳида намегардад, чунки дар ин маврид гарчанде ноқилҳо электрнок шаванд ҳам, аммо заряди ноқилҳо ҳангоми чанд волт будани шиддати байни онҳо ба дараҷаи назаррасгир кам мебошад. Вале агар нӯгҳои дигари ноқилҳоро тавре пайваст намоем, ки дар онҳо ҷараёнҳо ба самти муқобили якдигар ҷорӣ шаванд, он гоҳ мебинем, ки ноқилҳо аз якдигар тела мехӯранд (расми 2). Лекин агар ҷараёнҳо ҳамсамт бошанд, ноқилҳо ҳамдигарро ҷазб мекунанд (расми 3).

Таъсири мутақобилаи ноқилҳои ҷараёндор, яъне таъсири мутақобилаи зарядҳои электрикии харакаткунанда таъсири мутақобилаи магнитӣ ном дорад. Қувваҳоеро ки ноқилҳои ҷараёндор бо онҳо ба якдигар таъсир мебахшанд, қувваҳои магнитӣ меноманд.

Майдони магнитӣ. Мисли он ки, дар фазои атрофи ҷисмҳои электрнок майдони электрикӣ ба вуҷуд меояд, дар фазои атрофи ноқили ҷараённок низ майдоне ба вуҷуд меояд.







Расми 1. **Расми 2.** **Расми 3.**

ки онро майдони магнитӣ меноманд..

Ҷараёни электрикии ҳар як аз ноқилҳо дар атрофи худ майдони магнитӣ ба вуҷуд меорад ва он майдон ба ҷараёни дар ноқили дигар ҷоришаванда таъсир мекунад.

Майдони магнитӣ шакли махсуси материя мебошад, ки таъсири мутақобили заррахои электрноки харакаткунандаро вокеъ мегардонад.

Хосиятҳои асосии майдони магнитӣ инҳо мебошанд:

1) майдони магнитӣ зодаи майдони электрикӣ мебошад:

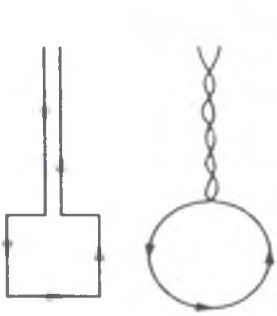
2) майдони магнитӣ аз рӯи таъсири ба ҷараёни электрикӣ расондааш оникор мегардад.

Контури сарбасти ҷараёндор дар майдони магнитӣ.

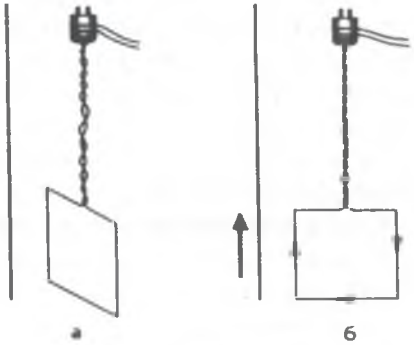
Барои омӯзиши майдони магнитӣ ягон контури андозааш хурдеро. чунончӣ рамкаи симини ҳамвори хурдеро истифода бурдан мумкин аст. ки шакли росткунча ё доираро дошта бошад (расми 4).

Рамкаҳои ҷараёндорро ба якдигар наздик чой додан ё онҳоро бахам тобидан лозим аст. то ки кувваи натичавии аз тарафи майдони магнитӣ ба ин рамкаҳо таъсиркунанда сифрӣ бошанд.

Ба контури ҷараёндор таъсир расонидани майдони магнитиро аз рӯи таҷрибаи зерин мушоҳида намудан осон аст. Рамкаи ҳамвореро. ки аз чанд печи симин иборат мебошад. дар нӯгҳои ду сими борики ба ҳам бофта меовезем



Расми 4.



Расми 5.

ва аз он дар масофаи назар ба андозаи рамка зиёдтар симеро дар ҳолати амудӣ ҷой медиҳем (расми 5.а).

Дар мавриди аз сими амудӣ ва рамка ҷорӣ гардидани ҷараён рамка каму беш тоб хурда, тавре ҷойгир мешавад, ки ноқил дар ҳамвории контур мехобад (расми 5. б).

Дар мавриди тағйир додани самти ҷараён рамка 180^0 тоб мехурад. Чуноне, ки маълум аст майдони магнитиро на танҳо ҷараёни электрикӣ , балки магнитҳои доимӣ низ ба вуҷуд оварда метавонанд. Агар рамкаи ҷараёндор бо симҳои борики нарм дар байни қутбҳои магнит овезон намоем, рамка то даме тоб мехурад, ки ҳамворияи он нисбат ба хати пайвасткунандаи қутбҳои магнит мавқеи амудӣ нагирад (расми 6).

Ҳамин тариқ, майдони магнитӣ қудрати рамкаро гардиш додан дорад.

1. Чӣ гуна таъсироти мутақобилро таъсироти мутақобили магнитӣ меноманд?

2. Майдони магнитӣ чӣ гуна хосиятҳо дорад?

§2. ВЕКТОРИ ИНДУКСИЯИ МАЙДОНИ МАГНИТӢ.

Майдони электрикӣ бо бузургии векторӣ – шадидияти майдони электрикӣ тавсиф мешавад. Барои тавсифи майдони магнитӣ бузургии махсуси физикӣ ҷорӣ кардан зарур аст. Ин бузургӣ вектори индуксияи магнитӣ ном дорад ва бо ҳарфи B ишора карда мешавад.

Акрабаки магнитӣ. Чуноне, ки дидем, агар рамкаи ҷараёндор дар майдони магнитӣ овехта шавад, онгоҳ он дар гирди меҳвари амудии аз нуқтаи овезиш гузаранда то ҳолати нисбат ба қутбҳои магнитӣ мавқеи муайян гирифтан тоб мехурад. Акрабаки магнитӣ низ ҳамин гуна рафтор дорад. Акрабаки магнитӣ магнитчаи дарозрӯест, ки як нуғаш қутби шимол(ишорааш N) асту нӯги дигараш қутби ҷануб (ишорааш S) мебошад.

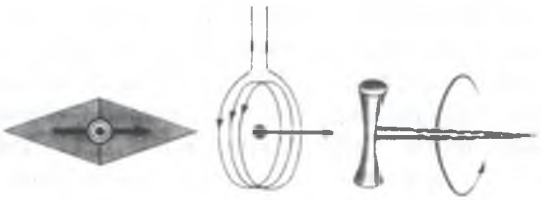
Самти вектори индуксияи магнитӣ.

Таъсири гардишдиҳандагии майдони магнитиро барои муайян кардани самти вектори индуксияи магнитӣ истифода кардан мумкин аст.

Ба сифати самти вектори индуксияи магнитӣ аз қутби ҷануб S ба қутби шимоли N - и акрабаки магнитие қабул шудааст, ки он дар майдони магнитӣ озодона муқаррар мешавад. Ин самт ба самти мусбати нормале рост меояд, ки он ба контури сарбасти ҷараёндор кашида шудааст (расми 7).



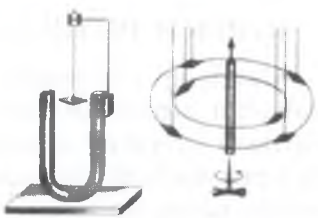
Расми 6.



Расми 7.

Нормали мусбат сӯе самт дорад, ки пармачаи ростпечи дар расми 7 тасвирёфта ҳангоми ба рафти ҷараёни рамка гардиш додани дастааш ба он тараф ҳаракат мекунад.

Бо ёрии акрабаки магнитӣ ё рамкаи ҷараёндор самти вектори индуксияи магнитиро дар ҳамагуна нуқтаи майдон муайян кардан осон аст. Дар расмҳои 8 ва 9 таҷрибаҳое тасвир ёфтаанд, ки бо ёрии акрабаки магнитӣ ичро карда шудаанд ва такрори таҷрибаҳои бо рамкаи симин гузаронидашуда мебошанд (нигг.



Расмҳои 8, 9.

Рас. 5 ва 6).

Дар майдони магнитии ноқили рости ҷараёндор акрабаки магнитӣ ба хати ба давра расанда кашидашуда ҷойгир мешавад (ниг. рас. 9). Ҳамвории давра амудан ба ноқили ҷараёндор воқеъ мешавад ва марказаш дар меҳвари ноқил мехобад. Самти вектори индуксияи магнитӣ бо ёрии қоидаи пармача муқаррар карда мешавад: агар пешрафти пармача бо ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда ҳамсамт бошад, самти гардиши дастаи пармача самти вектори индуксияи магнитиро ифода мекунад.

Шумо самти вектори индуксияи магнитиии Заминро муайян карда метавонед, ба шарте, ки қутбнамо ном асбобро истифода карда тавонед.

Хатҳои индуксияи магнитӣ. Манзараи аёнии майдони магнитиро дар мавриде ҳосил кардан мумкин аст, ки агар хатҳои индуксияи магнитиро созем.

Хатҳои индуксияи магнитӣ хатҳое мебошанд, ки расандаҳои ба онҳо кашидашуда дар ин ё он нуқтаи майдон ба вектори индуксияи магнити B ҳамсамт мебошанд (расми 10). Аз ин рӯ хатҳои индуксияи магнитӣ ба хатҳои шадидияти майдони электростатикӣ монандӣ доранд.



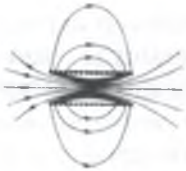
Расми 10.



Расми 11.

Аз таҷрибаҳои дар боло қайд гардида хулосаи зерин бармеояд: хатҳои индуксияи магнитии ноқили рости ҷараёндор давраҳои ҳаммарказе мебошанд, ки дар ҳамвори нисбат ба ин ноқил амудан воқеъшуда мехобанд.

Маркази давраҳо дар меҳвари ноқил воқеъ буда, тирчаҳои хатҳои индуксия самти вектори индуксияи магнитиро ифода мекунанд (расми 11).



Расми 12.

Рафти хатҳои индуксияи магнитии соленоид (галтаки ҷараёндор) дар расми 12 тасвир ёфтааст.

Агар дарозии соленоид назар ба диаметри он зиёд бошад, майдони магнитиро дар дохили он якҷинса пиндоштан мумкин аст. Хатҳои индуксияи магнитии ингуна майдон паралел мебошанд.

Манзараи хатҳои индуксияи магнитиро «намоён» гардондан мушкил нест, ба шарте, ки оҳанрезаҳои майда – майдаро истифода барем.



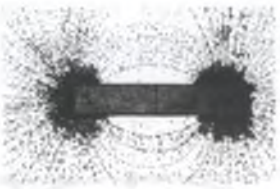
Расми 13.



Расми 14.



Расми 15.



Расми 16.

Дар майдони магнитӣ ҳар як донаи оҳанреза магнитнок шуда, чун ақрабаки магнитӣ рафтор мекунад. Агар миқдори зиёди ингуна ақрабакҳо» дар рӯи вараки қоғазин пошида шуда бошад, имкон медиҳад, ки самти майдони магнитӣ ва мавқеи хатҳои индуксияи магнитӣ саҳеҳтар муайян карда шаванд. Баъзе аз манзараҳои дар ингуна таҷрибаҳо ҳосилшуда дар расмҳои 13 – 16 тасвир ёфтаанд.

Майдони тӯфонӣ(гирдбодӣ). Хусусияти муҳими хатҳои индуксияи магнитӣ ин аст, ки онҳо на аввал доранду на охир. Ин хатҳо ҳамеша сарбаст мебошанд. Хотирасон бояд кард, ки ин манзара дар майдони электростатикӣ дигаргун мебошад: хатҳои куввагии майдони электростатикӣ аз зарядҳои мусбат ибтидо мегиранду дар зарядҳои манфӣ интиҳо меёбанд. Яъне

хатҳои қуввагии майдони электростатикӣ дар ҳама мавридҳо манбаъ доранд.

Майдонҳои хатҳои қуввагиашон сарбастаро майдонҳои тӯфонӣ(гирдбодӣ) меноманд. Майдони магнитӣ майдони тӯфонист.

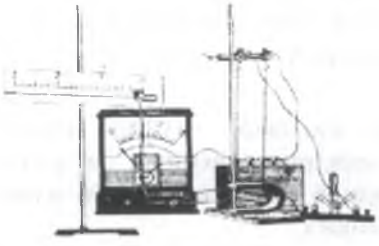
1. Контурчаи сарбасти чараёндор ва ақрабаки магнитӣ дар майдони магнитии якчинса чӣ гуна рафтор мекунад?
2. Чӣ гуна тарзҳои муайян кардани самти вектори индуксияи магнитиро медонед?
3. Чиро хатҳои вектори индуксияи магнитӣ меноманд?
4. Чӣ гуна майдонро майдони тӯфонӣ (гирдбодӣ) мегӯянд?
5. Майдони тӯфонӣ аз майдони потенсиалӣ чӣ фарқ дорад?

§ 3. ҚУВВАИ АМПЕР.

Майдони магнитӣ ба ҳамаи қитъаҳои ноқили чараёндор таъсир мерасонад. Қувваҳои ба ҳар як қитъаҳои ноқили чараёндор таъсиркунандаро дониста, қувваи ба тамоми ноқил таъсиркунандаро ёфтан мумкин аст. Қонунеро, ки қувваи ба қитъаи чудогонаи ноқил таъсиркунандаро муайян мекунад, соли 1820 А. Ампер муайян намудааст.

Азбаски қитъаи чудогонаи чараёнро ба вучуд овардан илоҷ надорад, бинобарин Ампер таҷрибаҳои худро бо ноқилҳои сарбаст анҷом дод. Ампер шакл ва мавқеи ноқилҳоро тағйир дода, барои қувваи ба қитъаи алоҳидаи чараён таъсиркунанда ифодаи соддаеро ба даст оварад.

Модули вектори индуксияи магнитӣ. Бо роҳи таҷриба муайян кардан мумкин аст, ки қувваи дар майдони магнитӣ ба ноқи-ли чараёндор таъсиркунанда ба чӣ вобастагӣ дорад. Ин имкон медиҳад, ки мо модули вектори индуксияи магнитиро таъриф диҳем ва қувваи Амперро муайян кунем.



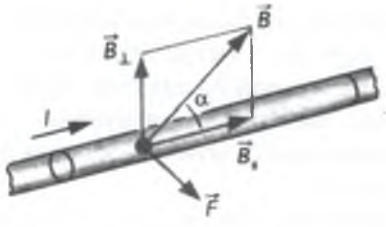
Расми 17.

Таъсири майдони магнитиро ба ноқили чараёндор ба воситаи дастгоҳе таҳқиқ мекунем, ки дар расми 17 тасвир ёфтааст.

Ноқиле дар майдони магнитии доимии наълшакл дар вазъияти уфукӣ овехта шудааст. Майдони магнитӣ асосан дар байни қутбҳои он вуҷуд дорад. Аз ин рӯ қувваи магнитӣ амалан ба қисми дар байни қутбҳо воқеъшудаи он таъсир меоварад. Қувва дар ин таҷриба ба воситаи тарозуи махсусе чен карда мешавад, ки он ба ду мила ба ноқил алоқаманд мебошад. Ин қувва равиши уфукӣ дорад, вале хам ба ноқилу хам ба хатҳои индуксияи магнитӣ ба таври перпендикулярӣ равона аст.

Қувваи ҷараёнро ду бор зиёд карда, мушоҳида намудан мумкин аст, ки қувваи ба ноқил таъсиркунанда низ ду бор зиёд мешавад.

Агар магнити дигаре илова карда, дарозии қисми аз тарафи майдони магнитӣ таъсирбинандаи ноқилро ду бор зиёд намоем, онгоҳ қувва низ ду бор меафзояд. Қувваи Ампер ба кунҷи байни ноқил ва самти вектори B низ вобаста аст. Барои ба ин боварӣ ҳосил намудан вазъияти магнитҳоро тавре тағйир додан зарур аст, ки кунҷи байни ноқил ва самти вектори B дигар шавад. Ин қувва F дар мавриде қимати зиёдтарин мегирад, ки хатҳои индуксияи магнитӣ нисбат ба ноқил амудан равона бошанд.



Расми 18.

Ҳамин тариқ, қимати зиёдтарини қуввае, ки ба қитъаи дарозиаш $\Delta\ell$- и ноқили ҷараёндор таъсир меоварад, ба ҳосили зарби қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда I ва дарозии қитъаи муоинашавандаи он $\Delta\ell$ мутаносиб аст:

$$F_m \sim I.\Delta\ell$$

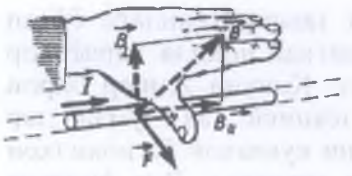
Модули вектори индуксияи магнитӣ гуфта, нисбати зиёдтарин қувваи аз тарафи майдони магнитӣ ба қитъаи ноқили ҷараёндор таъсиркунандаро ба ҳосили зарби қувваи ҷараён ва дарозии ин қитъа меноманд.

$$B = \frac{F}{I\Delta\ell} \qquad (1.1)$$

Вектори индуксияи магнитӣ В майдони магнитиро тавсифи ҳаматарафа медиҳад. Қувваи аз тарафи майдони магнитӣ ба қитъаи ноқили ҷараёндор таъсиркунандаро чен карда, самти вектори индуксияи магнитиро барои ҳар як нуқтаи майдони магнитӣ ёфтан мумкин аст.

Бигузор вектори индуксияи магнитӣ В бо самти ҷараён кунҷи α- ро ташкил диҳад(ниг. рас. 18).

Таҷриба нишон медиҳад, ки дар мавриди ба қади ноқили ҷараёндор равона будани вектори индуксияи магнитӣ, майдон ба ҷараён ҳеҷ гуна таъсир намерасонад. Бинобарин модули қувва танҳо ба модули қитъаи нисбат ба ноқил амудии вектори В, яъне ба $B = B.\sin\alpha$ вобаста асту ба қитъаи ба қади ноқил равонашудаи В, яъне ба Вп вобастагӣ надорад.



Расми 19.

Мувофиқи формулаи (1.1) қимати зиёдтарини қувваи Ампер ҳангоми $\alpha = \pi/2$ будан, $F = I\,\Delta\ell\,.\,B$ мешавад.

Барои қиматҳои дилхоҳи кунҷи α қувва на ба В, балки ба $B=b.\sin\alpha$ мутаносиб мебошад. Бинобарин барои модули қувваи аз тарафи майдони магнитии индуксиягаш В ба порчаи хурди $\Delta\ell$ -и ноқили дорои ҷараёни қувваш I таъсиркунанда ингуна ифода ҳосил мешавад:

$$F = B|I|\Delta\ell\,\sin\alpha \qquad (1.2)$$

ки ин ҷо α- кунҷи байни вектори В ва самти ҷараёни дар порчаи $\Delta\ell$-и ноқил ҷоришаванда мебошад. Ифодаи (1.2.) қонуни Ампер ном гирифтааст.

Қувваи Ампер ба ҳосили зарби вектори индуксияи магнитӣ, қувваи ҷараён, дарозии қитъаи ноқил ва синуси кунҷи байни индуксияи магнитию қитъаи ноқил баробар аст.

Самти қувваи Ампер. Самти ин қувва аз рӯи қоидаи дасти чап муайян карда мешавад: агар дасти чапро дар шакли кушода тавре гузорем, ки қитъаи нисбат ба ноқил амудан равонашудаи вектори индуксияи магнитӣ ба кафи даст занад

ва чор ангушти кушода ба самти кувваи чараён равона бошанд, онгох сараигушти ба кунчи 90 градус бозшуда самти кувваи ба китъаи нокил таъсиркунандаро нишон медихад. (расми 19).

Вохиди индуксияи магнитй.

Ба сифати вохиди индуксияи магнитй индуксияи магнитии майдони якчинсае кабул карда шудааст, ки дар он ба китъаи 1- метраи нокил дар мавриди дар он чорй будани чараёни кувваш 1 А аз тарафи майдони магнитй кувваи 1 Н таъсир мебахшад. Мувофики формулаи (1.1)

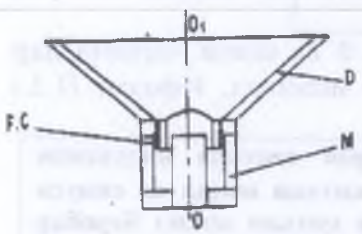
1.вох. инд. магнитй = 1 Н/А.м аст. Вохиди индуксияи магнитй ба ифтихори олими югославй Н. Тесла(1856 – 1943) тесла ном гирифтааст ва бо Тл ишорат мешавад:

1Тл = 1Н/ 1А. 1м

Татбики кувваи Ампер.

Барои кувваи ба нокили сарбаст таъсиркунандаро ёфтан хосили чамъи куввахои ба хар як китъаи нокили чараёндор таъсирбахшандаро ёфтан лозим аст. Конуни Ампер барои хисобу китоби бисёр асбобхои техникй, аз чумла дар мухаррикхои электрикй барои ёфтани куввахои ба нокилхои чараёндор таъсиркунанда истифода мешавад. Дар физикаи синфи 8 ба тарзи кори мухаррикхои электрикй шинос шуда будед. Холо бошад ба тарзи кори баландгуяк шинос мешавем.

Баландгуяк барои бо таъсири чараёни электрикии тагйирёбандаи садобасомад ангехтани мавчхои садо хидмат мекунад. Дар баландгуяки электромагнитй таъсири майдони магнитии магнити доимй ба чараёни тагйирёбандаи аз тарики галтак чоришаванда истифода мешавад.



Расми 20.

Сохти баландгуяк дар расми 20 тасвир ёфтааст.

Галтаки садои баландгуяк FC дар фосилаи магнити халкашакли М чой дода шудааст.

Диафрагмаи когазини Д. ки конуспшкл мебошад, бо галтак васл шудааст, вале «пояхои васл» чандириянд. Яъне диафрагма бо галтак тавре васл шудааст, ки хамрохи галтак лаппишхои мачбурй карда тавонад. Аз галтак чараёни

тағйирёбандаи садобасомадиҳ чорӣ мешавад. ки он аз микрофон ё ки аз баромадгоҳи радио ё магнитофон меояд.

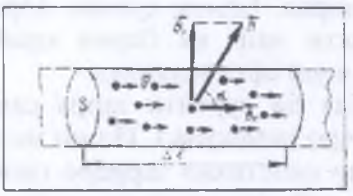
Бо таъсири қувваи Ампер галтак ба лағжишҳои чараён ба қади меҳвари OO_1 и баландгӯяк (расми 20) лағжиш меҳӯрад. Ин лағжишҳо ба диафрагма дода мешаванд ва он аз сатҳи худ мавҷи садо мефаҳканад. Баландгӯякҳои аълосифат лағжишҳои садоҳои фосилаи басомадҳои 40 15000 Ҳс ро пахш карда метавонанд.

Нораснии умумии ҳама баландгӯякҳо ин аст. ки онҳо к.к.ф. и кам доранд. Баландгӯякҳо танҳо 1 3 % - и энергияи истеъмолкардаашонро ба мавҷи садо табдил медиҳанд.

1. Модули индуксияи магнитиро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?
2. Модули вектори қувваи Ампер ба чӣ баробар аст?
3. Қондаи муайян кардани самти қувваи Ампер чӣ гуна аст?
4. Индуксияи магнитӣ бо чӣ гуна воҳид ифода карда мешавад?
5. Тарзи кори баландгӯякро фаҳмонед.

§ 4. ҚУВВАИ ЛОРЕНС.

Ҷараёни электрикӣ маҷмуи заррахои электрноки ботартибона ҳаракаткунанда мебошад. Бинобарин таъсири майдони магнитиро ба покили ҷараёндор чун натичаи таъсири майдон ба заррахои электрноки дар покил ҳаракаткунанда муоина кардан лозим аст.



Расми 21.

Қувваи аз тарафи майдони магнитӣ ба зарраи электрноки ҳаракаткунанда таъсиркунандаро ба ифтихори физики голандӣ. бунёдгузори назарияи сохти электронии модда Х. Лоренс (1853 1928) қувваи Лоренс меноманд. Ин қувваро бо ёрии қувваи Ампер ёфтан мумкин аст. Модули қувваи ба қитъаи дарозиаш - Δl и покил таъсиркунанда F бар адади заррахои электрноки дар ин қитъаи покил ботартибона ҳаракаткунанда баробар мебошад:

$$F_л = \frac{F}{N} \qquad (1.3)$$

Акнун порчаи ноқили борики ҷараёндореро муоина мекунем, ки дар расми 21 тасвир ёфтааст.

Бигзор дарозии порчаи муоинашаванда – $\Delta \ell$ ва масоҳати бурриши ноқил S то дараҷае хурд бошад, ки вектори индуксияи магнитӣ B –ро дар ҳудуди ин порчаи ноқил бетағйир пиндоштан мумкин бошад.

Қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда I бо заряди электрикии зарраҳо q, миқдори зарраҳои электрнок n ва суръати ҳаракати бонизоми онҳо υ ин тавр алоқаманд аст:

$$I= qn\upsilon S \qquad (1.4)$$

Модули қувваи аз тарафи майдони магнитӣ ба қитъаи ноқили ҷараёндор таъсирбахшанда чунин аст:

$$F= | I | \Delta \ell \, B\sin\alpha$$

Ифодаи (1.4) – ро дар ин формула мегузорем:

$$F=|q|n\upsilon S \, \Delta \ell \, B\sin\alpha = \upsilon|q|NB\sin\alpha$$

ки дар ин ҷо $N= nB\Delta \ell$.-адади зарраҳои электрноки ҳаҷми қитъаи муоинашаванда мебошад. Пас ба ҳар як зарраи электрноки ҳаракаткунанда аз тарафи майдони магнитӣ қувваи Лоренс таъсир мебахшад:

$$\boxed{F_л= \frac{F}{N} =|q|\upsilon \, B\sin\alpha} \qquad (1.5)$$

ки дар ин ҷо α – кунҷи байни вектори суръат ва вектори индуксияи магнити мебошад. Қувваи Лоренс нисбат ба векторҳои B ва υ самти амудӣ дорад. Самти қувваи Лоренс низ бо ёрии ҳамон қоидаи дасти чап(ки барои муайян кардани қувваи Ампер истифода шуд) ёфта мешавад.

Азбаски қувваи Лоренс нисбат ба суръати зарра самти амудӣ дорад, пас ин қувва кор иҷро намекунад. Ин он маъно дорад, ки қувваи Лоренс энергияи кинетикии зарраро тағйир намедиҳад, яъне бо таъсири қувваи Лоренс модули суръат низ тағйир намеёбад. Бо таъсири ин қувва танҳо самти суръати зарра тағйир меёбад.

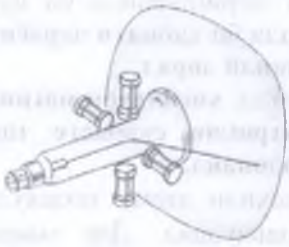
Акнун ҳаракати зарраи зарядаш q - ро дар майдони магнитии якҷинсае муоина мекунем, ки вектори индуксияаш B нисбат ба суръати ибтидоии v перпендикуляр равона бошад (расми 23). Қувваи Лоренс бо модулҳои суръати зарра ва индуксияи майдони магнитӣ вобаста аст. Азбаски майдони магнитӣ модули суръати зарраи ҳаракаткунандаро тағйир

дода наметавонад, пас дар ин маврид модули қувваи Лоренс низ бетағйир мемонд. Ин қувва (амудан) перпендикуляр ба суръат равона мебошад ва бинобарин шитоби марказрави зарраро паин мекунад. Бетағйиро мондани модули шитоби марказрави зарраи бо суръати модулан доимӣ ҳаракаткунанда онгуна маънӣ дорад, ки зарра бо мадори доиравии радиусаш r ба таври мунтазам ҳаракат мекунад. Мувофиқи қонуни дуюми Нютон

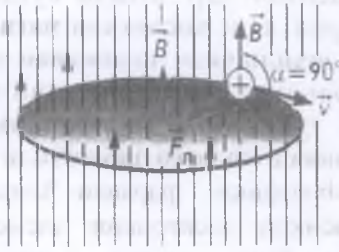
Аз ин ҷо r – ро меёбем: $\frac{mv^2}{r|q|\cdot v\cdot B}$ аст.

$$r=\frac{mv}{|q|\cdot B}$$

Татбиқи қувваи Лоренс. Таъсири майдони магнитӣ ба зарраи электрноки ҳаракаткунанда дар техника татбиқи васеъ ёфтааст. Чунончӣ, истифодаи лӯлаи электроншуоъи телевизионӣ (кинескоп) басе маъмул аст. Дар ин асбоб дастаи электронҳои сӯи экран парвоз кунанда ба воситаи майдони магнитӣ ин ё он сӯ майл дода мешавад (расми 22).



Расми 22.



Расми 23.

Майдони магнитӣ инчунин барои аз рӯи зарядҳои хос ҷудо кардани сели зарраҳои электрнок воситаи хубест- ин имкон медиҳад, ки массаи зарраҳо хеле саҳеҳ муайян карда шавад. Ин гуна асбоб масс-спектрограф ном дорад.

1.Қувваи Лоренс чӣ гуна бузургӣ(модул) дорад?
2. Зарраи электрнок дар майдони магнитии якчинса ҳангоми ба хатҳои индуксияи магнитӣ амудӣ будани суръаташ чӣ тавр ҳаракат мекунад?
3. Самти қувваи Лоренсро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?
4. Чаро қувваи Лоренс самти суръатро тағйир дода метавонаду модули онро каму зиёд карда наметавонад?

§ 5. ХОСИЯТХОИ МАГНИТИИ МОДДАХО.

Майдони магнитиро на танхо чараёнхои электрикӣ, инчунин магнитхои доимӣ низ ба вучуд оварда метавонанд. Магнитхои доимӣ аз моддахои махсус сохта мешаванд. Ҳама моддахо агар дар майдони магнитӣ чой дода шаванд, магнитнок мешаванд, яъне худашон манбаи майдони магнитӣ мегарданд. Ба хамин сабаб вектори индуксияи магнитӣ B дар мухити якчинса аз вектори B_0 – и мутобики хамон нуктаи фазо барои вакуум фарк мекунад.

Нисбати $\frac{B}{B_0}$ = μ, ки хосиятхои магнитии мухитро тавсиф медихад, нуфузназирии магнитии мухит меноманд.

Хамин тарик, барои мухити якчинса индуксияи магнитӣ

$$B = MB_0 \qquad (1.6)$$

ки дар ин ҷо μ- нуфузназирии магнитии мухит мебошад.

Магнитнок шудани моддахоро олими фаронсавӣ Ампер дарк намуд. Ӯ тахмин кард, ки магнетизми Заминро чараёнхои дар дохили кураи Замин чоришаванда ба вучуд мекорад, яъне **хосиятхои магнитии модда бо табиати чараёнхои дар дохили чисм чоришаванда алокамандӣ дорад.**

Баъдтар Ампер ба чунин хулоса омад: **хосиятхои магнитии хар гуна чисм бо чараёнхои электрикии сарбасте таъин мешавад, ки онхо дар дохили чисм гардонанд.**

Мувофики фарзияи Ампер дар дохили атому молекулахо чараёнхои электрикии элементарӣ мавчуданд. Дар мавриди бетартибона вокеъ гаштани хамвориҳои майдонии ин чараёнхо (бинобар сабаби харакати хароратӣ доштани молекулахо) (расми 24. а) таъсироти онхо хамдигарро барҳам мезананд, дар натича чисм хеч гуна хосияти магнитӣ зохир намекунад. Чараёнхои элементарӣ дар холати магнитнок



Расми 24.

будани чисм тавре самт мегиранд, ки таъсироти онхо зам мешавад (расми 24, б).

Фарзияи Ампер онро низ шарх медихад, ки чаро дар майдони магнитӣ ҳам акрабаки магнитӣ ва ҳам рамкаи чараёндор якхел рафтор мекунанд. Аммо дар чисмхои сохиби нуфузпазирии зиёд ($\mu > 1$), ки **ферромагнетик** ном доранд (охан, кобалт, никел, ва аксари хулахо), майдонхои магнитӣ на дар натичаи дар гирди ядроҳо чарх задани электронхо, балки дар натичаи чархзании хусусии онхо ба вучуд меоянд.

Электронхо гирди мехвари худ гардиш мехӯранд ва азбаски сохиби заряди электрикӣ мебошанд, майдони магнитии хусусӣ ба вучуд меоранд. Ин майдон ба майдони магнитие, ки дар натичаи дар гирди ядро харакати мадорӣ кардани электронхо ба вучуд меояд, зам мешавад.

Ҳарорати Кюрӣ. Ферромагнетикхо дар харорати баландтар аз харорати барои ин модда муайяншуда хосиятхои ферромагнитии худро гум мекунад. Ин харорат ба шарафи олими фаронсавӣ Кюрӣ харорати Кюрӣ номида шудааст. Мехи магнитнок дар холати сахт гарм кардан хосияти оханрабоии худро гум мекунад. Ҳарорати Кюрӣ барои охан 753^{0}С, барои никел 365 ^{0}С ва барои кобалт 1000^{0}С мебошад. Хӯлахои ферромагнитие мавчуд мебошанд, ки барояшон харорати Кюрӣ пасттар аз 100 ^{0}С мебошад.

Нахустин тадкикоти хосиятхои магнитии ферромагнетикхоро олими барчастаи рус А. Г. Столетов (1839 – 1896) анчом додааст.

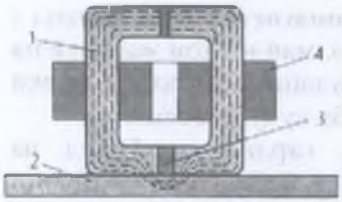
Татбики техники ферромагнетикхо. Моддахои ферромагнитӣ дар техника татбики зиёд доранд.Дилаки оханин ё фулодинро дар дохили галтак чо дода, майдони магнитии галтакро чандин маротиба зиёд намуда, бо ин рох энергияи электрикиро сарфа намудан мумкин аст.

Дилакхои трасформаторхою генераторхо, мухаррикхои электрикӣ ва дигар таҷхизотхои ба онхо монанд, аз моддахои ферромагнитӣ сохта шудаанд. Магнитхои доимӣ дар асбобхои гуногуни электрсанчӣ, дар телефонхову баландгӯякхо, дастоххои сабти садо, кутбнамоҳои магнитӣ ва гайра истифода бурда мешаванд.

Ферритхо ном маводи магнитие, ки чараёни электрикиро наметузаронанд, низ дар техника ба таври васеъ истифода бурда мешаванд. Ферритхо аз пайвастагихои химиявии

оксидҳои оҳан ва оксидҳои моддаҳои дигар иборатанд. Нахустин маводи ферромагнитӣ, яъне маъдани оҳан маҳз феррит мебошад.

Ферромагнетикҳо инчунин барои сохтани наворҳои магнитӣ ва картаҳои магнитии тунук истифода мешаванд. Наворҳои магнитӣ барои сабти садо (дар магнитофон ва тасвирҳои навъи видео дар видеомагнитофонҳо) истифода мешаванд.



Расми 25.

Навори магнитӣ пардаи тунуки мулоимест, ки дар рӯяш қабати магнитии иборат аз заррачаҳои бағоят хурд – хурди сӯзаншакли оҳанин ва моддаҳои онҳоро часпонанда рӯйпуш карда шудааст. Садо дар навор бо ёрии электромагнитe сабт карда мешавад, ки майдони магнитии он бо тағйироти лаппишҳои садо тағйир меёбад. Ҳангоми аз назди сараки магнитӣ гузаштани навор қитъаҳои гуногуни он (расми 25) магнитнок мешавад Ҳангоми бозшунавонии садо акси ин рӯй медиҳад: навори магнитнок дар сараки магнитӣ сигналҳои электрикӣ меангезад ва онҳо баъди тақвият ёфтан ба баландгӯяки магнитофон ворид мегарданд.

Наворҳои магнитии тунук аз қабати моддаи ферромагнитии 0,03 – 10 мкм иборат мебошад. Онҳо дар асбобҳои ахборнигоҳдории мошинҳои электронии ҳисоб (МЭҲ) татбиқ мешаванд. Пардаҳои магнитӣ барои сабт кардан, нигоҳ доштан ва бозшунавонидани ахбор таин шудаанд. Онҳо одатан дар рӯи гирдаи (диски) алюминӣ ё силиндр давонда мешаванд. Сабт ва бозшунавонии ахбор ин чо низ ҳамон тавр аст, ки дар магнитофони муқаррарӣ сурат мегирад.

1. Чӣ гуна ҷисмҳоро ферромагнетик меноманд?

2. Кадом бузургӣ хосиятҳои магнитии муҳитро тавсиф медиҳад?

3. Моддаҳои ферромагнитӣ чӣ гуна хосиятҳо доранд?

4. Маводи ферромагнитӣ чӣ гуна татбиқҳо доранд?

5. Ахбор дар мошини электронии ҳисоб чӣ тавр сабт карда мешавад?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО.

1. Ба кадом қувва майдони магнитӣ индуксияаш 1.5 Тл ба ноқили дарозиаш 30 см, ки ба вектори индуксия перпендикуляр ҷойгир аст, таъсир мекунад? Қувваи ҷараён ба 2 А баробар аст.

Д.ш.а.

B = 1,5 Тл
ℓ = 0,3 м
I = 2 A

зерин
F-?

Ҳал :

Азбаски ноқил нисбат ба вектори B перпендикуляр ҷойгир аст, бинобарин модули қувваи Ампер аз рӯи ифодаи $F=IB\ell$ муайян карда мешавад:

$$F = 2A.1.5\ Тл.0,3\ м = 0.9\ Н$$

2. Ноқили рости дарозиаш ℓ = 0,2 м ва массааш m = 10 кг дар байни қутбҳои магнит уфуқӣ ба ресмон овезон аст. Индуксияи майдони магнитии якҷинса амудан ба ноқил равона аст ва самти уфуқӣ дорад: B = 48 мТл.Дар сурати аз тариқи ноқил ҷорӣ гардидани ҷараёни қувваааш I = 2 A ресмонҳои ноқил нигоҳдоранда таҳти чӣ гуна кунҷ майл мехӯранд?

Д.ш.а.

ℓ = 0,2 м
m = 10 кг
B = 47м Тл
I=2A

α -?

Ҳал. Ба ноқил се қувва таъсир мебахшад: қувваи чандирии ҳарду ресмон $F_ч$, қувваи вазнинӣ mg ва қувваи F, ки аз ҷониби майдони магнитӣ ба ноқил таъсир меоварад. Модули ин қувва $F = BI\ell$ аст. Ҳангоми дар мувозинат будани ноқил ҳосили ҷамъи проексияҳои қувваҳо сифрӣ мебошанд:

$$mg - F\cos\alpha = 0$$

$E - E.\sin\alpha = 0$ пас, $tg\alpha = E/mg = BI\ell / mg \approx 1$. яъне $\alpha = 45^0$ будааст.

МАШҚИ 1.

1. Индуксияи майдони магнитие, ки ба ноқили қувваи ҷараёнаш 25А бо қувваи 50м Н таъсир мерасонад, чандаст?. Майдон ва ҷараён байни якдигар перпендикуляр (амӯдӣ) мебошанд. Дарозии қисми фаъоли ноқил 5 см аст.

(Ҷавоб: 40 мТл)

2. Майдони магнитии якҷинса бо индуксияи 2.5 Тл ба ноқили дарозиаш 50 см. ки тахти кунҷи 30^0 ба вектори индуксия ҷойгир аст бо қадом қувва таъсир мекунад? Қувваи ҷараён дар ноқил 0.5 А аст.

(Ҷавоб: 0,31 Н)

3. Ба ноқиле. ки қувваи ҷараёнаш 50А аст. майдони магнитии индуксияаш 10 мТл бок адом қувва таъсир мерасонад?. Дарозии қисми фаъоли ноқил 0.1 м аст. Майдону ҷараён ба якдигар перпендикуляр мебошанд.

(Ҷавоб: 50 мН)

4. Ноқили дарозиаш ℓ = 0.15 м ба вектори индуксияи майдони магнитии якҷинса. ки модули он B= 0.4 Тл аст. перпендикуляр мебошад. Кори иҷрокардаро.ки ҳангоми ҷойивазкунии ноқил ба масофаи 0.025 м аз рӯи самти таъсири қувваи Ампер ёбед.

(Ҷавоб: 1,2. 10^{-2} Ҷ)

ХУЛОСАҲОИ БОБИ ЯКУМ

Тавсифи асосии майдони магнитӣ вектори индуксияи магнитӣ мебошад. Ба сифати самти вектори индуксияи магнитӣ B равиши нормал ба рамкаи ҷараёндоре қабул шудааст. ки он имкони дар майдони магнитӣ озодона самт гирифтан дорад. Равиши нормал ба равише. ки акрабаки магнитӣ дар майдон мегирад. якхела аст.

Модули вектори индуксияи магнитӣ ба нисбати зиёдтарин қувваи аз тарафи майдони магнитӣ ба қитъаи ноқили ҷараёндор таъсиркунанда бар ҳосили зарби қувваи ҷараён ва дарозии ҳамон қитъа баробар мебошад.

Хатҳои индуксияи магнитӣ ноқилҳои ҷараёндорро фаро мегиранд ва ҳамеша сарбастаанд. Ингуна майдонҳоро майдонҳои тӯфонӣ(майдонҳои гирдпеч) меноманд.

Мувофиқи қонуни Ампер ба қитъаи дарозиаш $\Delta\ell$ -и ноқили ҷараёндор аз тарафи майдони магнитӣ қуввае таъсир меоварад, ки модули он ба $F= B|I|.\Delta\ell \sin\alpha$ баробар аст, ки ин ҷо α - кунҷи байни порчаи ноқил ва вектори B мебошад. Самти ин қувва аз рӯи қоидаи дасти чап муайян карда мешавад.

Нисбати модули вектори индуксияи магнитии хоси муҳити якҷинса бар индуксияи магнитии хоси вакуум нуфузназирии

магнитӣ ном гирифтааст. Ин бузургӣ хосиятҳои магнитии моддаро тавсиф медиҳад.

Дар майдони магнитӣ ба зарраи зарядноки ҳаракаткунанда қувваи лоренсис таъсир мекунад, ки модули он ба $F = |q| v B \sin\alpha$, баробар аст, ки дар ин ҷо α – кунҷи байни суръати зарра ва вектори **B** мебошад. Қувваи Лоренс нисбат ба суръати зарра равиши перпендикулярӣ дорад, бинобарин кор иҷро намекунад.

Аксарияти моддаҳо хосиятҳои магнитии «суст» доранд.Танҳо чисмҳои ферромагнитӣ нуфузпазирии магнитии зиёд ($\mu \gg 1$) доранд ва ин бузургӣ ба индуксияи магнитӣ вобаста аст. Моддаҳои ферромагнитӣ аҳамияти зиёди амалӣ доранд, зеро имкон медиҳанд, ки индуксияи магнитии майдони магнитӣ садҳо бор афзоиш дода шавад.

БОБИ II. ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

§ 1. КАШФИ ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Чӣ тавре, ки оғоҳӣ доред, майдони электростатикиро зарраҳои электрноки беҳаракат, вале майдони магнитиро зарраҳои электрноки ҳаракаткунанда, яъне ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меоранд.

Майдони магнитии бо мурури замон тағйирёбанда боиси пайдоиши майдони электрикӣ ва майдони электрикии бо мурури замон тағйирёбанда боиси пайдоиши майдони магнитӣ мегардад. Соли 1821 Майкл Фарадей дар дафтари лабораторияи худ ин тавр навишт: «Магнетизмро ба электр табдил додан мебояд» ва ӯ баъди 10 сол ба ҳалли ин масъала муваффақ гашт.

Тасодуфӣ нест, ки дар роҳи кашфи хосиятҳои нави таъсироти мутақобили электромагнитӣ қадами ҳалкунандаро бунёдгузори тасаввурот оид ба майдони электромагнитӣ Фарадей ниҳодааст. Ӯ ба ягонагии табиати ҳодисаҳои электрикӣ ва магнитӣ боварии комил дошт. Дар ҳамин замина Фарадей кашфиёте кард, ки он баъдҳо боиси пайдоиши генераторҳои табдилдиҳандаи энергияи механикӣ ба энергияи электрикӣ гардид. Ҷараёни электрикӣ, фикр мекард Фарадей, метавонад, ки порчаи оҳанро магнитнок кунад. Магар магнит дар навбати худ наметавонад, ки ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд биёрад? Робитаи ин ду ҳодисаро муддати тӯлонӣ ошкор кардан муяссар нагашт. Фаҳмидан

осон набуд, ки танҳо магнити ҳаракаткунанда ё майдони магнитии бо мурури замон тағйирёбанда метавонад, ки дар ғалтак ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд биёрад.

Ҳамзамон бо Фарадей олими швейсариягӣ Колладон низ мекӯшид, ки ба воситаи магнит дар ғалтак ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд биёрад. Ӯ ғалванометреро истифода мекард, ки ақрабаки сабуке дошт ва он ақрабак дар дохили ғалтаки асбоб ҷойгир буд. Барои он ки магнит ба ақрабак таъсири бевосита наоварад, Колладон нӯғҳои сими ғалтакро то ҳуҷраи ҳамсоя кашида, ҳамон ҷо онҳоро бо ғалванометр васл кард. Баъд ӯ магнитро ба дохили ғалтак ҷой дода, боз ба ҳуҷраи ғалванометрдор даромад ва ноумедона ҳайрон монд, ки чаро ғалванометр дар ғалтак ба вуҷуд омадани ҷараёни электрикиро нишон намедиҳад. Аммо агар ӯ ёрдамчиеро барои ба ғалтак даровардан ва аз он баровардани магнит таин мекарду худ ба мушоҳидаи рафтори ақрабаки ғалванометр машғул мешуд, онгоҳ кашфиёти аҷиб насибаш мегардид. Вале ин тавр нашуд, зеро магнити нисбат ба ғалтак беҳаракат дар занҷири ғалтак ҳеҷгуна ҷараён ба вуҷуд намеоварад. (Колладон дар лаҳзаҳои ба ғалтак даровардан ва аз он баровардани магнит рафтори ақрабаки ғалванометрро мушоҳида карда наметавонист, чунки ғалтаку магнит дар як ҳуҷра ва ғалванометр дар ҳуҷраи дигар ҷойгир буданд).

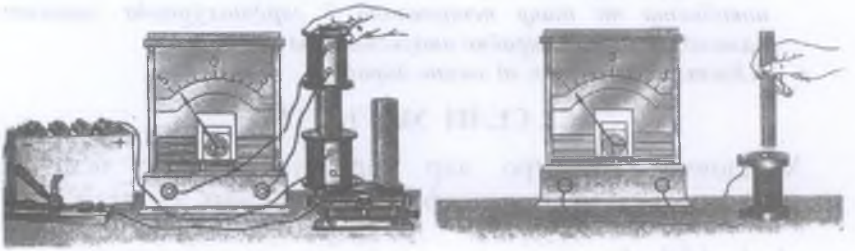
Моҳияти ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ин аст: дар контури ноқиле, ки дар майдони магнитии бо мурури замон тағйирёбанда беҳаракат аст ё дар майдони магнитии доимӣ контури ноқил тавре ҳаракат кунад, ки адади хатҳои индуксияи магнитии контурро бурранда тағйир ёбад, дар он контур ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меояд. Ин ҳодиса соли 1831 кашф шудааст. Аввал ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ дар ноқилҳое кашф шуданд, ки нисбат ба якдигар беҳаракат мехобиданд ва ҳангоми кандан ё пайвастани занҷир дар онҳо ҷараёни электрикӣ ҳосил мегардид. Фарадей фаҳмид, ки ҳангоми ба якдигар наздик ё дур кардани ноқилҳо низ худи ҳамон натиҷа мушоҳида мешавад. Ӯ таҷрибаи дигареро гузаронида исбот намуд, ки ҳангоми нисбат ба якдигар ҳаракат додани ғалтакҳо ҳам дар занҷир ҷараён ба вуҷуд меояд.



а б

Расми 26.

Ҳамин тариқ, Фарадей қариб ҳама хусусиятҳои муҳимтарини ҳодисаи индуксияи электромагнитиро бо роҳи таҷрибавӣ кашф кард. Таҷрибаҳои Фарадейро ба таври зерин гузаронидан мумкин аст: Барои ин танҳо ду ғалтак, як магнит, аккумулятор (ё батареи галванӣ) ва як галванометр зарур аст.



а б

Расми 27.

Дар дастгоҳе, ки дар рас. 26, а тасвир ёфтааст, ҷараёни индуксионӣ дар яке аз ғалтакҳо дар лаҳзаи кандан ё пайвастани занҷири электрикии ғалтаки дигар (ки нисбат ба ғалтаки аввал беҳаракат аст) пайдо мешавад. Дар таҷрибаҳои дигар ҷараёни индуксионӣ дар мавриди ба воситаи реостат дар яке аз ғалтакҳо тағйир додани қувваи ҷараён (рас. 26, б) ё ҳангоми нисбат ба якдигар ҳаракат додани ғалтакҳо (рас. 27, а) ё дар мавриди нисбат ба ғалтак ҳаракат додани магнити доимӣ (рас. 27, б) ҳосил мешавад. (Индуксия - аз калимаи лотинии «inductio» гирифта шудааст, ки маънояш бедор кардан, ангезиш мебошад). Яъне, дар мавридҳои нисбат ба ғалтак ҳаракат додани магнит ё нисбат ба магнит ҳаракат

додани галтак дар занҷир ҷараёне ба вуҷуд меояд, ки онро ҷараёни индуксионӣ меноманд.

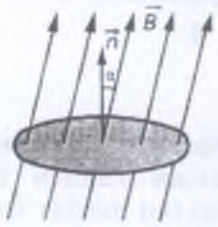
Дар контури сарбаст ҳангоми тағйир ёфтани адади хатҳои индуксияи магнитис, ки масоҳати маҳдудкардаи контурро мебуранд, ҷараёни индуксионӣ ба вуҷуд меояд. Ҳар қадаре ки адади хатҳои индуксияи магнитӣ зудтар тағйир ёбад, бузургии ҷараёни индуксионӣ ҳамон қадар бештар хоҳад шуд.

Дар контури сарбаст дар мавриде ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меояд, ки контур дар майдони магнитии тағйирёбанда вокеъ бошад ё дар майдони магнитии доимӣ тавре ҳаракат кунад, ки адади хатҳои индуксияи магнитии контурро бурранда тағйирёбанда бошад.

1. Фарқи асосии майдонҳои тағйирёбандаи электрикӣ ва магнитӣ аз майдонҳои электрикӣ ва магнитии доимӣ дар чист?
2. Индуксияи электромагнитӣ чигуна ҳодиса аст?
3. Контури сарбаст дар майдони магнитии якҷинсаи ба вақт новобаста чӣ тавр пешраванда ё гардишхӯранда ҳаракат намояд, ки дар он ҷараёни индуксионӣ ба вуҷуд ояд?
4. Калимаи индуксия чӣ маъно дорад?

§2. СЕЛИ МАГНИТӢ

Майдони магнитиро дар ҳар нуқтаи фазо вектори индуксияи магнитӣ B тавсиф медиҳад. Ғайр аз ин боз як бузургии дигареро истифода кардан мумкин аст, ки ба қиматҳои вектори B дар ҳама нуқтаҳои сатҳи фарогирифтаи контури сарбасти ҳамвор вобастагӣ дорад.



Расми 28.

Барои ин нақили сарбасти ҳамворе (контуре)-ро мегирем, ки масоҳати S дорад ва дар майдони магнитии якҷинса вокеъ аст. Кунҷи байни нормали n ва самти вектори индуксияи магнити B-ро бо α ишорат мекунем. (Расми 28) мебошад

$$\Phi = B.S\cos\alpha \quad (2.1)$$

Сели магнитии Ф (сели индуксияи магнитӣ) аз тариқи сатҳи S туфта бузургиеро меноманд, ки ба ҳосили зарби модули вектори индуксияи магнитӣ B ба масоҳати S ва косинуси кунҷи байни векторҳои B ва n баробар мебошад.

Ҳосили зарби $B \cdot \cos\alpha = B_n$ проексияи ба нормали n афкандаи вектори индуксияи магнитиро ифода мекунад. Пас, интавр навиштан мумкин аст:

$$\Phi = B S \qquad (2.2)$$

Сели магнитиро чун бузургие шарх додан мумкин аст, ки он ба адади хатҳои индуксияи магнитии ба масоҳати S зананда мутаносиб мебошад.

Воҳиди сели магнитӣ вебер ном дорад. Сели магнитии баробар ба 1 вебер (1 Вб)-ро майдони магнитии якҷинсае ба вуҷуд меорад, ки аз тариқи сатҳи нисбат ба вектори индуксияи магнитӣ амудан воқеъшудаи масоҳаташ 1 $м^2$ индуксияи 1 Тл дошта бошад. 1Вб = 1Тл.1м

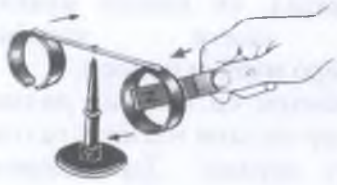
1. Чиро сели магнитӣ (ё худ сели индуксияи магнитӣ) меноманд?

2. Ба сифати воҳиди сели магнитӣ чӣ қабул карда шудааст?

§ 3. САМТИ ҶАРАЁНИ ИНДУКСИОНӢ. ҚОИДАИ ЛЕНС

Бо мақсади муайян намудани самти ҷараёни индуксионӣ галтакеро, ки дар он ҷараёни индуксионӣ ба вуҷуд меояд, ба гальванометр пайваста, фаҳмидан мумкин аст, ки дар мавридҳои ба галтак наздик кардан ё аз он дур бурдани яке аз қутбҳои магнит самти ин ҷараён ҳар хел аст (нигар. расм 31).

Ҷараёни индуксионии дорои ин ё он самт бо магнит як навъ таъсири мутақобил мекунад (магнитро ҷазб мекунад ё онро тела медиҳад). Галтаке, ки аз он ҷараён ҷорист, ба магнит монандӣ дорад. Самти ҷараёни индуксионӣ нишон медиҳад, ки қадом нӯги галтак маънии «қутби шимол» - ро дорад (хатҳои индуксияи магнитӣ аз ҳамин қутб сар мешаванд). Дар асоси қонуни бақои энергия пешгӯӣ кардан мумкин аст, ки дар қадом мавридҳо галтак магнитро ҷазб мекунанду дар қадом мавридҳо онро тела медиҳад.



Расми 29.

Таъсироти мутақобили ҷараёни индуксионӣ бо магнит.

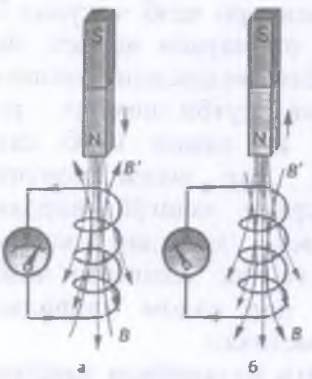
Агар магнитро ба галтак

наздик кунем, ҷараёни индуксионии дар ин маврид дар ғалтак пайдошаванда самте хоҳад дошт, ки магнитро хатман тела медиҳад. Барои ба якдигар наздик бурдани магнит ва ғалтак кори мусбат иҷро кардан зарур аст, яъне ғалтак монанди магнитест, ки ин ё он қутбаш сӯи ҳамон гуна қутби магнитӣ ба он наздикшаванда гардонда шудааст. Агар қутбҳо якхела бошанд, тела мехӯранд.

Тасаввур кунед, ки агар акси ин ҳол воқеъӣ мебуд, ҳангоми магнитро сӯи ғалтак бурдан магнит худ ба худ ба даруни ғалтак кашида мешуд. Ин хилофи қонуни бақои энергия мебуд, зеро дар ин маврид энергияи кинетикии магнит меафзуд ва ҷараёни индуксионӣ ба вуҷуд меомад, ҳол он ки бе сарфи энергия имконпазир нест. Дар ҳолати дур кардани магнит, баръакс, тибқи талаботи қонуни бақои энергия бояд қувваи ҷазбкунанда пайдо шавад.

Дурустии ин хулосаро ба воситаи асбобе намоиш додан мумкин аст, ки он дар рас. 29 тасвир ёфтааст.

Дар нӯгҳои милае, ки гирди меҳвари амудӣ озодона гардиш хӯрда метавонад, ду ҳалқаи алюминӣ (яъне ҳалқаҳои ноқилӣ) маҳкам карда шудааст. Якеи он ҳалқаҳо ҷои буридагӣ (чокӣ) дорад. Агар магнитро ба ҳалқаи том наздик кунем, дар он ҷараёни индуксионӣ ба вуҷуд меояд; ин ҷараён тавре қорӣ мешавад, ки ҳалқа аз магнит тела мехӯрад ва миларо гардиш медиҳад. Агар магнитро аз ҳалқа дур кунем, ҳалқа, баръакс, сӯи магнит ҷазб мешавад. Магнит бо ҳалқаи чок таъсири мутақобил намекунад, зеро дар ин маврид чокии ҳалқа монеъи пайдоиши ҷараёни индуксионӣ мегардад. Сӯи ғалтак ҷазб шудан ё аз он тела хӯрдани магнит ба он вобаста аст, ки ҷараёни индуксионӣ дар ғалтак чигуна самт дорад. Пас, қонуни бақои энергия имкон медиҳад, ки қоидаи муайян кардани самти ҷараёни индуксиониро муайян намоем.



Расми 30.

Таҷрибаҳои ба якдигар наздик ва аз ҳам дур шудани магниту ғалтак чӣ тафовут доранд?. Дар мавриди аввал адади хатҳои ба нечакҳои ғалтак занандаи индуксияи магнитӣ

ё худ сели магнитӣ меафзояду (рас. 30, а) дар мавриди дуюм мекоҳад (рас. 30, б). Дар мавриди аввал хатҳои индуксионии B-и майдони магнитие, ки онро ҷараёни индуксионии дар ғалтак пайдошуда ба вуҷуд овардааст, аз нӯги болои ғалтак берун меоянд (галтак магнитро тела медиҳад!), вале дар мавриди дуюм, баръакс, он хатҳо ба ҳамон нӯги болои ғалтак мезананд. Ин хатҳои индуксияи магнитӣ дар расм бо хатҳои сиёҳ тасвир шудаанд.

Қоидаи Ленс. Ҳамин тариқ, ҳангоми афзудани сели магнитии ба печакҳои ғалтак зананда ҷараёни индуксионӣ он тавр ҷорӣ хоҳад гашт (яъне самте хоҳад дошт), ки майдони магнитӣ афзоиши сели магнитии ба печакҳои ғалтак занандаро монеъ мешавад. Хатҳои индуксияи ин майдон муқобили хатҳои индуксияи майдоне равонанд, ки тағйироти он боиси пайдоиши ҷараёни электрикӣ мегардад. Вале агар сели магнитии ба ғалтак зананда суст шавад, он гоҳ ҷараёни индуксионӣ майдони магнитии индуксияаш B-ро ба вуҷуд меоварад. Дар натиҷа сели магнитии ба печакҳои ғалтак зананда меафзояд.

Ҳамин аст моҳияти қоидаи умумии муайян кардани самти ҷараёни индуксионӣ. Ин қоидаро олими рус Э. Ленс муқаррар кардааст.

Мувофиқи қоидаи Ленс ҷараёни индуксионии дар контури сарбаст пайдошаванда бо майдони магнитии худ монеъи тағйироти сели магнитие мегардад, ки он ҳамин ҷараёнро ба вуҷуд овардааст.

Қоидаи Ленсро барои ёфтани самти ҷараёни индуксионии дар контур ин тавр истифода кардан лозим аст:

1. аввал самти хатҳои индуксияи магнитии майдони магнитии беруна B-ро муайян кардан лозим;
2. муайян кардан зарур аст, ки сели индуксияи магнитии ин майдон аз тариқи сатҳи фарогирифтаи контур меафзояд ($\Delta\Phi > 0$) ё мекоҳад ($\Delta\Phi < 0$);
3. самти хатҳои индуксияи магнитии B-и майдони магнитии ҷараёни индуксионӣ I_i-ро муайян кардан зарур аст. Мувофиқи қоидаи Ленс ин хатҳо дар мавриди $\Delta\Phi > 0$ будан муқобили хатҳои B, вале дар мавриди $\Delta\Phi < 0$ будан – ба рафти онҳо равона мебошанд.

4. самти хатҳои индуксияи магнитии B-ро дониста, аз рӯи қоидаи пармача самти ҷараёни индуксионӣ I_i - ро ёфтан мумкин аст.

Самти ҷараёни индуксионӣ аз рӯи қонуни бақои энергия муайян карда мешавад.

1. ***Самти ҷараёни индуксиониро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?***
2. ***Ҷараёни индуксионӣ дар мисолҳои дар боло муайяншуда ба кадом самт равона аст?***

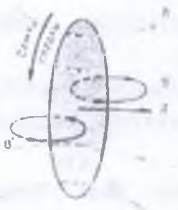
§ 4. ҚОНУНИ ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Таҷрибаҳои Фарадей нишон доданд, ки қувваи ҷараёни индуксионӣ I_i дар контур ба суръати тағйироти адади хатҳои индуксияи магнитии B мутаносиб аст. Инро дар асоси мафҳуми «сели магнитӣ» аниқ намудан мумкин аст.

Сели магнитиро ба таври аёнӣ чун адади хатҳои индуксияи магнитие тасаввур кардан мумкин аст, ки ба сатҳи масоҳаташ S мезананд. Бинобар ин суръати тағйироти ин адад суръати тағйироти сели магнитиро ифода мекунад. Қувваи ҷараёни индуксионӣ ба суръати тағйироти сели мағнитие мутаносиб аст, ки он ба сатҳи фарогирифтаи контур мезанад:

$$I_i \sim \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (2.3)$$

ҚЭҲ-и индуксия. Чунонки маълум аст, дар занҷир он гоҳ ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меояд, ки ба зарядҳои озоди даруни ноқил қувваҳои ғайр таъсир намоянд. Кори ба қади контури сарбаст кӯчондани заряди мусбати воҳидиро қувваи электроҳаракат-диҳанда (ҚЭҲ) меноманд.



Расми 31.

Пас, ҳангоми тағйир ёфтани сели магнитии ба сатҳи фарогирифтаи контур зананда дар ин контур қувваҳои ғайре ба вуҷуд меоянд, ки таъсири онҳо бо ҚЭҲ-и индуксия тавсиф дода мешавад. Онро бо ҳарфи ε_i ишорат мекунанд.

Мувофиқи қонуни Ом барои занҷири сарбаст

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$$ аст.

Муқовимати ноқил ба тағйироти сели магнитӣ вобастагӣ надорад. Пас, таносуби (2.3) танҳо аз он ҷиҳат дуруст аст, ки ҚЭҲ-и индуксия ба $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ мутаносиб мебошад.

Қонуни индуксияи электромагнитӣ. Қонуни индуксияи электромагнитӣ на барои қувваи ҷараён, балки маҳз барои ҚЭҲ таъриф дода мешавад. Дар ин гуна таъриф қонуни номбурда онро ифода мекунад, ки моҳияти ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ба хосиятҳои ноқилҳо вобастагӣ надорад. Мувофиқи қонуни индуксияи электромагнитӣ:

ҚЭҲ-и индуксия дар контури сарбаст модулан ба суръати тағйироти сели магнитие баробар аст, ки он ба сатҳи фарогирифтаи контур мезанад:

$$\mathcal{E}_i = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

Самти ҷараёни индуксионӣ (ё аломати ҚЭҲ-и индуксия)-ро тибқи қоидаи Ленс дар қонуни индуксияи электромагнитӣ чӣ тавр ба эътибор гирифтан мумкин аст?

Дар рас. 31 контури сарбасте тасвир ёфтааст. Самти гардишеро, ки муқобили рафти ақрабаки соат аст, мусбат меғуем. Нормали сатҳ (нормали контур) n бо самти гардиши контур винти росттоб ташкил медиҳад.

Бигзор индуксияи магнитии B-и майдони магнитии берунаи ба қади нормали контур равона бошад ва бо мурури замон афзояд. Он гоҳ $\Phi > 0$ ва $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} > 0$ хоҳанд буд.

Мувофиқи қоидаи Ленс ҷараёни индуксионӣ сели магнитие ба вуҷуд меоварад, ки барои он $\Phi < 0$ аст. Хатҳои индуксияи B-и майдони магнитии ҷараёни индуксионӣ дар рас. 31 бо ранги сиёҳ тасвир ёфтааст. Мувофиқи қоидаи пармача ҷараёни индуксионӣ ба рафти ақрабаки соат (муқобили самти мусбати гардиши контур) равона аст ва ҚЭҲ-и индуксия манфист. Бинобарин дар ифодаи қонуни индуксияи

электромагнитӣ барои ифода кардани он ки бузургиҳои ε_i ва $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ аломатҳои гуногун доранд, бояд аломати «минус» ояд:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (2.4)$$

Қонуни индуксияи электромагнитӣ (2.4)-ро хотирнишон карда, фаҳмидан лозим аст, ки ҚЭҲ-и индуксия чӣ маънӣ дорад ва сели магнитӣ чиро ифода мекунад.

1. Чиро қонуни индуксияи электромагнитӣ на барои қувваи чараён, балки барои ҚЭҲ таъриф дода мешавад?

2. Қонуни индуксияи электромагнитӣ чигуна таъриф дода мешавад?

3. Дар ифодаи қонуни индуксияи электромагнитӣ аломати «минус» навиштан чӣ зарурат дорад?

§ 5.ТАБИАТИ ПАЙДОИШИ ҚУВВАИ ЭЛЕКТРОҲАРАКАТДИҲАНДА

(ҚЭҲ) – и индуксия.

Ҳангоми дар майдони магнитӣ ҳаракат кардани ноқил зарядҳои озоди он ҳамроҳаш ҳаракат мекунанд ва ба он зарядҳо аз тарафи майдони магнитӣ қувваи лоренсӣ таъсир меоварад. Ҳамин қувва зарядҳои даруни ноқилро ҳаракат медиҳад. Пас, ҚЭҲ-и индкусия табиати магнитӣ доштааст

Акнун ҚЭҲ-и индуксияро дар ноқиле ҳисоб мекунем, ки он дар майдони магнитии якхинса ҳаракат мекунад (рас. 32). Бигзор тарафи MN-и дарозиаш ℓ -и контур бо суръати доимии υ ба қади тарафҳои NC ва MD лағжад ва дар ин маврид ба тарафи DC ҳамеша параллел магнитӣ B-и майдони якхинса нисбат ба ноқил амудан равона аст ва бо самти суръат кунҷи α ташкил медиҳад.

Қуввае, ки майдони магнитӣ бо он ба зарраи электрноки ҳаракаткунанда таъсир меоварад модулан баробари

$$Fi = |q|\upsilon B\sin\alpha \qquad (2.5)$$

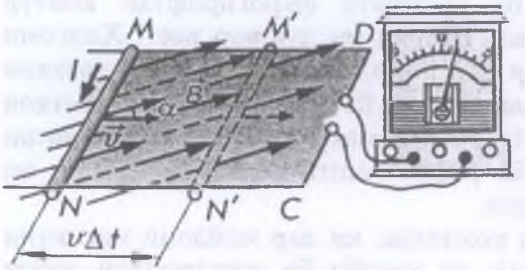
мебошад ва ба қади ноқили MN равона аст. Кори қувваи Лоренс дар тӯли роҳи ℓ мусбат аст ва ин тавр ёфта мешавад:

$$A = F.\ell. = |q| \cdot \upsilon B\ \ell\ \sin\alpha$$

Қувваи электрҳаракатдиҳандаи индуксия дар ноқили MN мувофиқи таъриф ба нисбати кори кӯчонидани заряди q бар бузургии ин заряд баробар мебошад:

$$\mathcal{E}_i = \frac{A}{|q|} = \upsilon B\ \ell\ \sin\alpha \qquad (2.6)$$

Ин ифода барои ҳар гуна ноқили дарозиаш ℓ ки дар майдони магнитии якҷинса бо суръати υ ҳаракат мекунад, дуруст аст.



Расми 32.

Пас, ҚЭҲ дар саросари контури MNCD баробари ε_i аст ва доимӣ мемонад, ба шарте ки суръати ҳаракат доимӣ бошад. Дар ин маврид ҷараёни электрикӣ меафзояд, зеро ҳангоми ба тарафи рост кӯчидани ноқили MN муқовимати умумии контур кам мешавад.

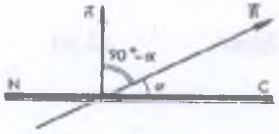
Аз тарафи дигар ҚЭҲ-и индуксияро ба воситаи қонуни индуксияи электромагнитии (2.4) ҳисоб кардан мумкин аст. Дар ҳақиқат, сели магнитии ба контури MNCD зананда баробари

$$\Phi = BS\cos\alpha\ (90^0 - \alpha) = BS\ \sin\alpha$$

мебошад, ки ин ҷо кунҷи $90^0 - \alpha$ кунҷи байни вектори B ва нормали n ба сатҳи контур асту (рас. 33) S – масоҳати контури MNCD. Агар чунин пиндорем, ки дар лаҳзаи аввали вақт(t=0) ноқили MN аз ноқили CD дар масофаи NC мехобад (ниг. Рас. 32), пас, ҳангоми кӯчиши ноқил масоҳати S бо мурури замон ин тавр тағйир меёбад:

$$S = \ell\ (NC - \upsilon t)$$

Дар муддати Δt масоҳати контур ба қадри $\Delta S = -\ell \upsilon \Delta t$ тағйир меёбад. аломати минус онро ифода мекунад, ки ин масоҳат бо мурури замон кам мешавад. Дар ҳамин муддат сели магнитӣ ба қадри $\Delta\Phi = -B\ell\upsilon\Delta t \sin\alpha$ тағйир меёбад. пас, ε_i–ро бояд ин тавр ифода кунем:



Расми 33.

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \upsilon B\ \ell \sin\alpha$$

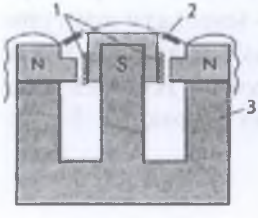
Агар контури MNCD ориентатсияи худро нисбат ба вектори B нигоҳ дошта, дар майдони магнитии якҷинса ҳаракат кунад, ҚЭҲ-и индуксия дар контур сифрӣ хоҳад буд, зеро сели магнитии ба масоҳати фарогирифтаи контур зананда тағйир намеёбад. Шарҳи ин душвор нест. Ҳангоми ҳаракат кардани контур дар ноқилҳои MN ва CD қувваҳои навъи (2.5)-е ба вуҷуд меоянд, ки ба электронҳо дар самтҳои аз N ба M ва аз C ба D таъсир мекунанд. Кори умумии ин қувваҳо дар мавриди ба рафти ғашти соат ё муқобили он гардидани контур сифрист.

ҚЭҲ-и индуксия дар ноқилҳое, ки дар майдони магнитии доимӣ ҳаракат мекунанд, аз ҳисоби ба электронҳои озоди ноқил таъсир овардани қувваи Лоренс пайдо мешавад

1. ***Қувваи Лоренс ба чӣ баробар аст ва он чигуна самт дорад?***
2. ***ҚЭҲ-и индуксияе, ки дар ноқили дар майдони магнитии тағйирёбанда ҳаракаткунанда ба вуҷуд меояд, ба чӣ вобастагӣ дорад?***

§ 6. МИКРОФОНИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Чуноне, ки медонед. баландгӯяки электродинамикӣ лаппишҳои ҷараёни электрикиро ба лаппишҳои садо табдил медиҳад. Табдили лаппишҳои садо ба лаппишҳои ҷараёни электрикӣ дар микрофон ба амал меояд. Микрофон (аз калимаҳои юнонии **micros** - хурд ва **phone** - садо) дар радиошунавонӣ, телевизион, дар тачҳизотҳои тақвияти садо, робитаи телефонӣ ва г. истифодаи бурда мешавад.



Расми 34.

Кори микрофони электродинамикӣ ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст. Сохти микрофони электромагнитӣ чунин аст:

Пардаи полистиролии тунуки 2 ё варақаи алмюминӣ бо ғалтаки савтии 1 (аз сими борик) сахт маҳкам карда шудааст (рас. 34); ин ғалтак дар фосилаи ҳалқашакли магнити доимии пурзӯри 3 ҷой дода шудааст; хатҳои индуксияи магнитӣ амудан ба ҳамвории печакҳои ғалтак равонаанд.

Мавҷи садо пардаи полистиролӣ ва галтаки бо он алоқамандро ба лаппиш медарорад. Печакҳои галтак дар майдони магнитӣ ҳаракат мекунанд ва дар онҳо ҚЭҲ-и индуксия ба вуҷуд меояд. Дар натиҷа дар нӯгҳои ғалтак шиддати тағйирёбандае ҳосил мешавад, ки ҷараёни электрикиро дар занҷири микрофон лаппиш медиҳад. Ин лаппишҳоро тақвият дода, ба занҷири баландгӯяк равона карда ё онҳоро дар тасмаи магнитофон сабт кардан мумкин аст.

Микрофонҳои электродинамикӣ сохти содда доранд, камҳаҷм ва бобақоанд. Дар дастгоҳҳои телефонии истифодашаванда бошад, аксаран микрофонҳои ангиштӣ истифода бурда мешаванд, зеро онҳо бо вуҷуди начандон мукаммал буданашон арзонанд. Лаппишпардаи ингуна микрофон ба хокаи ангишт таъсир оварда, дар он фишоришҳо ва тунукиҳо ба вуҷуд меоварад – дар натиҷа муқовимати хока ва қувваи ҷараёни дар занҷири микрофон ҷоришаванда тағйир меёбанд. Микрофонҳои навъи дигар низ истифода мешаванд.

1. ***Сохти микрофони электромагнитӣ чӣ гуна аст?***

2. ***Оё ба сифати қисми ҳассоси микрофон яке аз рӯяҳои конденсатореро, ки бо таъсири мавҷи садо лаппиш хӯрда метавонад, истифода кардан мумкин аст?***

§ 7. ХУДИНДУКСИЯ. ИНДУКТИВИЯТ

Агар аз занҷири ғалтак ҷараёни тағйирёбанда ҷорӣ бошад, сели магнитии аз галтак гузаранда тағйир меёбад. бинобар ин дар худи ҳамон ноқиле, ки аз он ҷараёни тағйирёбанда ҷорист, ҚЭҲ-и индуксия ба вуҷуд меояд. Ин ҳодиса худиндуксия ном дорад.

Ҳангоми рӯй додани ҳодисаи худиндуксия контури ноқил ду вазифа дорад: ҳам аз тариқи он ҷараёни индуксия

офаранда ҷорӣ мешавад ва ҳам дар он ҚЭҲ-и индуксия ба вуҷуд меояд. Аз рӯи қоидаи Ленс дар лаҳзаи афзоиши ҷараён шидати майдони электрикии тӯфонӣ муқобили ҷараён самт дорад. Пас, дар ин лаҳза майдони электрикии тӯфонӣ монеъи афзоиши ҷараён мегардад ва баръакс, ҳангоми кам шудани ҷараён майдони тӯфонӣ онро «дастгирӣ» мекунад.

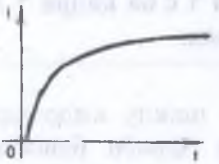
Ин боиси он мегардад, ки ҳангоми пайвастани занҷири дорои манбаи ҚЭҲ-и доимӣ қимати муайяни қувваи ҷараён на якбора, балки (бо мурури вақт) тадриҷан муқаррар мешавад (рас. 35). Аз тарафи дигар, ҳангоми кандани занҷир ҷараён дар контурҳои сарбаст якбора қатъ намегардад. ҚЭҲ-и дар ин маврид пайдошавандаи худиндуксия назар ба ҚЭҲ-и манба зиёдтар буда метавонад, зеро ҳангоми кандани манба тағйироти ҷараён ва майдони магнитӣ зуд рӯй медиҳад.

Ҳодисаи худиндуксияро дар таҷрибаҳои соддае мушоҳида кардан мумкин аст. Дар рас. 36 тарҳи пайвасти параллелии ду лампаи якхела оварда шудааст. Якеи онҳо ба манба ба воситаи муқовимати R ва лампаи дуюм пай дар пай бо ғалтаки L (ки дилаки оҳанин дорад) пайвастанд.

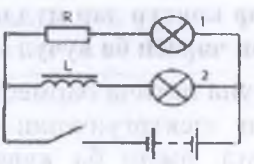
Баъди васл кардани калид лампаи аввал тезтар фурӯзон мешаваду лампаи дуюм қадре дертар. Сабаб ин аст, ки дар занҷири ин лампа ҚЭҲ-и худиндуксия қимати зиёд дорад ва аз ин рӯ қувваи ҷараён то қимати зиёдтарини худ на якбора мерасад.

Ҳодисаи ҳангоми кандани занҷир пайдо шудани ҚЭҲ-и худиндуксияро дар таҷрибаи дар рас. 37 тасвирёфта мушоҳида кардан осон аст. Дар натиҷаи кандани калид дар ғалтак ҚЭҲ-и худиндуксияе ба вуҷуд меояд, ки ба ҷараёни ибтидоӣ зам шуда, онро зиёд мекунад. Бинобар ин дар лаҳзаи кандани калид аз галванометр ҷараёне ҷорӣ мегардад (тирчаи сурх), ки муқобили ҷараёни занҷир (тирчаи сиёҳ) равона аст. Қувваи ҷараёни ҳангоми кандани калид пайдошаванда назар ба қувваи ҷараёне, ки аз галванометр дар мавриди баста будани калид ҷорӣ мешавад, зиёд буда метавонад. Ин чунин маъно дорад, ки ҚЭҲ-и худиндуксия назар ба ҚЭҲ- и батареяи элементҳо зиёд буда метавонад.

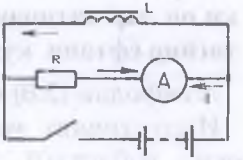
Ҳодисаи худиндуксия ба ҳодисаи механикии инерсия монандӣ дорад. Ҳодисаи инерсия боиси он мегардад, ки ҷисм бо таъсири ин ё он қувва ба ин ё он қимати суръат на якбора, балки тадриҷан соҳиб мешавад. Мисли ҳамин, ҷисми



Расми 35.



Расми 36.



Расми 37.

ҳаракаткунандаро бо вуҷуди истифода кардани ҳаргуна қувваи зиёд якбора нигоҳ доштан имкон надорад (барои ин вақти муайян зарур аст). Айнан ҳамин тавр ҳангоми пайвастани занҷир қувваи ҷараён ба ин ё он қимати худ на якбора, балки баъди муддате мерасад, яъне мо баробари аз занҷир ҷудо кардани манбаи ҷараён якбора ҷараёнро нест карда наметавонем, зеро ба сабаби мавҷудияти ҳодисаи худиндуксия ҷараён дар занҷир баъди кандани манба низ як муддати вақт боқӣ мемонад.

Инчунин барои зиёд кардани суръати ҳаракати ҷисм мувофиқи қонунҳои механика кор иҷро кардан лозим аст. Ҳангоми тормоз хӯрдан бошад, худи ҷисм кор иҷро мекунад. Мисли ҳамин, барои дар занҷир ба вуҷуд овардани ҷараён муқобили майдони электрикии тӯфонӣ кор иҷро кардан зарур аст, вале ҳангоми қатъ гардидани ҷараён ин майдон кори мусбат иҷро мекунад.

Индуктивият. Модули В-и вектори индуксияи майдони магнитии офаридаи ҷараён ба қувваи ҷараён мутаносиб мебошад. Азбаски сели магнитӣ Ф ба В мутаносиб аст:

Бинобарин метавон гуфт, ки

$$\Phi = LI \qquad (2.7)$$

мебошад, ки ин ҷо L- коэффитсенти мутаносибии байни ҷараёни контурӣ ва сели магнитиест, ки аз тариқи контур мегузарад. Бузургии L - индуктивияти контур ё худ коэфитсенти худиндуксияи контур ном дорад.

Дар асоси қонуни индуксияи электромагнитӣ ва ифодаи (2.7) ингуна таносуб ҳосил кардан мумкин аст:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L\Delta I/\Delta t \qquad (2.8)$$

ба шарте ки шакли контур бетағйир монад ва сели магнитӣ танҳо аз ҳисоби тағйироти қувваи ҷараён тағйир ёбад.

Индуктивият ададан ба ҚЭҲ- и худиндуксияе баробар аст, ки он дар натиҷаи дар контур дар муддати 1 с ба қадри 1 А тағйир ёфтани қувваи ҷараён ба вуҷуд меояд.

Аз ифодаи (2.8) инғуна натиҷа бармеояд:

Индуктивият мисли электргунҷоиш ба шаклу андозаҳои ноқил вобастагӣ дорад, аммо ба қувваи ҷараён бевосита вобаста нест. Индуктивият гайр аз омилҳои геометрӣ ба хосиятҳои магнитии муҳите низ вобастагӣ дорад, ки ноқил дар он воқеъ гаштааст.

Воҳиди индуктивият дар системаи СИ генрӣ ном гирифтааст (ба шарафи олими америкой Ҷ. Ҳенри) ва бо Ҳн ишорат мешавад. Ноқиле соҳиби индуктивияти 1 Ҳн мебошад, ки дар он ҳангоми дар муддати 1 с ба қадри 1 А тағйир ёфтани қувваи ҷараён ҚЭҲ-и худиндуксияи 1 В ба вуҷуд ояд:

$$1\ Хн = \frac{1B}{1\frac{A}{c}} = 1\frac{B.c}{A}$$

1. *Ҳодисаи худиндуксия чӣ маънӣ дорад*?
2. *Хатҳои шадидияти майдони электрикии туфонӣ нисбат ба равиши ҷараёни дар ноқил ҷоришаванда ҳангоми зиёду кам шудани қувваи ҷараён чигуна самт мегиранд*?
3. *Чигуна бузургиро индуктивияти ноқил меноманд*?
4. *Ба сифати воҳиди индуктивият чигуна бузургӣ қабул шудааст*?
5. *ҚЭҲ- и худиндуксия ба чӣ баробар аст*?

§ 8. ЭНЕРГИЯИ МАЙДОНИ МАГНИТИИ ҶАРАЁН

Мувофиқи қонуни бақои энергия энергияи майдони магнитии офаридаи ҷараёни электрикӣ ба энергияе баробар аст, ки онро манбаи ҷараён (батареяи галванӣ, генератори маркази барқ ва г.) барои офариниши ҷараён сарф мекунад. Ҳангоми қатъ гардондани ҷараён ин энергия дар ин ё он шакл хориҷ мешавад.

Биёед аввал фахмем, ки барои офариниши ҷараён энергия сарф кардан, яъне кор иҷро кардан чӣ зарурат дорад? Шарҳ ин аст: ҳангоми пайвастани занҷир, вақте ки ҷараён меафзояд, дар ноқил майдони электрикии тӯфоние пайдо мешавад, ки зидди майдони электрикии дар ноқил офаридаи манбаи ҷараён амал мекунад. Барои ба вуҷуд овардани ҷараёни

қувваш I манбаи ҷараён бояд муқобили қувваҳои майдони тӯфонӣ кор ичро кунад. Ин энергия барои зиёд кардани энергияи майдони магнитии ҷараён сарф мешавад ва майдони тӯфонӣ кори мусбат ичро мекунад. Энергияи захирашудаи ҷараён хориҷ мегардад.

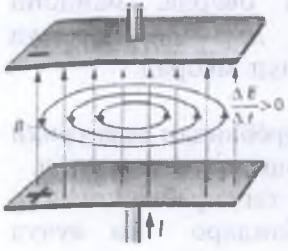
Агар худиндуксия монанди хосияти инерсияи механикии ҷисм бошад, индуктивият дар тавлиди ҷараён бояд ҳамонгуна мақом дошта бошад, ки масса ҳангоми афзудани суръати ҷисм дар механика дорад. Мақоми суръати ҷисмро дар электродинамика қувваи ҷараён I (чун бузургии тавсифдиҳандаи ҳаракати зарядҳои электрикӣ) мебозад. Бинобарин энергияи ҷараён W -ро ба энергияи кинетикии ҷисм дар механика $\frac{mv^2}{2}$ монанд карда ин тавр навиштан мумкин аст:

$$W_к = \frac{LI^2}{2} \qquad (2.9)$$

Ҳамин тариқ, энергияи ҷараён (2.9) ба воситаи характеристикаи геометрии ноқил L ва қувваи ҷараёни аз он ҷоришаванда I ифода карда шудааст. Аммо худи ҳамин энергияро ба воситаи тавсифоти майдон низ ифода кардан мумкин аст. Ҳисобкуниҳо нишон медиҳад, ки зичии энергияи майдони магнитӣ (яъне энергияи воҳиди ҳаҷм) ба квадрати индуксияи магнитӣ мутаносиб аст, мисли он ки зичии энергияи майдони электрикӣ ба квадрати шиддати майдони электрикӣ мутаносиб мебошад.

1. ***Барои ба вуҷуд овардани ҷараёни манба бояд энергия сарф намояд? Чаро?***
2. ***Энергияи ҷараёни электрикӣ ба чӣ баробар аст?***

§ 9. МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ



Расми 38.

Максвелл ҳангоми таҳқиқи хосиятҳои майдони электромагнитӣ чунин саволро ба миён гузошт: модом ки майдони магнитии тағйирёбанда майдони электрикиро ба вуҷуд оварда тавонад, пас магар майдони электрикии тағйирёбанда дар навбати худ майдони магнитиро ба вуҷуд оварда наметавонад? Ҳамин мулоҳиза

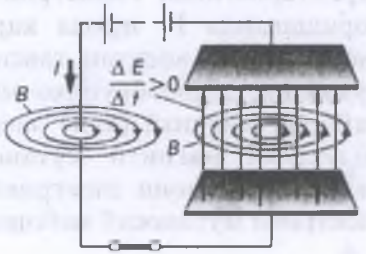
бунёди фарзияи Максвеллро ташкил медиҳад. Максвелл тахмин кард, ки инчуна ҳодиса бояд воқеӣ бошад. Дар ҳама мавридҳое, ки майдони электрикӣ бо мурури замон тағйир меёбад, майдони магнитиро ба вуҷуд меоварад.

Хатҳои индуксияи магнитии ин майдон хатҳои шиддати майдони электрикиро фаро мегиранд, мисли он ки хатҳои шидати майдони электрикӣ хатҳои индуксияи магнитии тағйирёбандаро фаро мегиранд.

Аммо ҳангоми афзудани шиддати майдони электрикӣ самти вектори индуксияи майдони магнитии дар ин маврид пайдошаванда B бо самти вектори E винти росттоб ташкил медиҳад.

Ҳангоми кам шудани шиддати майдони электрикӣ самти вектори индуксияи магнитӣ B бо самти вектори E винти чаптоб ташкил медиҳад.

Мувофиқи фарзияи Максвелл майдони магнитиро ҳангоми заряднок кардани конденсатор баъди пайваст кардани занҷир на танҳо ҷараёне, ки дар ноқил ҷорист ба вуҷуд меорад, балки майдони электрикии фазои байни рӯяҳои конденсатор низ ба вуҷуд оварда метавонад.



Расми 39.

Майдони электрикии тағйирёбанда ҳамон гуна майдони магнитӣ ба вуҷуд меоварад, ки дар мавриди дар байни рӯяҳои конденсатор ҷорӣ будани ҷараёни электрикии монанди ҷараёни электрикии дар ноқил ҷоришаванда пайдо мешавад. Кашфи таҷрибавии мавҷҳои электромагнитӣ дурустии фарзияи Максвеллро тасдиқ кард. Яъне, майдони магнитии тағйирёбанда майдони электрикии тағйирёбандаро ба вуҷуд оварда, майдони электрикии тағйирёбандаи пайдошуда дар навбати худ майдони магнитии тағйирёбандаро ба вуҷуд меорад.

Майдони электромагнитӣ.

Маълум гардид, ки майдонҳои тағйирёбандаи электрикӣ ва магнитӣ ҷудо-ҷудо аз якдигар вуҷуд дошта наметавонанд.

То он лаҳзае, ки майдони электрикии тағйирёбанда пайдо нашавад, майдони магнитии тағйирёбандаро ба вуҷуд

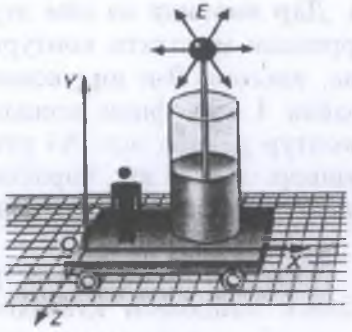
овардан имкон надорад ва баръакс, майдони электрикии тағйирёбанда бе ҳамингуна майдони магнитӣ вуҷуд дошта наметавонад.

Максвелл ба таври назариявӣ исбот намуд,ки майдонҳои электрикию магнитӣ бе якдигар вуҷуд дошта наметавонад.

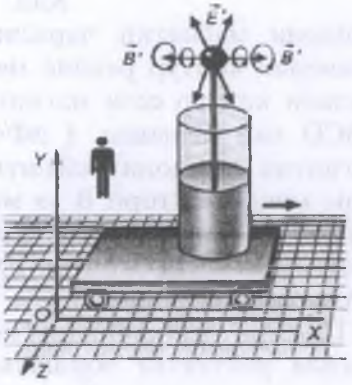
Маҷмӯи майдони тағйирёбандаи электрикӣ ва майдони тағйирёбандаи магнитии ба он бефосиларо майдони электромагнитӣ меноманд.

Майдони электрикӣ бе майдони магнитӣ ё майдони магнитӣ бе майдони электрикӣ танҳо нисбат ба системаи сарҳисоби муайян вуҷуд дошта метавонанд. Чунончи, зарраи электрноки қарор танҳо майдони электрикӣ ба вуҷуд оварда метавонад. Вале мо бояд онро ба эътибор гирем, ки он зарра нисбат ба системаи муайяни сарҳисоб қарор аст. Аммо нисбат ба системаҳои сарҳисоби дигар метавонад дар ҳаракат бошад ва аз ин рӯ, майдони магнитӣ ҳам ба вуҷуд биёрад.

Айнан ҳамин тавр, дар системаи сарҳисоби алоқаманд бо магнит танҳо майдони магнитӣ зоҳир мегардад. Аммо мушоҳиде,ки нисбат ба магнит дар ҳаракат аст, майдони электрикиро низ ошкор карда метавонад. Дар системаи сарҳисоби нисбат ба магнит ҳаракаткунанда майдони магнитӣ бо мурури замон ба қадри ба магнит наздик шудани мушоҳид (ё аз магнит дур шудани ӯ) тағйир меёбад. майдони магнитии (нисбат ба вақт) тағйирёбанда бошад, майдони электрикии тӯфониро ба вуҷуд меоварад.



Расми 40.



Расми 41.

Пас, он фикр, ки дар ин ё он нуқтаи фазо танҳо майдони электрикӣ ё танҳо майдони магнитӣ вуҷуд дошта метавонад,

агар нагӯем, ки он майдонҳо нисбат ба кадом системаҳои сарҳисоб муойина мешаванд, фикри бемаънӣ мебуд. Вуҷуд надоштани майдони электрикӣ дар системаи сарҳисоби дорои магнити қарор ҳаргиз онгуна маънӣ надорад, ки гӯё майдони электрикӣ вуҷуд надошта бошад.

Мавҷудияти ин майдонро нисбат ба ҳар гуна системаи сарҳисоби нисбат ба магнит ҳаракаткунанда ошкор сохтан мумкин аст.

Майдонҳои электрикӣ ва магнитӣ ҳарду якҷоя зуҳуроти як майдони том – майдони электромагнитӣ мебошанд.

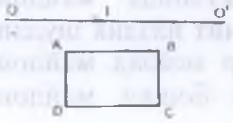
1. ***Майдони магнитӣ дар натиҷаи чигуна рӯйдодҳо ба вуҷуд меояд?***

2. ***Агар гӯем, ки дар ин ё он нуқтаи фазо танҳо майдони электрикӣ ё танҳо майдони магнитӣ вуҷуд дорад, сухани мо саҳеҳ ва муайян нахоҳад буд. Сабаби ин дар чист?***

3. ***Чиро майдони электромагнитӣ меноманд?***

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Контури росткунҷаи ABCD дар майдони магнитии ҷараёне, ки дар ноқили рости дароз ҷорист, сӯи пеш мекӯчад.



Расми 42.

Самти ҷараёни дар контур индуксияшударо барои мавриди аз сим (ноқил) дур шудани контур муайян кунед(рас.42). Ба контур чигуна қувваҳо таъсир мерасонанд?

Ҳал. Вектори В-и индуксияи магнитии майдони магнитии ҷараёни I аз ҷониби мо амудан сӯи ҳамвории контур равона мебошад. Дар мавриди аз сим дур шудани контур сели магнитии бурраидаи масоҳати контури ABCD кам мешавад ($\Delta\Phi<0$). Пас, вектори В-и индуксияи магнитии майдони магнитии ҷараёни I мувофиқи қоидаи Ленс мисли вектори В аз мо сӯи контур равона аст. Аз рӯи қоидаи пармача фаҳмидан душвор нест, ки ҷараёни индуксионии дар контур пайдошаванда ба рафти ақрабаки соат равона мебошад.

Таъсири мутақобили ҷараёни контур бо ҷараёни дар ноқили ростхатта ҷоришаванда боиси пайдоиши қувваҳое мегардад, ки онҳо ба ноқилҳои контур таъсир мекунанд. Қоидаи дасти чапро истифода карда, дидан мумкин аст, ки ин қувваҳо аввалан масоҳати рамкаро зиёд карданӣ шуда,

рамкаро кашида дароз мекунанд ва баъд қувваи натиҷавие ба вуҷуд меоранд, ки сӯи ноқили рост самт дорад. Ҳарду таъсирот «мекӯшанд», ки монеи кам шудани сели магнитии контури бурранда бошанд.

2. Ҳалқаи фавқулноқилӣ дар майдони магнитии якҷинсае воқеъ аст, ки индуксияи он аз сифр то B меафзояд. Хатҳои индуксияи майдон сӯи ҳамвории ҳалқа амудан равонанд. Қувваи ҷараёни индуксиониеро ёбед, ки дар ҳалқа ба вуҷуд меояд. Радиуси ҳалқаро баробари r ғиреду индуктивияти онро L.

Ҳал. Азбаски муқовимати ҳалқа баробари сифр аст, пас, қувваи электрҳаракатдиҳанда низ дар он бояд сифрӣ бошад.

Дар акси ҳол мувофиқи қонуни Ом қувваи ҷараён дар ҳалқа беандоза зиёд мебуд. Пас, тағйироти сели магнитии майдони магнитии берунаи модулан баробари тағйироти сели офаридаи ҷараёни индуксионӣ мебошад(вале аломати ба он муқобил дорад): $\Delta\Phi=L\Delta I$. Азбаски дар ин маврид сели Φ_0 аз 0 то πr^2B_0 меафзояду ҷараёни индуксионӣ аз 0 то I тағйир меёбад, пас $\pi r^2B_0 = LI$ хоҳад буд, ки аз ин ҷо:

$$I = \frac{1}{L}\pi r^2 B_0$$

3. Ҳанғоми мунтаззам тағйирёбии қувваи ҷараён аз 1 то 6 А дар муддати 1 с дар ғалтак ҚЭҲи худиндуксияи 50 В ба вуҷуд меояд. Индуктивнокии ғалтак ба чӣ баробар аст?

Д.ш.а.

$I_1 = 1$ А

$I_2 = 6$ А

$\Delta t = 0{,}1$ с

$\varepsilon = 50$ В

L - ?

Ҳал: Барои ҳалли масъала формулаи аломандии ҚЭҲи худиндуксия бо индуктивнокии ғалтак L ва суръати тағйирёбии қувваи ҷараёнро истифода мебарем:

$\varepsilon = L.\Delta I/\Delta t$ аз ин ҷо $L = \varepsilon .\Delta t/\Delta I$

$L = 50.0{,}1/5 = 1$ Ҳн

МАШҚИ 2

1. Агар ҳангоми 5А будани қувваи ҷараён аз соленоид 50мВб сели магнитӣ гузарад, индуктивияти он чанд мешавад?

(*Ҷавоб*: 10 *МГн*)

2. Дар кадом мавриди зерин лаппиши акрабаки асбоби магнитоэлектрикӣ зудтар хомӯш мегардад: вақте ки ноқилҳои

интиҳоии асбоб бо якдигар кӯтоҳ пайваст бошанд ё аз ҳам ҷудо бошанд?

3. Сели магнитие, ки ба контури ноқили муқовиматаш 0,03 Ом мезанад, дар тӯли 2с ба қадри 0,012 Вб тағйир ёфт. Тағйироти селро доимӣ гуфта, қувваи ҷараёни дар ноқил ҷоришавандаро ёбед.

(*Ҷавоб*: 0,2 *А*)

4. Қувваи ҷараён дар галтаки дорои индуктивияти 0,15 Гн ва муқовимати бисёр ками r баробари 4 А аст. Ба ғалтак резистори муқовиматаш R>r параллел пайваст карда шудааст. Агар манбаи ҷараён аз занҷир якбора канда шавад, дар галтак ва дар резистор чи қадар гармо хориҷ мегардад?

(*Ҷавоб*: 0,15 *В*)

5. Аз ғалтак ҷараёни 10 А ҷорӣ шуда истодааст. Ҳангоми чӣ гуна индуктивияти галтак энергияи майдони магнитии он ба 6 Ҷ баробар мешавад?

(*Ҷавоб*: 1,2 *Ҷ*)

6. Энергияи майдони магнитии соленоидро ёбед, ки ҳангоми 10А будани қувваи ҷараёнаш дар он 0,5 Вб сели магнитӣ пайдо мешавад.

(*Ҷавоб: 2,5 Ҷ)*

7. Индуктивнокии соленоид чӣ гуна аст, агар ҳангоми қувваи ҷараён 5 А будан аз он сели магнитии 50 мВб гузарад?

(*Ҷавоб*: 10 *мГн*)

8. Энергияи майдони магнитии галтакро муайян кунед,агар индуктивнокии он ба 0,20 Гн, қувваи ҷараён ба 12 А баробар бошад? (*Ҷавоб*: 14Ҷ)

ХУЛОСАҲОИ БОБИ II

Дар контури сарбаст дар натиҷаи тағйироти сели магнитии ба сатҳи фарогирифтаи контур зананда ҚЭҲ-и индуксия ба вуҷуд меояд. Кори генераторҳое. ки бо ёрии онҳо ҷараёни электрикӣ истеҳсол мекунанд, ба ҳамин ҳодиса асос ёфтааст. Мувофиқи қонуни индуксияи электромагнитӣ дар контури сарбаст ҚЭҲи индуксия ба суръати бо аломати «минус» гирифташудаи тағйироти сели магнитӣ баробар мебошад.

Ҳангоми рӯй додани ҳодисаи худиндуксия майдони магнитии тағйирёбанда ҚЭҲ-и индуксионiро дар ноқиле, ки дар он худи ҷараёни индуксиякунанда ҷорист, индуксия

мекунад. ҚЭҲ-и худиндуксия ба суръати тағйироти қувваи ҷараён дар ноқил мутаносиб мебошад.

Индуктивият ба шаклу андозаҳои ноқил ва ба хосиятҳои муҳити мавҷудияти ноқил вобастагӣ дорад. Ба сифати воҳиди индуктивият ҳенрӣ (Ҳн) қабул шудааст.

Энергияи майдони магнитии ҷараён баробари корест, ки онро манба барои ба вуҷуд овардани ҳамин ҷараён иҷро менамояд.

Максвелл аз таҳлили ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ хулоса баровард, ки майдони электрикии тӯфонӣ зодаи майдони магнитии тағйирёбанда мебошад. Инчунин тахмин кард, ки майдони электрикии тағйирёбанда дар навбати худ майдони магнитии тӯфонӣ ба вуҷуд оварда метавонад.

Боби III. ЛАППИШҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

§ 1. ЛАППИШҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТИИ ОЗОД ВА МАҶБУРӢ

Лаппишҳои механикиро ба вуҷуд овардан осон аст, он тавр, ки мо ҷисмеро ба пружина овехта, онро лаппиш медиҳем. Вале мушоҳидаи лаппишҳои электромагнитӣ чандон осон нест, зеро мо на рафти заряднок шудани конденсаторро дида метавонему на ҷараёни электрикии дар ғалтак ҷоришавандаро.



Расми 43.

Рӯяҳои банкаи лейдениро ба воситаи ғалтаки симин ба ҳам пайваста, мушоҳида намудан мумкин аст, ки симҳои пӯлодини даруни галтак магнитнок мешаванд, зеро ҷараёни электрикӣ дилаки пӯлодинро магнитнок мекунад. Ҳангоми ба воситаи ғалтак безаряд шудани конденсатор лаппишҳои электромагнитӣ рӯй медиҳад. Дар ин муддат конденсатор чандин бор зарядноку безаряд мешавад ва ҷараён борҳо самти худро тағйир медиҳад. Ба ҳамин сабаб дилак ба тарзҳои гуногун магнитнок шуда метавонад.

Тағйироти даврии заряд, қувваи ҷараён ва шиддатро лаппиши электромагнитӣ мегӯянд.

Ин лаппишҳо одатан бо басомади назар ба басомадҳои лаппишҳои механикӣ хеле зиёд рӯй медиҳанд. Бинобар ин

бехтарин воситаи мушоҳида ва таҳқиқи онҳо осциллографи электронӣ мебошад (расми 43).

Дар найчаи электроншуои осциллограф дастаи борики электронҳо ба экране мезанад, ки он бо таъсири электронҳо нур меафканад.

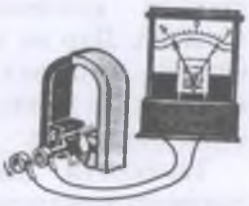


Расми 44.

Ба лавҳаҳои уфуқимайлдиҳандаи найча шиддати тағйирёбандаи «аррашакл» (рас.44), ки вазифаи густаришдиҳандагӣ дорад, дода мешавад. Ин шиддат нисбатан оҳиста меафзояд, аммо зуд кам мешавад. Майдони электрикии байни лавҳаҳо шуои электрониро маҷбур месозад, ки экранро дар самти уфуқӣ бо суръати доимӣ паймояд ва баъд ақиб гардад. Агар лавҳаҳои амудӣ майлдиҳандаи найча ба конденсатор пайваста шаванд, он гоҳ пасту баланд шудани шиддат ҳангоми разряд шудани конденсатор дастаи электрониро лаппиш медиҳад. Дар натиҷа дар экран лаппишҳои дастаи электронӣ ҳосил мешавад (рас.43), мисли он, ки раққосаки қаламдор дар рӯи варақи коғаз мекашад. Ҳамагуна лаппиш бо мурури замон хомӯш мешавад. Ин лаппишҳо лаппишҳои озоданд. Заряднок шудани конденсатор монанди он аст, ки гӯё мо раққосакро аз мавқеъи мувозинат ин ё он сӯ майл дода бошем.

Дар занҷири электрикӣ ҳосил кардани лаппишҳои маҷбурӣ низ душвор нест. Лаппишҳоеро лаппиши маҷбурӣ меноманд, ки дар занҷир бо таъсири қувваи электрҳаракатдиҳандаи даврии беруна ба вуҷуд меоянд.

ҚЭҲ-и тағйирёбанда, масалан, дар рамкаи симини иборат аз якчанд печ ҳангоми дар майдони магнитӣ гардиш хӯрдани он пайдо мешавад Пайдоиши ҚЭҲ-и индуксия дар ин маврид заминаи зайл дорад: ба электронҳои ҳамроҳи ноқилҳои рамка ҳаракаткунанда аз тарафи майдони магнитӣ таъсир мерасад. Ин таъсирот электронҳоро ба қади ноқил ҳаракат медиҳад (мекӯчонад) (рас. 45).



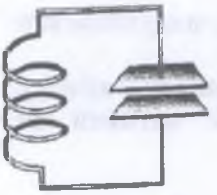
Расми 45.

Азбаски сели магнити ба рамка зананда ба таври даврӣ тағйир меёбад, пас, мувофиқи қонуни индуксияи электромагнитӣ ҚЭҲ-и индуксия низ ба таври даврӣ тағйир

меёбад. Дар мавриди сарбаст кардани занҷир ҚЭҲ-и тағйирёбанда ҷараёни тағйирёбанда ба вуҷуд меорад ва акрабаки галванометр дар назди мавқеи мувозинат лаппиш мехӯрад.

1. ***Чиро лаппиши электромагнитӣ мегӯянд?***
2. ***Тафовути лаппишҳои электромагнитии озод ва маҷбурӣ дар чист?***

§ 2. МУБАДДАЛШАВИИ ЭНЕРГИЯ ДАР КОНТУРИ ЛАППИШ



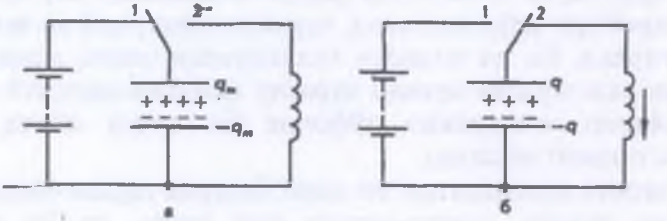
Расми 46.

Соддатарин системае, ки дар он лаппишҳои электромагнитии озод рӯй дода метавонанд, аз конденсатор ва як ғалтаке иборат аст, ки ба рӯяҳои конденсатор пайваст шудааст (рас. 46). Ингуна система контури лаппиш ном гирифтааст.

Биёед бинем, ки лаппишҳо дар ин ё он контур ба чӣ сабаб рӯй медиҳанд. Конденсаторро муддате ба манбаи ҷараён пайваста, онро заряднок мекунем (рас. 47,а).

Дар ин маврид конденсатор ин қадар энергия мегирад:

$$W_p = \frac{q2}{2C} \qquad (3.1)$$



Расми 47.

ки ин ҷо q_m - заряди конденсатор асту C – гунҷоиши электрикии он. Он гоҳ дар байни рӯяҳои конденсатор фарқи потенсиалҳои U_m - ба вуҷуд меояд.

Калидро ба ҳолати 2 мегардонем (рас. 47.б). он гоҳ конденсатор безаряд шудан мегирад. Дар натиҷа дар занҷир ҷараёни электрикӣ ба вуҷуд меояд. Қувваи ин ҷараён на якбора ба қимати зиёдтарини худ мерасад, балки оҳиста-

оҳиста меафзояд. Сабаби ин дар мавҷудияти ҳодисаи худиндуксия аст. Баробари пайдоиши ҷараён майдони магнитии тағйирёбанда низ ба вуҷуд меояд. Ин майдон дар ноқил майдони электрикии тӯфонӣ ба вуҷуд меоварад. Ба қадри безаряд шудани конденсатор энергияи майдони электрикӣ кам мешавад, вале дар айни ҳол энергияи майдони магнитии ҷараён меафзояд ва ин энергия ин тавр ёфта мешавад:

$$W_к = \frac{Li^2}{2} \qquad (3.2)$$

ин ҷо i - қувваи ҷараёни тағйирёбанда асту L-индуктивияти галтак.

Энергияи пурраи майдони электромагнитии контур баробари ҳосили ҷамъи энергияи майдони магнитӣ ва энергияи майдони электрикист:

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} \qquad (3.3)$$

Дар лаҳзаи комилан безаряд шудани конденсатор энергияи майдони электрикӣ баробари сифр, вале энергияи майдони магнитии ҷараён мувофиқи қонуни бақои энергия зиёд мешавад. Дар ин лаҳза қувваи ҷараён низ ба қимати зиёдтарини худ мерасад.

Бо вуҷуди он ки то ин лаҳза фарқи потенсиалҳо дар нӯгҳои ғалтак баробари сифр мешавад, ҷараёни электрикӣ на якбора қатъ мегардад. Ба ин ҳодисаи худиндуксия монеъ мешавад. Ҳамин ки кам шудани қувваи ҷараёну майдони магнитӣ огоз ёфт, майдони электрикии тӯфоние ба вуҷуд меояд, ки ҷараёнро тақвият медиҳад.

Дар натиҷа конденсатор то даме безаряд шудан мегирад, ки қувваи ҷараён оҳиста-оҳиста кам шуда, то ба сифр нарасад. Дар ин лаҳза энергияи майдони магнитӣ низ сифрӣ мешавад, вале энергияи майдони электрикии конденсатор боз қимати зиёдтарин мегирад.

Баъди ин конденсатор аз сари нав заряднок шудан мегирад ва система ба ҳолати ибтидоӣ бозмегардад. Агар талафи энергия вуҷуд намедошт, ин падида муддатҳо идома меёфт, яъне лаппишҳои электрикӣ хамӯшнашаванда мебуданд ва пас аз ҳар як даври лаппиш ҳолати система айнан такрор мешуд. Энергияи пурра дар ин маврид бақо медошт ва қимати он дар

ҳар лаҳзаи вақт ба энергияи зиёдтарини майдони электрикӣ ё ба энергияи зиёдтарини майдони магнитӣ баробар мебуд:

$$W=\frac{Li^2}{2}+\frac{q^2}{2C}=\frac{q_m^2}{2C}=\frac{Li_m^2}{2} \qquad (3.4)$$

Аммо дар асл талафи энергия ногузир аст, зеро ғалтак ва ноқилҳои пайвасткунанда соҳиби ин ё он муқовимат мебошанд. Ҳамин аст, ки энергияи майдони электромагнитии контур оҳиста-оҳиста ба энергияи дохилии ноқилҳо мубадал мешавад.

1. ***Оё шумо метавонед, ки як контури лаппиш созед?***

2. ***Энергияи контури лаппиш дар лаҳзаи дилхоҳи вақт ба чӣ баробар аст?***

§ 3. ШАБОҲАТИ БАЙНИ ЛАППИШҲОИ МЕХАНИКӢ ВА ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Лаппишҳои электромагнити дар контур пайдошаванда ба лаппишҳои механикии озод, масалан, ба лаппишҳои бори ба пружин овезон монандӣ доранд. Ин монандӣ на дар табиати худи ин бузургиҳост, ки ба таври даврӣ тағйир меёбанд, балки дар он аст, ки бузургиҳои гуногунтабиат даврӣ тағйирёбанда мебошанд.

Дар лаппишҳои механикӣ координати ҷисм x ва проексияи суръати он тағйир меёбанду дар лаппишҳои электромагнитӣ заряди конденсатор ба қувваи ҷараён дар занҷир. Монанд будани тағйироти бузургиҳои механикӣ ва электромагнитӣ онгуна замина дорад, ки шароитҳои пайдоиши лаппишҳои механикӣ ва электромагнитӣ ба якдигар шабоҳат доранд. Ҷисми ба пружин овезонро ба ҳолати мувозинат қувваи чандирие бармегардонад, ки он ба кӯчиши ҷисм аз мавқеъи мувозинат мутаносиб аст ва ин ҷо ба сифати коэффисенти мутаносибӣ сахтии пружин меояд. Разряди конденсатор (ё пайдоиши ҷараён) ба шиддати байни рӯяҳои конденсаторе, ки худ ба заряди q мутаносиб аст, вобаста мебошад. Ин ҷо коэффисенти мутаносибӣ бузургии чаппаи гунҷоиши конденсатор, яъне 1/C мебошад,

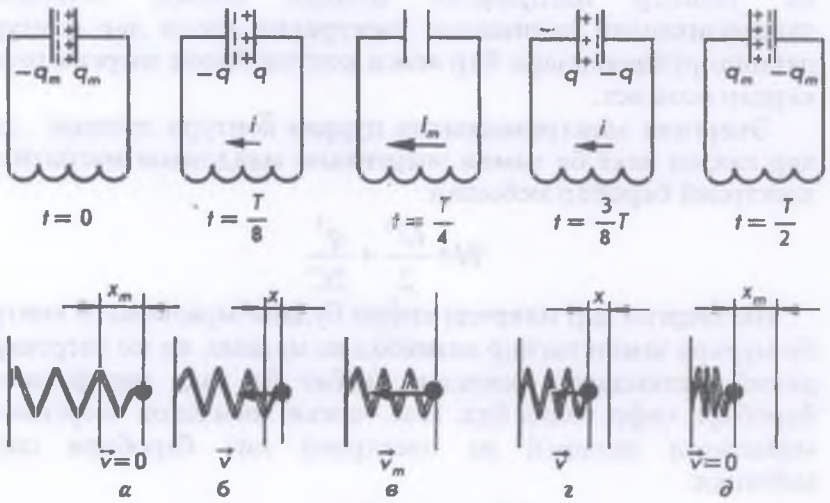
зеро $u=\frac{1}{C}q$ аст.

Бинобар сабаби мавҷуд будани инерсия ҷисм бо таъсири қувва суръати худро якбора зиёд карда наметавонад ва ҳангоми қатъ гардидани таъсири қувва низ суръати ҷисм якбора сифрӣ намешавад. Айнан ҳамин тавр ҷараёни электрикӣ дар ғалтак аз ҳисоби ҳодисаи худиндуксия бо таъсири шиддат оҳиста-оҳиста меафзояд ва ҳангоми ба қимати сифрӣ расонидани шиддат якбора нопадид намегардад. Индуктивияти контур L ин ҷо ҳамонгуна нақш мебозад, ки массаи ҷисм m дар механика дорад. Ба иборае дигар, ба энергияи кинетикии ҷисм $\frac{m\upsilon^2}{2}$ энергияи майдони магнитии ҷараён $\frac{Li^2}{2}$ мувофиқ меояд. Мисли ҳамин, аз ҳисоби энергияи ҷараёни электрикии батарей заряднок шудани конденсатор монанди он аст, ки ҷисми ба пружин овезон дар натиҷаи аз мавқеъи мувозинат ба қадри x_m кӯчондан соҳиби энергияи потенсиалии $\frac{k}{2}X^2$ мегардад (рас. 48, а;) дар ин расм мавқеъҳои мувозинат бо хатҳои амудии ранга ишорат шудаанд). Ин ифодаро бо энергияи конденсатор $\frac{q2}{2C}$ муқоиса карда, мебинем, ки сахтии пружина дар лаппиши механикӣ ҳамонгуна нақш мебозад, ки бузургии чаппаи гунҷоиш, яъне 1/C дар лаппишҳои электромагнитӣ дорад. Дар занҷири электрикӣ аз ҳисоби фарқи потенсиалҳо ба вуҷуд омадани ҷараёни i монанди дар системаи лаппандагӣ бо таъсири қувваи чандирии пружин суръати ϑ_2 гирифтани ҷисм мебошад (рас. 48, б).

Лаҳзае, ки конденсатор безаряд мешаваду қувваи ҷараён қимати зиёдтарин мегирад, мутобиқи мавридест, ки ҷисм аз мавқеъи мувозанат бо суръати зиёдтарин мегузарад (рас. 48, в).

Баъд рӯяҳои конденсатор боз тағйири заряд мекунанду ҷисми ба пружин овезон аз мавқеъи мувозинат сӯи чап мекӯчад (рас. 48, г). пас аз ним даври лаппиш конденсатор тағйири заряд мекунад ва қувваи ҷараён боз сифрӣ мешавад. Ин мутобиқи ҳолати дар мавқеи канори чап қарор гирифтани

ҷисми ба пружин овезон аст, яъне дар ин маврид суръати ҷисм сифрӣ мешавад (рас. 48, д).



Расми 48 .

Бузургии механикӣ	Бузургии электрикӣ
Координат x	Заряд q
Суръат ϑ	Қувваи ҷараён I
Масса m	Индуктивият L
Сахтии пружин k	Бузургии ҷаппаи ғунҷоиш 1/ C
Энергияи потенсиалӣ $\frac{k}{2}x^2$	Энергияи майдони электрикӣ $\frac{q2}{2C}$
Энергияи кинетикӣ $\frac{m}{2}\vartheta^2$	Энергияи майдони магнитӣ $L\frac{i^2}{2}$

Мутобиқати байни баъзе бузургиҳои механикӣ ва электрикии хоси лаппишҳо дар ҷадвал оварда шудааст.

1. ***Шумо дар байни лаппишҳои электромагнитии дар контур рӯйдиҳанда ва лаппишҳои рақҳосаки математикӣ монандиро мебинед?***

2. ***Дар контури лаппиш нақши сахтии пружинаро бозидани бузургии ҷаппаи ғунҷоиш (яъне 1/C) -ро шумо чӣ шарҳ медиҳед?***

§ 4. МУОДИЛАҲОИ ТАВСИФДИҲАНДАИ ЛАППИШИ ГАРМОНИКӢ

Контури лаппишеро дида мебароем, ки муқовимати онро ба эътибор нагирифтан мумкин бошад. Муодилаи тавсифдиҳандаи лаппишҳои электрикии озоди дар контури лаппиш рӯйдиҳандаро бар асоси қонуни бақои энергия ҳосил кардан осон аст.

Энергияи электромагнитии пурраи контури лаппиш дар ҳар лаҳзаи вақт ба ҷамъи энергияҳои майдонҳои магнитӣ ва электрикӣ баробар мебошад:

$$W=\frac{Li^2}{2}+\frac{q^2}{2C}$$

Ин энергия дар мавриди сифрӣ будани муқовимати контур бо мурури замон тағйир намеёбад ва модоме, ки мо энергияро доимӣ мепиндорем, ҳосилаи нисбат ба вақт гирифтаи он баробари сифр хоҳад буд. Пас, ҷамъи ҳосилаҳои энергияҳои майдонҳои магнитӣ ва электрикӣ низ баробари сифр мебошад:

$$\left(\frac{Li^2}{2}\right)'+\left(\frac{q^2}{2C}\right)'=0 \quad \text{ё худ}$$

$$\left(\frac{\mathbf{Li}^2}{2}\right)'=-\left(\frac{q^2}{2C}\right)' \qquad (3.5)$$

Аз муодилаи (3.5) маълум мегардад, ки суръати тағйироти энергияи майдони магнитӣ модулан баробари тағйироти энергияи майдони электрикӣ будааст. Аломати «минус» онро ифода мекунад, ки ҳангоми афзудани энергияи майдони электрикӣ энергияи майдони магнитӣ кам мешавад (ва баръакс). Бинобарин энергияи пурра тағйир намеёбад.

Ҳосилаи ҳарду тарафи муодилаи (3.5)-ро ёфта, ин тавр менависем:

$$\frac{L}{2}\cdot 2ii^1=-\frac{1}{2C}\cdot 2gg^1 \qquad (3.6).$$

Аммо ҳосилаи заряд қувваи ҷараёнро ифода мекунад:

$$i=Lim\frac{\Delta g}{\Delta t}=g^1 \qquad (3.7)$$

Бинобар ин муодилаи (3.6)-ро ин тавр навиштан мумкин аст:

$$Lii^{l} = -\frac{ig}{C} \qquad (3.8)$$

Ҳосилаи қувваи ҷараён ҳосилаи дуюми заряд, мисли он ки ҳосилаи суръат (яъне шитоб) ҳосилаи дуюми $i^{/} = q^{//}$ координат мебошад. Дар муодилаи (3.8) $i^{/} = q^{//}$ мегузорем ва тарафҳои чапу рости ин муодиларо ба Li тақсим карда, муодилаи асосии тавсифдиҳандаи лаппишҳои электромагнитии дар контури лаппиш рӯйдиҳандаро меёбем:

$$q^{//} = -\frac{1}{LC}q \qquad (3.9)$$

Муодилаи (3.9) гайри ишоратҳои дар он истифодашуда бо чизи дигаре аз муодилаи тавсифдиҳандаи лаппиши ҷисми ба пружин овезон фарқ намекунад, яъне дар мавриди дар муодилаи ифодакунандаи лаппишҳои механикӣ иваз кардани x ба q , $x^{//}$ ба $q^{//}$, k ба $\frac{1}{C}$ ва m ба L ҳамин формулаи (3.9) ҳосил мешавад.

1. ***Суръати тағйироти энергияи электрикӣ дар контур ба чӣ баробар аст?***

2. ***Суръати тағйироти энергияи магнитӣ дар контур ба чӣ баробар аст?***

§ 5. ЛАППИШҲОИ ГАРМОНИКӢ. АМПЛИТУДА, ДАВР ВА БАСОМАДИ ЛАППИШ.

Лаппишҳои гармоникӣ. Ҳосилаи дуюми заряд мувофиқи муодилаи (3.9) ба бузургии заряд мутаносиб мебошад, вале аломати ба он муқобил дорад.

Заряди электрикӣ бо мурури замон чӣ тавр тағйир меёбад? Шумо функсияҳои даврии синус ва косинусро медонед. Чунонки маълум аст ҳосилаи дуюми онҳо ба худи функсияҳо, яъне ба синус ё косинус, вале бо аломати акс мутаносиб мебошанд. Бинобар ин бо боварӣ гуфта метавонем, ки заряди электрикӣ (ё ҷараён) дар лаппишҳои озод бо мурури замон аз рӯи қонуни синус ё косинус тағйир меёбад.

Тағйироти даврии ин ё он бузургии физикиро дар мавриди аз рӯи қонуни синус ё косинус рӯй додани он лаппиши гармоникӣ мегӯянд.

Ҷисми ба пружин овезон ё рақосаки математикӣ лаппиши гармоникӣ мекунанд, зеро муодилаи ҳаракати онҳо ба муодилаи (3 .9) монанд мебошад.

Амплитудаи лаппиш. Яке аз бузургиҳои муҳими лаппишро тавсифдиҳанда амплитудаи лаппиш мебошад. Амплитудаи лаппиши гармоникӣ гуфта модули қимати зиёдтарини бузургии лаппишро мефаҳманд. Ингуна модул модули заряди электрикӣ ё ҳаргуна бузургии дигари даврӣ тағйирёбанда буда метавонад.

Амплитудаи лаппиш вобаста ба он ки дар лаҳзаи аввали вақт ба конденсатор чиқадар заряд дода шудааст, гуногун буда метавонад. Ба ибораи дигар, амплитудаи лаппиш ба шароити ибтидоӣ вобастагӣ дорад. Лекин қимати зиёдтарини модули синус ва косинус баробари 1 аст. Аз ин рӯ ҳалли муодилаи (3.9)-ро танҳо бо синус ё косинус ифода кардан носаҳеҳ мебуд. Ҳал бояд дар шакли ҳосили зарби амплитудаи лаппиш ва синус ё косинус ояд.

Ҳалли муодилаи тавсифдиҳандаи лаппишҳои озод. Муодилаи (3.9)-ро дар шакли зайл менависем:

$$q=q_m\cos\sqrt{\frac{1}{LC}}t \quad \text{ё} \quad q=q_m\sin t \qquad (3.10)$$

Дар ин маврид ҳосилаи якум шакли зайл мегирад:

$$q' = -\sqrt{\frac{1}{LC}}\, q_m\sin\sqrt{\frac{1}{LC}}t$$

Ҳосилаи дуюм бошад, $q'' = -\sqrt{\frac{1}{LC}}\, q_m\cos\sqrt{\frac{1}{LC}}t = -\frac{1}{LC}q$

мешавад, ки ин ҳамон муодилаи (3.9) аст. Пас, ифодаи (3.10) ҳалли муодилаи ибтидоӣ, яъне ҳалли муодилаи (3.9) мебошад. Ифодаи $q=q_m\sin\sqrt{\frac{1}{LC}}t$ (3.11)

низ ҳалли муодилаи ибтидоӣ буда метавонад. Бузургии доимии $\sqrt{\frac{1}{LC}}$-ро, ки ба хусусиятҳои система вобастагӣ дорад, бо ω_0 ишорат мекунем:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \qquad (3.12)$$

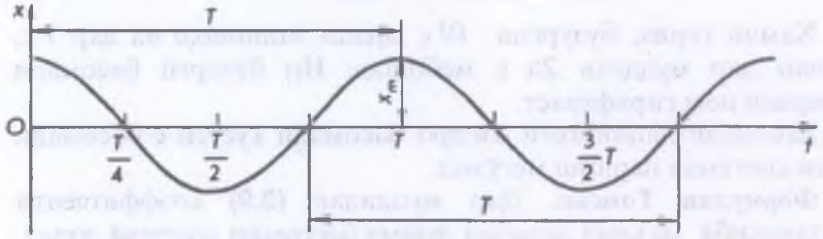
ки ин ифодаи (3.10)-ро шакли зерин медиҳад:

$$q = q_m \cos \omega_0 t \qquad (3.13)$$

Худи муодилаи (3.9), ки лаппишҳои электромагнитии озодро тавсиф медиҳад:

$$q'' = -\omega_0^2 q \qquad (3.14)$$

Хати вобастагии заряди электрикӣ ба вақт мувофиқи (3.13) шакли косинусоидӣ дорад (рас. 49).



Расми 49.

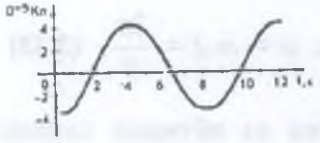
Давр ва басомади лаппишҳои гармоникӣ.

Дар натиҷаи лаппишҳои электрикӣ қиматҳои заряди конденсатор ба таври даврӣ такрор мешаванд.

Кӯтоҳтарин муддати вақте, ки дар давоми он ҳодисаи лаппиш такрор мешавад, даври лаппиш ном дорад.

Даври лаппишро одатан бо T ишора мекунанд. Даври лаппиш агар маълум бошад, басомади лаппиш, яъне адади лаппишҳои дар воҳиди вақт рӯйдиҳандаро муайян кардан осон аст. Дар мавриди дар муддати T рӯй додани як лаппиш адади лаппишҳои дар муддати 1 с рӯйдиҳанда ν -ро ин тавр ёфтан мумкин аст:

индуктивият ҷараён бо мурури замон оҳистатар меафзояд ва то қимати сифрӣ оҳистатар мерасад ва ҳар қадаре ки ғунҷоиш *зиёд бошад, барои тағйири заряди рӯяҳои конденсатор* ҳамон қадар вақти тӯлонитар зарур аст.



Расми 50.

Лаппишҳои электрикии хомӯшшаванда.

Лаппишҳои озоди заряди электрикӣ ва ҷараён ба сабаби мавҷудияти талафоти энергия дар асл начандон гармоникӣ хоҳанд буд. Онҳо рафта-рафта хомӯш мешаванд. Ҳар қадаре ки муқовимати контур зиёд бошад, даври лаппиш ҳамон қадар тӯлонитар хоҳад буд. Дар мавриди ба қадри кофӣ зиёд будани муқовимат дар контур лаппиш ба вуҷуд намеояд. Конденсатор безаряд мешавад, вале рӯяҳои он дар ин маврид тағйири заряд намекунанд (конденсатор заряднок намешавад).

1. ***Чигуна лаппишҳоро лаппишҳои гармоникӣ меноманд?***
2. ***Басомади доиравии лаппиш бо даври лаппиш чигуна алоқамандӣ дорад?***
3. ***Чиро даври лаппиш меноманд?***
4. ***Дар рас. 50 рафтори хати ифодакунандаи лаппиши гармоникӣ тасвир ёфтааст. Амплитуда ва даври лаппишҳои гармоникиро муайян кунед.***
5. ***Чиро басомади лаппиш меноманд?***

§ 6. ФАЗАИ ЛАППИШ.

Мо бо бузургиҳои асосии тавсифдиҳандаи лаппиши гармоникӣ , яъне бо амплитудаи лаппиши заряд, даври лаппиш T, басомади лаппиш ν ва басомади доиравии лаппиш ω_0 шинос шудем.

Бузургии ψ -ро, ки дар аргументи синус (ё косинус) дохил мебошад, фазаи лаппишҳои аз рӯи қонуни синус (ё косинус) рӯйдиҳанда меноманд. (Фаза аз калимаи юнонии «phases» гирифта шудааст, ки маънояш зуҳур, пайдоиш, марҳалаи инкишофи ин ё он ҳодиса мебошад). Фазаи лаппиш бо воҳидҳои кунҷӣ – радианҳо ифода карда мешавад.

Аз рӯи қиматҳои фаза на танҳо заряд, балки қувваи ҷараён ва шиддатро низ, ки лаппиши онҳо ҳам гармоникӣ мебошад, ёфтан мумкин аст. Дар мавриди маълум будани амплитуда

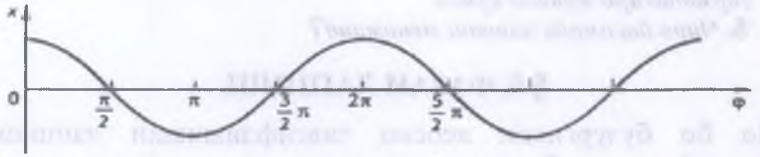
фаза ҳолати системаи лаппишро (барои ҳар лаҳзаи вақт) ифода карда метавонад. Моҳияти мафҳуми фаза маҳз дар ҳамин аст.

Лаппишҳои амплитуда ва басомадашон якхела аз якдигар бо фазаи худ фарқ карда метавонанд.

Азбаски $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ мебошад, пас, $\psi = \omega_0 t = \frac{2\pi}{T}$ (3.18)

Нисбати $\frac{1}{T}$ нишон медиҳад, ки аз ибтидои лаппиш чигуна ҳиссаи давр гузаштааст. Ба ҳар қимати бо ҳиссаҳои даври лаппиш ифодашуда қимати муайяни бо радианҳо ифодашудаи фаза рост меояд. Чунончӣ, пас аз муддати t=T/4 (чаҳоряк давр) $\psi = \pi/2$, пас аз муддати ним давр $\psi = \pi$, пас аз як даври пурра $\psi = 2\pi$ ва ғ. мешавад. Дар график вобастагии зарядро на танҳо ба вақт (мисли рас. 51 ва 52), инчунин ба фаза низ сохтан мумкин аст. Дар рас. 52 ҳамон косинусоидае тасвир ёфтааст, ки дар рас. 29. омада буд, вале дар тири уфуқӣ ба ҷои вақт қиматҳои фаза гузошта шудааст.

Тасвири лаппишҳои гармоникӣ ба воситаи функсияҳои синус ва косинус. Шумо аллакай медонед, ки дар лаппишҳои гармоникии заряд бо мурури вақт аз рӯи қонуни синус (ё косинус) тағйир меёбад.



Расми 51.

Синус аз косинус бо он фарқ мекунад, ки аргументаш аз аргументи он ба қадри чаҳоряк давр, яъне ба қадри $\pi/2$ зиёд аст:

$$\cos\psi = \sin(\psi + \frac{\pi}{2}) \qquad (3.19)$$

Бинобар ин дар тавсифи лаппишҳои гармоникӣ ба ҷои формулаи $q = q_0 \cos\omega_0 t$ формулаи зайлро истифода кардан мумкин аст:

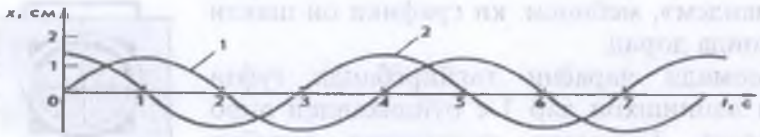
$$q = q_0 \sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}) \qquad (3.20)$$

Аммо дар ин маврид фазаи ибтидоӣ, яъне қимати фаза дар лаҳзаи $t=0$ на ба сифр, балки ба $\pi/2$ баробар мебошад.

Одатан мо лаппишҳоро бо роҳи электрнок кардани конденсатори контур меангезонем. Заряди конденсатор дар лаҳзаи аввали вақт зиёд аст. Аз ин рӯ барои тавсиф додани лаппишҳо формулаи (3.13)-и ба косинус назар ба формулаи ба синус матлубтар мебошад.

Аммо агар мо лаппишҳои контуриро бо роҳи дар майдони магнитии тағйирёбанда ҷой додани ғалтаки контур ангезем, гапи дигар аст. Дар ин маврид конденсатор дар лаҳзаи аввали вақт безаряд мебошад ва бинобар ҳамин лаппишҳои зарядро бо формулаи (3.11) ифода кардан беҳтар мебуд.

Лаппишҳои гармоникии қувваи ҷараён. Дар мавриди ба таври гармоникӣ лаппидани қимати заряди электрикӣ қувваи ҷараён низ ба таври

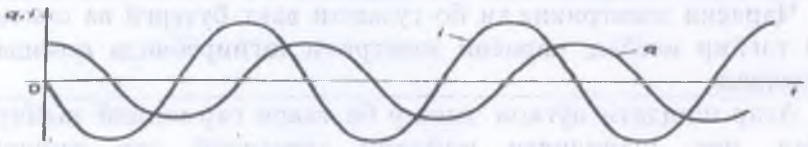


Расми 52.

гармоникӣ мелаппад, яъне

$$i=q'=-q_m\omega_0\sin\omega_0 t=I_m\cos(\omega_0 t+\frac{\pi}{2}) \qquad (3.21)$$

хоҳад буд, ки ин ҷо $I_m=q_m\omega_0$ амплитудаи лаппишӣ қувваи



Расми 53.

ҷараён мебошад. Аз рас. 53 аён аст, ки фазаи лаппиши қувваи ҷараён назар ба лаппиши заряд ба қадри $\pi/2$ пеш аст.

1. ***Фазаи лаппишҳои заряди электрикӣ баъди 5 сонияи ибтидоии лаппиш ба чӣ баробар мешавад?***

2. ***Амплитудаи лаппишҳои заряд ва қувваи ҷараён ҳангоми безаряд шудани конденсатор чӣ тавр алоқаманд доранд?***

§ 7. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКИИ ТАҒЙИРЁБАНДА

Лаппишҳои электромагнитии озоди контурӣ ба сабаби зудхомӯшшаванда буданашон амалан истифода намешаванд. Дар амалия аксаран лаппишҳои маҷбурии хомӯшнашаванда истифода мешаванд.

Ҷараёни тағйирёбандае, ки барои рӯшан гардондани хонаҳову корхонаҳо истифода мешавад, маҳз ҳамингуна ҷараён мебошад. Қувваи ҷараён ва шиддат бо мурури замон аз рӯи қонуни гармоникӣ тағйир меёбанд.

Ҷараёни электрикие, ки бо гузашти вақт бузургӣ ва самти он тағйир меёбад, ҷараёни электрикии тағйирёбанда меноманд

Лаппишҳои шиддатро ба воситаи осциллограф ошкор кардан осон аст (рас.54). Агар шиддати таҳқиқшавандаро ба лавҳаҳои майли амудии осциллограф «пайвандем», мебинем, ки графики он шакли синусоида дорад.



Расми 54.

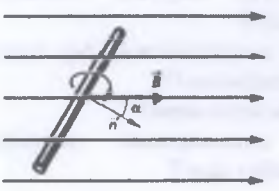
Басомади ҷараёни тағйирёбанда гуфта ададди лаппишҳои дар 1 с рӯйдиҳандаи онро меноманд. Басомади стандартии ҷараёни тағйирёбандаи саноатӣ 50Ҳс аст. Ин онгуна маънӣ дорад, ки дар тӯли 1 с ҷараён 50 бор як тараф ҷорӣ ва 50 бори дигар ба тарафи муқобил ҷорӣ мешавад. Дар бисёр мамлакатҳо мисли ҷумҳурии мо ҳамин басомади 50 Ҳс басомади саноатист, вале дар ШМА ба сифати ингуна басомад 60 Ҳс қабул шудааст.

Ҷараёни электрикие,ки бо гузашти вақт бузургӣ ва самти он тағйир меёбад, ҷараёни электрики тағйирёбанда номида мешавад.

Агар шиддати нӯгҳои занҷир ба таври гармоникӣ тагйир ёбад, пас, шадидияти майдони электрикӣ дар даруни ноқилҳои занҷир низ ба таври гармоникӣ тағйир меёбад. Ин тағйироти гармоникии шадидияти майдон боиси лаппиши гармоникии суръати ҳаракати мураттаби зарраҳои электрнок ва аз ин рӯ, боиси лаппиши гармоникии қувваи ҷараён мегардад.

Шиддати тағйирёбандаро ба воситаи генераторҳои нерӯгоҳҳои барқӣ (электростансияҳо) ба вуҷуд овардан мумкин аст. Ба сифати намунаи соддатарини генератори

ҷараёни тағйирёбанда рамкаи симинеро муойина кардан мумкин аст, ки дар майдони магнитии якҷинса гардиш мехӯрад. Сели индуксияи магнитие (Ф), ки ба рамкаи симини масоҳаташ S мезанад, ба косинуси кунҷи байни нормали сатҳи рамка ва вектори индуксияи магнитӣ мутаносиб аст (рас. 55):



Расми 55.

$$\Phi = BS\cos\alpha$$

Дар мавриди мунтазам гардиш хӯрдани рамка кунҷ мутаносибан ба вақт меафзояд: $\alpha = 2\pi nt$

$$\Phi = BS\cos 2\pi nt$$

ки ин ҷо n - басомади гардиши рамка аст. Бинобар ин сели индуксияи магнитӣ ба таври гармоникӣ тағйир меёбад:

Ин ҷо коэфисиенти $2\pi n$ - адади лаппишҳои сели магнитӣ дар тӯли 2 с аст, ки ин ҳамон басомади доиравии $\omega = 2\pi n$ мебошад. Пас, $\Phi = BS\cos\omega t$

мешавад. Мувофиқи қонуни индуксияи электромагнитӣ ҚЭҲ-и индуксияи дар рамка пайдошаванда ба суръати тағйироти сели индуксияи мағнитӣ, яъне ба ҳосилаи сели индуксияи магнитӣ баробар аст:

$$\varepsilon = -\Phi' = -BS(\cos\omega t)' = BS\omega \sin\omega t = \varepsilon_m \sin\omega t$$

ки ин ҷо $\varepsilon = BS\omega$ - амплитудаи лаппиши ҚЭҲ-и индуксия мебошад.

Минбаъд мо лаппишҳои электрикии маҷбуриеро меомӯзем, ки дар занҷир бо таъсири шиддати синусоиди тағйирёбанда ё косинусоиди тағйирёбандаи

$$u = U_m \sin\omega t$$

ё

$$u = U_m \cos\omega t \qquad (3.22)$$

рӯй медиҳанд. Ин ҷо U_m - амплитудаи шиддат, яъне қимати модулан зиёдтарини шиддат аст.

Агар шиддат дар занҷир бо басомади 3 тағйир ёбад, қувваи ҷараён ҳам бо ҳамон басомад тағйир мепазирад. Аммо лаппишҳои қувваи ҷараён бо лаппишҳои шиддат ҳамфаза набуда ҳам метавонанд. Бинобар ин дар мавриди умумӣ қувваи ҷараён барои лаҳзаи дилхоҳи вақт, яъне қимати лаҳзагии қувваи ҷараён ин тавр ёфта мешавад:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi) \qquad (3.23)$$

Ин ҷо I_m -амплитудаи қувваи ҷараён, яъне қимати модулан зиёдтарини қувваи ҷараён асту ψ - фарқ (ғеҷиш)-и фазаҳои лаппишҳои қувваи ҷараён ва шиддат.

1. *Дар занҷири электрикӣ дар чигуна шароит лаппиши электромагнитии маҷбурӣ ба вуҷуд меояд?*
2. *Оё қимати лаҳзагии қувваи ҷараёни тағйирёбанда дар ҳама қитъаҳои занҷири содда якхела буда метавонад?*
3. *Чиро ҷараёни электрики тағйирёбанда меноманд?*
4. *Дар Тоҷикистон басомади стандартии ҷараёни тағйирёбандаи саноатӣ ба чанд Ҳс баробар аст?*

§ 8. МУҚОВИМАТИ ФАЪОЛ. ҚИМАТҲОИ САМАРАБАХШИ ШИДДАТ ВА ҚУВВАИ ҶАРАЁН.

Акнун ба омӯзиши муфассалтари ҳодисаҳое машғул мешавем, ки дар занҷири ҷараёни тағйирёбанда рӯй медиҳанд.

Муқовимати фаъол дар занҷири ҷараёни тағйирёбанда. Бигзор занҷир аз ноқилҳои пайвасткунанда ва бори дорои муқовимати муайян, вале каминдуктивият иборат бошад (Расми 56).

Ин бузургиро, ки мо онро то ҳол муқовимати электрикӣ ё мухтасаран муқовимат ном бурдем, акнун муқовимати фаъол мегӯем. Занҷири ҷараёни тағйирёбанда муқовимати навъи дигар низ дошта метавонад. Муқовимат бошад, аз он рӯ муқовимати фаъол ном гирифтааст, ки дар мавриди вуҷуд доштани он занҷир энергияи аз генератор ба занҷир дохилшавандаро фурӯ мебарад. Ин энергия ба энергияи дохилии ноқилҳои таркибдиҳандаи занҷир мубадал мешавад, ки дар натиҷа ноқилҳо гарм мешаванд.

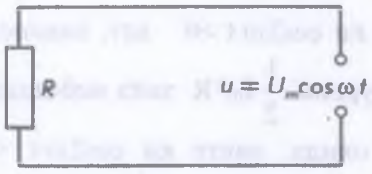
Бигзор шиддат дар нӯгҳои занҷир тибқи қонуни гармоникии $u = U_m \cos\omega t$ тағйир ёбад. Қимати лаҳзагии қувваи ҷараёни тағйирёбанда ба қимати лаҳзавии шиддат мутаносиб аст. Бинобар ин барои ёфтани қимати лаҳзагии қувваи ҷараён қонуни Омро татбиқ кардан мумкин аст:

$$I = \frac{u}{R} = U_m \cos\omega t / R = I_m \cos\omega t \qquad (3.24)$$

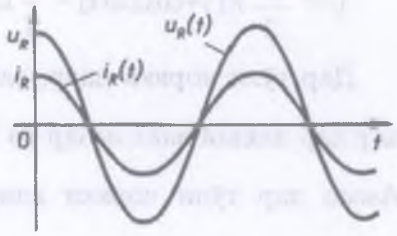
дар ноқили дорои муқовимати фаъол лаппиши қувваи ҷараён бо лаппиши шиддат ҳамфаза хоҳад буд (рас. 57), вале амплитудаи қувваи ҷараён ин тавр ёфта мешавад:

$$I_m = U_m / R \qquad . \qquad (3.25).$$

Тавоноии ҷараёни тағйирёбанда. Дар занҷири ҷараёни тағйирёбандаи саноатӣ (басомадаш 50 Ҳс)



Расми 56.



Расми 57.

қувваи ҷараён ва шиддат зуд тағйир меёбанд.

Бинобар ин ҳангоми аз ноқил, чунончи, аз сими лампаи электрикӣ ҷорӣ будани ҷараён миқдори энергияи дар шакли гармо хориҷшаванда низ зуд тағйир хоҳад ёфт. Вале ин тағйироти фаврӣ аз назари мо ниҳон мемонад.

Одатан моро лозим меояд, ки қимати миёнаи тавоноии ҷараёнро барои ин ё он қитъаи занҷир ва барои муддати назар ба як даври лаппиш хеле зиёд муайян кунем. Барои ин зарур аст, ки тавоноии миёнаро барои як давр муайян намоем. Қимати миёнаи якдаврии тавоноии ҷараёни тағйирёбанда гуфта нисбати энергияи дар муддати як давр ба занҷир воридшударо бар муддати як даври лаппиш мефаҳманд.

Тавоноии ҷараёни электрикии дар қитъаи муқовиматаш **R** ҷоришаванда ин тавр ёфта мешавад:

$$\boxed{P = I^2R} \qquad (3.26)$$

Ҷараёни тағйирёбандаро барои фосилаи бисёр кӯтоҳи вақт доимӣ пиндоштан мумкин аст. Бинобар ин тавоноии лаҳзавӣ дар занҷири ҷараёни тағйирёбанда барои қитъаи муқовиматаш **R** аз рӯи формулаи

$$P = i^2R \qquad (3.27)$$

ҳисоб карда мешавад.

Барои тавоноии ба муддати як даври лаппиш ростояндаро ҳисоб намудан ифодаи (3.24)-ро ба (3.27) мегузорем ва бо назардошти ин ки $\cos^2\alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2}$ аст, ҳосил мекунем:

$$p = \frac{I_m^2}{2} R(1+\cos 2\omega t) = \frac{1}{2} I_m^2 R + \frac{1}{2} I_m^2 R \cos 2\omega t \quad (3.28).$$

Дар тӯли чоряки давр, вақте ки $\cos 2\omega t > 0$ аст, тавоноӣ дар ҳар лаҳзаи вақт назар ба бузургии $\frac{1}{2} I_m^2 R$ зиёд мебошад. Аммо дар тӯли чоряки даври оянда, вақте ки $\cos 2\omega t < 1$ мешавад, тавоноӣ дар ҳар лаҳзаи вақт назар ба $\frac{1}{2} I_m^2 R$ кам хоҳад буд.

Қимати миёнаи бузургии $\cos 2\omega t$ барои як давр баробари сифр аст. Дар натиҷа тавоноии миёнаи якдаври ҷараён баробари $\frac{1}{2} I_m^2 R$ аст.

Ҳамин тариқ, тавоноии миёна P: $P = i^2R = \frac{Im^2 R}{2}$ (3.29)

Қиматҳои самарбахши қувваи ҷараён ва шиддат. Аз формулаи (3.29) аён аст, ки бузургии i^2 қимати миёнаи якдаврии квадрати қувваи ҷараён мебошад:

$$i^2 = \frac{1}{2} I^2_m \qquad (3.30)$$

Бузургии баробар ба решаи квадратии қимати миёнаи квадрати ҷараён қимати самарбахши қувваи ҷараёни тағйирёбанда ном гирифтааст. Ин бузургӣ бо ҳарфи i ишора мешавад:

$$I = \sqrt{i^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m \qquad (3.31)$$

Бузургии қувваи ҷараёни доимиро тавре интихоб кардан мумкин аст, ки энергияи дар ин ё он муддат дар қитъаи муқовиматаш R хориҷкардаи ин ҷараён баробари энергияи дар ҳамон қадар вақт хориҷкардаи ҷараёни тағйирёбанда

бошад. Барои ин зарур аст, ки қувваи ҷараёни доимӣ баробари қимати самарабахши қувваи ҷараёни тағйирёбанда бошад. Қимати самарабахши қувваи ҷараёни тағйирёбанда баробари ҳамон қадар қувваи ҷараёни доимист, ки дар ноқил дар ҳамон қадар вақт ҳамон қадар энергия хориҷ мегардонад.

Қимати самарбахши шиддати тағйирёбанда мисли қимати самарбахши қувваи ҷараён ин тавр муайян карда мешавад:

$$U = \sqrt{u^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_m \qquad (3.32)$$

Дар формулаи (3.25) қиматҳои амплитудӣ (зиёдтарин)-и қувваи ҷараён ва шиддатро ба қиматҳои самарбахши онҳо иваз мекунем:

$$I = \frac{U}{R} \qquad (3.33)$$

Ҳамин аст ифодаи қонуни Ом барои қитъаи резистордори занҷири ҷараёни тағйирёбанда.

Амперметрҳову волтметрҳои ҷараёни тағйирёбанда маҳз қиматҳои самарбахши қувваи ҷараёну шиддатро чен мекунанд.

Ғайр аз ин, барои ёфтани қимати миёнаи тавоноии ҷараёни тағйирёбанда ё чунонки мегӯянд, барои ёфтани тавоноии ҷараёни тағйирёбанда P маҳз ҳамин қиматҳо истифода мешаванд: $P = I^2R = UI$

Тавоноии ҷараён дар занҷири ҷараёни тағйирёбанда аз рӯи қиматҳои самарбахши қувваи ҷараён ва шиддат ёфта мешавад.

1. ***Қувваи ҷараёни тағйирёбанда ба шиддат дар занҷири резистордор чигуна алоқамандӣ дорад?***

2. ***Дар шабакаҳои равшаноӣ шиддати тағйирёбандаи 220 В ё 127 В истифода мешавад. Амплитудаи шиддат дар ин шабакаҳо чӣ қадарӣ ҳаст?***

3. ***Қиматҳои самарбахши шиддат ва қувваи ҷараёни тағйирёбанда чӣ маънӣ доранд?***

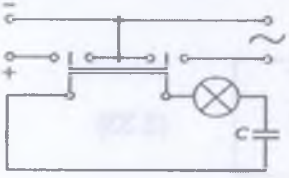
4. ***Тавоноии ҷараёни тағйирёбанда ба чӣ баробар аст?***

§ 9. КОНДЕНСАТОР ДАР ЗАНҶИРИ ҶАРАЁНИ ТАҒЙИРЁБАНДА

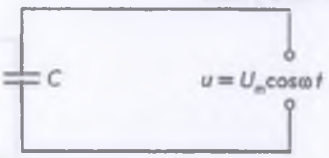
Ҷараёни доимӣ дар занҷире, ки конденсатор дорад, вуҷуд дошта наметавонад, зеро дар ин ҳолат занҷир канда аст(дар байни рӯяҳои конденсатор моддаи диэлектрикие мавҷуд аст, ки ҷараёнро намегузаронад).

Аммо ҷараёни тағйирёбанда дар занҷири конденсатордор ҷорӣ буда метавонад. Ба ин дар таҷрибаи соддае бовар ҳосил кардан осон аст.

Бигзор манбаҳои шиддати доимӣ ва тағйирёбанда дошта бошем ва шиддати доимӣ дар нӯгҳои занҷир баробари қимати самарбахши шиддати тағйирёбанда бошад.



Расми 58.



Расми 59.

Бигзор занҷире дошта бошем.ки аз конденсатор ва лампаи тафсониш (рас. 58), ки бо якдигар пай дар пай пайвастанд, иборат бошад. Дар мавриди ба занҷир пайвастани манбаи шиддати доимӣ лампа дарнамегирад. Аммо агар калидро тарафи рост гардонем, яъне занҷирро бо манбаи ҷараёни тағйирёбанда пайвандем, лампа дармегирад, ба шарте, ки конденсатор гунҷоиши ба қадри кофӣ зиёд дошта бошад.

Конденсатор бо таъсири шиддати тағйирёбанда ба таври даврӣ заряднок ва безаряд мешавад ва ҷараёне, ки ҳангоми заряднок шудану безаряд шудани конденсатор ба вуҷуд меояд, мӯяки лампаро метафсонад.

Акнун биёед бинем, ки қувваи ҷараён дар занҷире, ки танҳо конденсатор дорад, чӣ тавр тағйир мепазирад (рас. 59). Муқовимати ноқилҳо ва рӯяҳои конденсаторро ба эътибор намегирем.

Шиддати байни рӯяҳои конденсатор баробари шиддати нӯгҳои занҷир мебошад: $u = \psi_1 - \psi_2 = q/C$

Пас, $\frac{q}{C} = U_m \cdot \cos\omega t$ аст. (3.34)

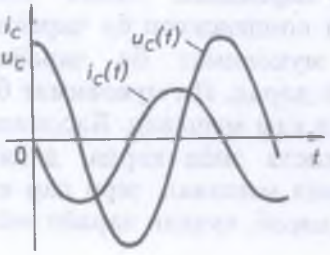
Заряди конденсатор тибқи қонуни гармоникии

$$q=U_m\cos\omega t$$

тағйир меёбад. Қувваи ҷараён, ки маънии ҳосилаи заряд дорад, ин тавр ифода карда мешавад:

$$i=q'=-UmC\omega\sin\omega t =$$

$$=UmC\omega\cos(\omega t+\frac{\pi}{2}) \qquad (3.36)$$



Расми 60.

яъне лаппишҳои қувваи ҷараён назар ба лаппишҳои шиддати рӯяҳои конденсатор ба қадри $\frac{\pi}{2}$ пешӣ доранд (рас. 60).

Ин онгуна маънӣ дорад, ки дар лаҳзаи оғози заряднок шудани конденсатор қувваи ҷараён зиёд асту шиддат қимати сифрӣ дорад ва дар мавриди ба авҷ расидани шиддат қувваи ҷараён сифрӣ мешавад ва ғ.

Амплитудаи қувваи ҷараён ин тавр ифода карда мешавад:

$$Im= U_mC\omega \qquad (3.37)$$

Агар $\boxed{\frac{1}{\omega c}= X_c}$ (3.38)

ишорат кунем ва ба ҷои қувваи ҷараёну шиддат қиматҳои самарбахши онҳоро истифода кунем,

$$\boxed{I=\frac{U}{X_c}} \qquad (3.39)$$

мешавад.

Бузургии X_c, яъне бузургии ҳаппаи ҳосили зарби басомади доиравӣ ва ғуиҷоиши коиденсаторро муқовимати гунҷоишӣ меноманд.

Қимати самарбахши қувваи ҷараён бо қимати самарбахши шиддати байни рӯяҳои конденсатор айнан ҳамон тавр алоқаманданд, ки қувваи ҷараён ва шиддати қитъаи занҷири ҷараёни доимӣ мувофиқи қонуни Ом алоқамандӣ доранд. Ин имкон медиҳад, ки бузургии X_c чун муқовимати ба ҷараёни тағйирёбанда доштаи конденсатор (муқовимати гунҷоишӣ) муоина шавад.

Ҳар қадаре ки гунҷоиши конденсатор зиёд бошад, ҷараёни тағйири заряд (он ки дар натиҷаи заряднок ва безаряд шудани конденсатор ба вуҷуд меояд) ҳамон қадар бештар хоҳад буд. Инро санҷидан душвор нест: дар мавриди зиёд кардани гунҷоиши конденсатор тафсидани лампа зиёд мешавад. Бо вуҷуде ки муқовимати конденсатор ба ҷараёни доимӣ беҳад зиёд аст, ҳамон муқовимат ба ҷараёни тағйирёбанда, яъне X қимати ниҳоӣ дорад. Ин муқовимат ба қадри афзудани гунҷоиш ва басомад кам мешавад. Басомади ҷараёни тағйирёбандаро оҳиста-оҳиста зиёд карда, дидан мумкин аст, ки тафсидани лампа зиёд мешавад, зеро дар ин мавриди муқовимати X кам ва аз ин ҳисоб, қувваи ҷараён зиёд мешавад.

Дар тӯли чоряк даври лаппиш, яъне дар мавриди то ба ҳадди зиёдтарини шиддат заряднок шудани конденсатор занҷир энергия мегирад ва онро дар шакли майдони электрикӣ захира мекунад; ва дар чоряк даври дигар, яъне ҳангоми безаряд шудани конденсатор ин энергия ба шабака бозмегардад.

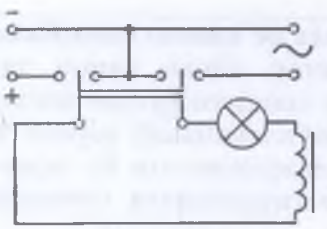
1. ***Қиматҳои самарабахши қувваи ҷараён ва шиддати рӯяҳои конденсатор дар занҷири ҷараёни тағйирёбанда чӣ алоқамандӣ доранд?***

2. ***Оё занҷире, ки танҳо конденсатор дорад, энергия хориҷ мекунад? Муқовимати худи занҷирро ба назар нагиред.***

3. ***Калиди занҷир як навъ конденсатор аст. Пас, чаро калид занҷирро на мисли конденсатор, балки ба куллӣ канда мекунад?***

§ 10. ҒАЛТАКИ ИНДУКТИВИЯТ ДАР ЗАНҶИРИ ҶАРАЁНИ ТАҒЙИРЁБАНДА

Ғалтаки индуктивият қувваи ҷараёни тағйирёбандаро дар занҷир кам мекунад. Инро дар таҷрибаи соддае озмудан мумкин аст.



Расми 61.

Бигзор занҷир аз галтаки дорои индуктивияти зиёд ва лампаи тафсониш иборат бошад.

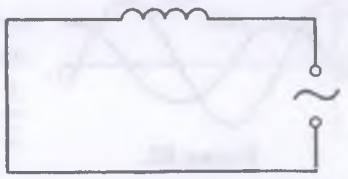
Ин занҷирро ба воситаи калиди дуқӯша ё ба занҷири шиддати доимӣ пайвастан мумкин аст ё ба занҷири ҷараёни

тағйирёбанда (расми 61).

Фаҳмост, ки дар ин маврид шиддати доимӣ ва қимати самарбахши шиддати тағйирёбанда бояд байни худ баробар бошанд. Таҷриба нишон медиҳад, ки чароғ дар мавриди истифода шудани шиддати доимӣ рӯшантар мешавад. Пас, дар занҷири муоинашаванда қимати самарбахши қувваи ҷараёни тағйирёбанда назар ба қувваи ҷараёни доимӣ камтар будааст.

Сабаби ин ҳодисаи худиндуксия аст. Дар мавриди ба манбаи шиддати доимӣ пайвастани ғалтаки индуктивият қувваи ҷараён дар занҷир на якбора, балки оҳиста-оҳиста зиёд мешавад. Майдони электрикии тӯфонии ҳангоми афзудани қувваи ҷараён пайдошаванда монеъи ҳаракати электронҳо меғардад ва танҳо пас аз гузаштани муддате қувваи ҷараён то ба қимати зиёдтарини худ мерасад.

Хулоса, қимати зиёдтарини қувваи ҷараёни тағйирёбанда (яъне амплитудаи он) маҳдуд аст: онро индуктивияти занҷир маҳдуд мекунад ва ҳар қадаре ки индуктивияту басомади шиддати тағйирёбанда зиёд бошанд, қувваи ҷараёни номбурда ҳамон қадар камтар хоҳад буд.



Расми 62.

Биёед қувваи ҷараёнро дар занҷире муайян кунем, ки як ғалтаки индуктивият дошта бошад ва индуктивияти фаъоли . онро ба назар нагирифтан мумкин бошад.

Инғуна занҷир дар рас. 62 тасвир ёфтааст. Аввал ҳамбастагии шиддати нӯгҳои ғалтак ва ҚЭҲ-и худиндуксия дар он пайдошавандаро муқаррар мекунем.

Агар галтак муқовимат надошта бошад (R=0), майдони электрикӣ низ дар дохили ноқил дар ҳар лаҳзаи вақт бояд сифрӣ бошад. Дар акси ҳол қувваи ҷараён мувофиқи қонуни Ом беҳад зиёд мебуд. Сифрӣ будани шадидияти майдон аз он ҷиҳат имконпазир аст, ки шадидияти майдони электрикии тӯфонӣ (E_i)-и зодаи майдони магнитии тағйирёбанда дар ҳар нуқта модулан баробари шадидияти майдони кулонӣ ($E_к$)-и дар ноқил офаридаи зарядҳои қутбҳои манба ва зарядҳои ноқилҳои занҷир мебошад, вале самти ба он муқобил дорад.

Аз баробарии $E_i = - E_к$ бармеояд, ки кори хоси майдони тӯфонӣ (яъне ҚЭҲ-и худиндуксия) модулан баробар, вале самтан муқобили кори хоси майдони кулонӣ мебошад. Азбаски кори хоси майдони кулонӣ ба шиддати нӯғҳои ғалтак баробар мебошад, пас, ин тавр навиштан мумкин аст: $e=- u$

Дар мавриди мувофиқи қонуни гармоники

$$i=I_m \sin \omega t$$

тағйир ёфтани қувваи ҷараён ҚЭҲи худиндуксия инғуна бузургӣ хоҳад дошт:

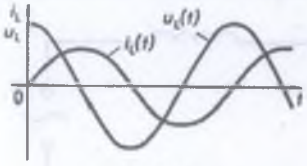
$$e = - Li' = - L \omega I_m \cos \omega t \qquad (3.40)$$

Азбаски $u= - e_l$ аст, пас шиддати нӯғҳои ғалтак баробари

$$u= L \omega I_m \cos \omega t = L \omega I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

мешавад, ки ин ҷо $U_m = L \omega I_m$ амплитудаи шиддат аст.

Пас, лаппишҳои шиддати нӯғҳои ғалтак аз лаппишҳои қувваи ҷараён ба қадри $\frac{\pi}{2}$ дар пешанд ё худ лаппишҳои қувваи ҷараён аз лаппишҳои шиддат ба қадри $\frac{\pi}{2}$ ақибанд.



Расми 63.

Дар лаҳзаи ба нуқтаи авҷ (максимум) расидани шиддат қувваи ҷараён сифрӣ мешавад (рас. 63). Ва дар лаҳзаи сифрӣ шудани шиддат қувваи ҷараён модулан зиёд хоҳад буд.

Амплитудаи қувваи ҷараёни дар ғалтак ҷоришаванда

$$I_m = U_m / \omega L \qquad (3.41)$$

аст. Агар

$$\boxed{\omega L = X_i} \qquad (3.42)$$

ишорат кунем ва ба ҷои амплитудаҳои қувваи ҷараёну шиддат қиматҳои самарбахши онҳоро истифода кунем, мебинем, ки

$$\boxed{I = \frac{U}{X_L}} \qquad (3.43)$$

мебошад.

Бузургии X_l, ки ба ҳосили зарби басомади доиравӣ ва индуктивият баробар аст, муқовимати индуктивӣ ном дорад.

Мувофиқи формулаи (3.43) қимати самарбахши қувваи ҷараён бо қимати самарбахши шиддат ва муқовимати индуктивӣ таносубе дорад, ки он ба ифодаи қонуни Ом барои занҷири ҷараёни доимӣ монанд мебошад.

Муқовимати идуктивӣ ба басомади лаппиш вобаста аст. Ҷараёни доимӣ индуктивияти ғалтакро умуман «ҳис намекунад». Барои қимати муқовимати индуктивӣ сифрӣ мебошад.

Ҳар қадаре ки шиддат зудтар тағйир ёбад, ҚЭҲ-и худиндуксия ҳамон қадар бештар ва амплитудаи қувваи ҷараён ҳамон қадар хурдтар хоҳанд буд.

Вобастагии муқовимати индуктивиро ба басомад дар таҷрибаи дар рас.62 тасвирнамуда ошкор намудан мумкин аст. Бо ин мақсад аз генератори танзимшавандаи басомади ҷараёни тағйирёбанда истифода мебарем. Дар мавриди гузаронидани таҷриба маълум мегардад, ки дар мавриди зиёд кардани басомад ё индуктивият қувваи ҷараён дар занҷир кам ва чароғ хира мешавад. Ин онғуна маънӣ дорад, ки бо зиёд шудани L ва ω муқовимати занҷир меафзояд.

1. ***Қиматҳои самарбахши қувваи ҷараён ва шиддат дар ғалтаки индуктивияти муқовимати фаъолаш кам чӣ тавр алоқаманданд?***

2. ***Чаро ҚЭҲи худиндуксия ва шиддати нӯғҳои ғалтак аломати муқобил доранд?***

§ 11. РЕЗОНАНС ДАР ЗАНҶИРИ ЭЛЕКТРИКӢ

Ҳангоми омӯхтани лаппишҳои механикии маҷбурӣ ба ҳодисаи резонанс шинос шуда будем. Резонанс дар мавриде рӯй медиҳад, ки басомади хусусии система баробари басомади тағйироти қувваи берунӣ бошад ва агар соиш кам бошад, амплитудаи лаппишҳои маҷбурии муқарраршуда якбора меафзояд. Монанд будани қонунҳои лаппишҳои механикиву электромагнитӣ имкон медиҳад хулоса барорем, ки ҳодисаи резонанс дар занҷири электрикӣ низ ба вуҷуд омада метавонад, ба шарте ки он занҷир контури лаппиши соҳиби ин ё он басомади хусусии лаппиш бошад.

Дар лаппишҳои механикӣ резонанс барои қиматҳои ками коэфисиенти соиш рӯшан зоҳир мегардад. Дар занҷири электрикӣ роли коэфисиенти соишро муқовимати фаъол мебозад. Маҳз ҳамин муқовимат аст, ки боиси ба энергияи

дохилии ноқил табдил ёфтани энергияи ҷараён мегардад (ноқил гарм мешавад). Бинобар ин дар контури лаппиш резонанс дар мавриди кам будани муқовимати фаъол равшан зоҳир мегардад.

Агар муқовимати фаъол кам бошад, басомади лаппишҳои хусусии контуриро ин тавр ҳисоб кардан мумкин аст:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Қувваи ҷараён дар лаппишҳои маҷбурӣ дар он мавриди ба қимати максималӣ соҳиб мегардад, ки басомади шиддати тағйирёбандаи ба контур «васлшуда» баробари басомади хусусии контури лаппиш бошад, яъне

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \qquad (3.44)$$

Резонанс ин ҳодисаи якбора афзудани амплитудаи лаппишҳои маҷбурии қувваи ҷараён мебошад, ки дар натиҷаи ба басомади хусусии контури лаппиш баробар омадани басомади шиддати тағйирёбандаи берунӣ рӯй медиҳад.

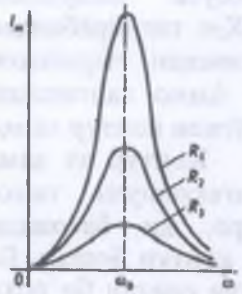
Ҳангоми резонанс дар контури лаппиш (мисли мавриди резонанси механикӣ) барои аз манбаи берунӣ ба контури лаппиш ворид гардидани энергия шароити мусоид фароҳам меояд. Тавоноии ҷараёни контур дар мавриде зиёд хоҳад буд, ки қувваи ҷараён ва шиддат ҳамфаза бошанд.

Амплитудаи лаппишҳои қувваи ҷараён то даме меафзояд, ки энергияи дар тӯли як давр дар резистор хориҷшаванда ба энергияи дар ҳамон муддат ба контур воридшаванда баробар нашавад: $I_m^2R/2 = U_m I_m/2$

Аз ин ҷо $I_m R = U_m$ (3.45)

яъне амплитудаи лаппишҳои резонансии қувваи ҷараён бояд ин тавр ёфта шавад: $I_m = U_m/R$ (3.46)

Дар мавриди кам шудани **R** қимати резонансии қувваи ҷараён беҳад меафзояд:

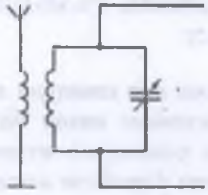


Расми 64.

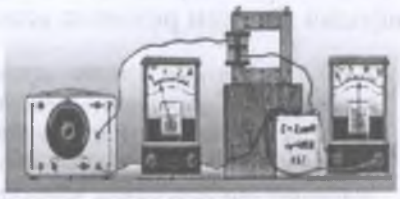
$(I_m)_{рез} \to \infty$ ва баръакс, ба қадри зиёд шудани R қимати зиёдтарини қувваи ҷараён кам мешавад. Дар мавриди зиёд будани муқовимат дар бораи резонанс сухан рондан маъно надорад. Вобастагии амплитудаи қувваи ҷараён ба басомад барои муқовиматҳои гуногуни $R_1<R_2<R_3$ дар рас. 64 тасвир ёфтааст.

Ҳангоми резонанс ҳамзамон бо қувваи ҷараён шиддати нӯгҳои галтаки индуктивият ва рӯяҳои конденсатор якбора меафзояд. Ин шиддатҳо дар мавриди кам будани муқовимати фаъол назар ба шиддати берунӣ қимати чандин маротиба зиёд гирифта метавонанд.

Барои дар занҷири электрикӣ мушоҳида кардани ҳодисаи резонанс дастгоҳе истифода мешавад, ки дар рас. 66 тасвир ёфтааст. Ин ҷо ба сифати манбаи шиддат манбаи берунии шиддати тағйирёбандаи танзимшавандаи басомад истифода шудааст. Басомади лаппишҳои шиддати беруниро тадриҷан зиёд карда, дидан мумкин аст, ки дар занҷир қувваи ҷараён (ки бо амперметр чен мешавад) ва шиддати нӯгҳои ғалтаки



Расми. 65



Расми 66.

индуктивият ё рӯяҳои конденсатор (ки ба воситаи волтметр чен мешавад) чӣ тавр тағйир меёбанд. Ин бузургиҳо ҳангоми резонанс даҳҳо ва ҳатто садҳо бор меафзоянд.

Истифодаи резонанс дар радиоалоқа. Радиомавҷҳои афкандаи радиофиристандаҳои гуногун дар антенаи радиодастгоҳи қабул ҷараёнҳои тағйирёбандаи гуногунбасомадро меангезанд. (ҳар дастгоҳи мавҷфиристанда дар рӯи басомади муайян амал мекунад). Антенаи(мавҷрабо) дастгоҳи қабул ба таври индуктивӣ бо контури лаппиш

алоқаманд мебошад (рас.65). Тавассути индуксияи электромагнитӣ дар галтаки контурӣ ҚЭҲ-и тағйирёбандаи хоси басомадҳои индуксияшуда ва қувваҳои ҷараёнҳои «зодаи» ин басомадҳо ба вуҷуд меоянд. Аммо лаппишҳои қувваи ҷараён дар контур ва шиддат дар нӯгҳои контур танҳо ҳангоми резонанс бузургии зиёд доранд. Контур аз ҳама лаппишҳои дар антенна(мавҷрабо) ангехташуда танҳо яктоашро «интихоб мекунад», ҳамонеро, ки басомади лаппиши он баробари басомади хусусии контур бошад. Ба басомади муайян мувофиқ кардани контур одатан бо роҳи тағйир додани гунҷоиши контур ба даст меояд. Моҳияти амали ба ин ё он радиомавҷ мувофиқ кардани радиодастгоҳи қабул низ дар ҳамин аст.

Дар баъзе мавридҳо ҳодисаи резонанс занҷири электрикиро хароб карда метавонад. Ҷараёнҳои беш аз ҳадди муайян ноқилҳои дастгоҳро тафсонда метавонанд, шиддатҳои зиёд боиси рӯй додани рахнаи изолятсияҳо гардида метавонанд ва ғ. Ҳангоми истифода кардани лаппишҳои электромагнитии маҷбурӣ рӯй додани ҳодисаи резонанс – афзоиши якбораи амплитудаи лаппиши қувваи ҷараён ва шиддат имконпазир мебошад. Ин ҳодиса дар натиҷаи баробар будани басомади лаппишҳои шиддати тағйирёбандаи берунӣ бо басомади лаппишҳои хусусии дастгоҳи мавҷистифодакунанда рӯй медиҳанд. Радиоалоқа бо истифодаи ҳодисаи резонанс асос ёфтааст.

1. ***Оё амплитудаи қувваи ҷараён ҳангоми дар контури лаппиши муқовимати фаъолаш рӯй додани резонанс назар ба қувваи ҷараёни доимие, ки дар занҷири дорои ҳамингуна муқовимати фаъол ва шиддати доимии амплитудааш баробари амплитудаи шиддати тағйирёбанда ҷорист, зиёд буда метавонад?***
2. ***Фазаҳои лаппишҳои қувваи ҷараён ва шиддат ҳангоми резонанс чӣ қадар фарқ мекунанд?***
3. ***Хусусиятҳои резонансии контури лаппиш дар чигуна шароит равшантар зоҳир мегарданд?***

§ 12. АВТОЛАППИШҲО. ГЕНЕРАТОРИ ТРАНЗИСТОРӢ.

Шумо аллакай медонед, ки шиддати тағйирёбандае, ки генераторҳои неругоҳҳои барқӣ ҳосил мекунанд, лаппишҳои маҷбуриро ба вуҷуд меорад. Ингуна генераторҳо лаппишҳои зудиашон баландро, ки барои радиоалоқа заруранд, ба вуҷуд оварда наметавонанд. Лаппишҳои зудиашон баландро ба

воситаи генератори транзисторӣ ба вуҷуд овардан мумкин аст. Яке аз қисмҳои ин генератор аз транзистор(аз калимаҳои transter – интиқол додан ва resistor - муқовимат) ном асбоби нимноқилӣ иборат мебошад.

Дар занҷири электрикӣ лаппишҳои маҷбурии хомушнашаванда ба воситаи шиддати даврии берунӣ нигаҳдорӣ мешаванд. Агар худи система рафти ба контури лаппиш ворид гардидани энергияро ба низом дароварда тавонад, дар ин гуна система лаппишҳои хомушнашаванда пайдо шуда метавонад. Системаҳое, ки дар онҳо лаппишҳои хомӯшнашаванда аз ҳисоби манбаи дохили системавии энергия нигаҳдорӣ мешаванд, системаҳои худларз ном доранд.

Лаппишҳои хомӯшнашавандае, ки дар система бе ёрии қувваҳои даврии берунӣ вуҷуд дошта метавонанд, автолаппиш ё лаппиши худбахудӣ ном доранд.

Генератори транзисторӣ мисоли системаи худларз мебошад.

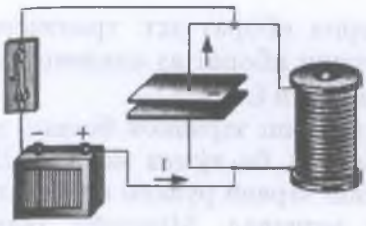
Ин генератор аз қисмҳои зерин иборат аст: транзистор, манбаи энергия ва контури лаппиши иборат аз конденсатори гунҷоишаш С ва галтаки индуктивияти L.

Агар конденсатори контури лаппиш заряднок бошад, дар контур лаппишҳои хомӯшнашаванда ба вуҷуд меояд. Дар охири ҳар як даври ояндаи лаппиш заряди рӯяҳои коденсатор назар ба аввали давр камтар мешавад. Миқдори заряди мусбат дар яке аз рӯяҳо ва заряди манфӣ дар рӯяи дигар ба қадри модулан баробар кам мешавад. Дар натиҷа энергияи лаппишҳо мекоҳад, зеро он ба квадрати бузургии заряди яке аз рӯяҳо мутаносиб мебошад. Барои он ки лаппишҳо хомӯш нагарданд, зарур аст, ки ҷойи энергияи талафшуда дар ҳар як даври лаппиш пур карда шавад. Барои пур кардани ҷойи энергияи талафшудаи контур ба конденсатор тадриҷан энергия додан лозим аст. Ин дар мавриде имконпазир аст, ки контур дар ҳар давр ба манбаи энергия пайваста шавад. Конденсаторрро танҳо дар ҳамон фосилаи вақт ба манба пайвастан лозим аст, ки рӯяи ба қутби мусбати манба васлшудаи он мусбат заряднок бошад.(расми 67). Танҳо дар ҳамин мавриди контур аз манба энергия гирифта, ҷойи энергияи талафшударо пур карда метавонад. Аммо агар калидро дар лаҳзае бандем, ки рӯяи ба қутби мусбати манба

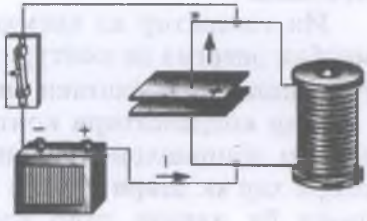
васлшуда манфӣ заряднок бошад, он гоҳ конденсатор ба воситаи манба безаряд мешавад(расми 68), яъне дар ин маврид энергияи конденсатор мекоҳад.

Дар мавриди ба конденсатори контур ҳамеша пайваст будани манба контур лаппишҳои хомӯшнашавандаи худро нигаҳдорӣ карда наметавонад, зеро дар муддати ин давр контур аз манба энергия мегираду дар муддати ним даври оянда талаф медиҳад. Бинобарин манбаро ба контур танҳо дар лаҳзаҳои мусоид пайвастан зарур аст. Барои ин калидро худкор(автоматӣ) кардан лозим аст. Маҳз ҳамин корро бо ёрии транзистор ӣчро намудан мумкин аст. Транзистор аз се нимноқили гуногун таркиб ёфтааст: база, коллектор ва эмиттер.

Эмиттер ва коллектор нимноқилҳои навъи р мебошанд ва заряди якхела доранд, база бошад заряди аломати муқобил дошта, нимноқилҳои навъи n мебошад.Тарҳи транзистор дар расми 69 тасвир ёфтааст.

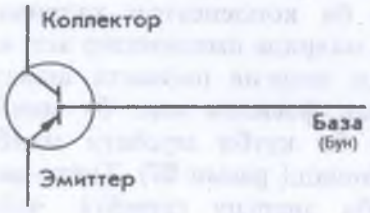


Расми 67.

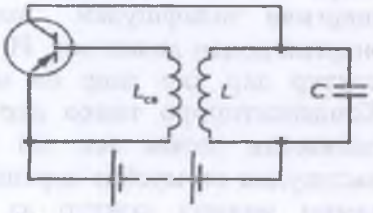


Расми 68.

Сохти генератори транзисторӣ дар расми 70 тасвир ёфтааст. Контури лаппиш пай дар пай бо манбаи шиддат ва транзистор тавре пайваст шудааст, ки эмиттер потенсиали мусбат дошта бошаду коллектор потенсиали манфӣ.



Расми 69.



Расми 70.

Дар ин маврид марзи эмиттер – база (ки гузарҷойи эмиттерӣ ном гирифтааст) гузаргоҳи ростакӣ ва марзи база – коллектор (гузарҷойи коллекторӣ) гузаргоҳи чаппа мебошад. Бинобарин дар ин маврид ҷараён дар занҷир ҷорӣ нахоҳад буд. Ин мутобиқи ҳолати кушодани калид дар расми 67 ва 68 мебошад. Барои он ки дар занҷир ҷараён ба вуҷуд ояд ва ҳангоми лаппиш ҷойи энергияи талафшудаи коденсатори контурро пур карда тавонад, ба база потенсиали нисбат ба эмиттер манфӣ додан лозим аст ва ин кор бояд дар лаҳзаҳое иҷро гардад, ки рӯяи болои конденсатор(расми 70) дорои заряди мусбат бошаду рӯяи поён – дорои заряди манфӣ. Дар лаҳзаҳои манфӣ будани рӯяи боло ва мусбат будани рӯяи поён ҷараён дар занҷир набояд ҷорӣ шавад. Барои ин бояд баз потенсиали нисбат ба эмиттер мусбат дошта бошад. Ҳамин тариқ, барои пур кардани ҷойи талафи энергияи лаппишҳои контурӣ шиддат дар гузарҷойи эмиттерӣ бояд аломати худро ба таври даврӣ мунтаззам бо лаппишҳои контурии шиддати нӯгҳои контур тағйир диҳад.Дар ин маврид ,чунон ки мегӯянд, бояд робитаи акс вуҷуд дошта бошад. робитаи акс дар генератор робитаи индуктивӣ мебошад. Ба гузарҷойи эмиттерӣ ғалтаке пайваст шудааст, ки индуксияи L р дорад ва бо ғалтаки контурии дорои индуксияи L ба таври индуктивӣ пайваст аст. Лаппишҳои контурӣ ба сабаби вуҷуд доштани индуксияи электромагнитӣ дар нӯгҳои ғалтаки якум ва тавассути он дар гузарҷойи эмиттерӣ шиддатро лаппиш медиҳад. Агар фазаи лаппишҳои шиддат дар гузарҷойи эмиттерӣ дуруст интихоб шуда бошад, он гоҳ «таконҳои» энергиябахши ҷараён дар занҷири контур дар лаҳзаҳои мусоид рӯй медиҳанд ва лаппишҳои контуриро аз хомӯш шудан нигоҳ медоранд. Амплитудаи(доманаи) лаппишҳои контурӣ баръакс то даме меафзояд, ки ҷойи энергияи дар контур талафшуда аз ҳисоби энергияи манба пур нашавад. Ҳар қадаре ки шиддати манба зиёд бошад, амплитудаи лаппиш ҳамон қадар зиёд хоҳад буд. Басомади лаппишҳои контурӣ мувофиқи формулаи Томсон ба индуктивияти ғалтак L ва гунҷоиши конденсатор C вобаста аст: яъне басомади лаппишҳо дар мавриди кам будани L ва C зиёд хоҳад буд.

Генераторҳои транзисторӣ дар бисёр асбобҳову дастгоҳҳои радиотехникӣ – дар дастгоҳҳои қабулу паҳн кардани радиомавҷҳо ва ғайра истифода мещаванд.

Автолаппишҳоро на танҳо дар ситемаҳои электрикӣ, инчунин дар ситемаҳои механикӣ низ ангехтан мумкин аст. Соатҳои рақосакдор, зангулаи электрикӣ, ҳуштак, шайпурҳои арғунун, дилу шуши одам низ аз системаҳои худларз мебошанд.

1. *Системаи худларз чӣ гуна система аст?*
2. *Автолаппиш аз лаппиши маҷбурӣ ва лаппиши озод чӣ фарқ доранд?*
3. *Сохти транзистор чӣ гуна аст?*
4. *Робитаи акс дар генератори транзисторӣ чӣ тавр истифода мешавад?*

§ 13. ИСТЕҲСОЛИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ

Энергияи электрикӣ ба воситаи генераторҳо ба вуҷуд оварда мешавад. Генератор дастгоҳест, ки ин ё он навъи энергияро ба энергияи электрикӣ табдил медиҳад.

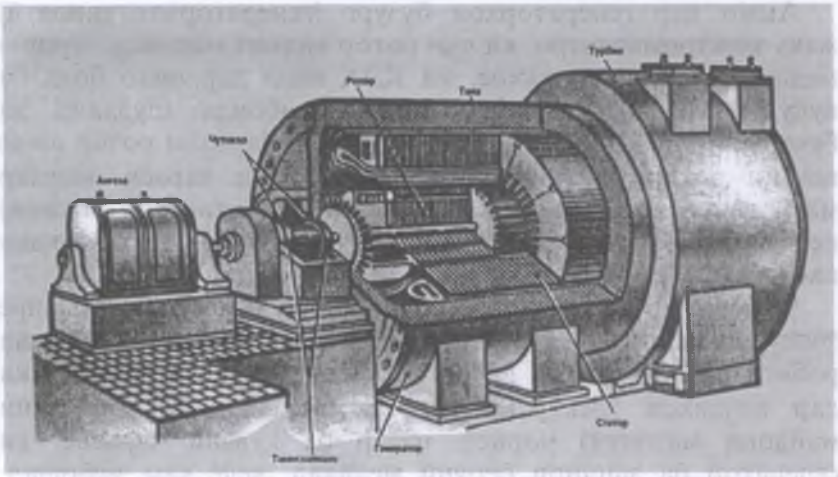
Элементҳои Галванӣ, мошинаҳои электростатикӣ, батареяҳои ҳароратӣ, батареҳои офтобӣ ва дастгоҳҳои монанди онҳо, ки ба гурӯҳи генераторҳо дохил мешаванд. Соҳаи истифодаи ҳар яке аз ин генераторҳо ба хусусиятҳои онҳо вобастагӣ дорад. Мошинаҳои электростатикӣ шиддати баланд ҳосил карда метавонанд, вале наметавонанд, ки дар занҷир ҷараёни камубеш пурқувват ба вуҷуд биёранд. Элементҳои Галванӣ бошанд, ҷараёни пурқувват ҳосил карда метавонанд, вале муддати кори онҳо зиёд нест.

Дар замони мо доираи татбиқи генераторҳои электромеханикии индуксионии ҷараёни тағйирёбанда торафт васеътар мешавад. Кори ин генераторҳо ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст. Ин навъ генераторҳо сохти нисбатан содда доранд ва имкон медиҳанд, ки ҷараёнҳои пурқувват ва шиддатҳои ба қадри кофӣ баланд ҳосил карда шавад.

Минбаъд мо генератор гуфта маҳз ҳамин навъи генераторҳо – генераторҳои электромеханикии индуксиониро дар назар хоҳем дошт.

Генератори ҷараёни тағйирёбанда. Генераторҳои индуксионӣ басе гуногун буда, дар ҳамаи онҳо барои ба вуҷуд

овардани майдони магнитӣ магнити доимӣ ё электромагнит истифода мешавад (расми 71). Ё печаки генераторро гирем, ки дар он ҚЭҲ-и тағйирёбанда индуксия мешавад. Азбаски ҚЭҲ-ҳои дар печҳои пай дар пай пайвастшудаи печак индуксияшаванда зам мешаванд, пас, амплитудаи ҚЭҲ-и



Расми 71.

индуксия дар рамка ба адади печҳои он мутаносиб мебошад. Вай инчунин ба амплитудаи сели магнитии тағйирёбанда, ки печҳои печакро «буррида мегузарад» мутаносиб аст.

Барои ба вуҷуд овардани сели магнитии шадид дар генераторҳои индуксионӣ системаи магнитии махсусе истифода мешавад, ки аз ду дилак иборат мебошад. (Дилакҳо аз пӯлоди электротехникӣ сохта мешаванд). Печакҳои офарандаи майдони магнитӣ дар комаҳои яке аз дилакҳо ҷой дода мешаванду дар комаҳои дилаки дуюм печакҳое хобонда мешаванд ки дар онҳо бояд ҚЭҲ индуксия шавад. Яке аз дилакҳо ҳамроҳи печидаи худ гирди меҳвари уфуқӣ ё амудӣ гардиш меҳӯрад. Ҳамин аст, ки онро ротор мегӯянд (аз калимаи лотинии rotor- гардон). Дилаки беҳаракат бо печидааш статор ном гирифтааст (аз калимаи лотинии stator - қарор истода, беҳаракат истода). Фосилаи байни дилакҳои

статор ва ротор бояд кам бошад, то ки сели индуксияи магнитӣ шадидтар бошад.

Майдони магнитии дар ин генератор истифодашавандаро магнити доимӣ ба вуҷуд меоварад. Фаҳмост, ки агар рамкаро қарор нигоҳ дорему магнитро дар атрофи он гардиш диҳем ҳам, худи ҳамон натиҷа ба даст меояд.

Аммо дар генераторҳои бузург (генераторҳои саноатӣ) маҳз электромагнитро, ки чун ротор хидмат мекунад, гардиш медиҳанд, вале печакҳое, ки ҚЭҲ маҳз дар онҳо бояд ба вуҷуд ояд, дар комаҳои статор хобонда шудаанд ва беҳаракатанд. Барои бо ҷараён таъмин кардани ротор ва аз печаки ротор ба занҷири беруна додани ҷараён ногузир масъалаи истифодаи чӯткаҳои лағжон (контактҳои лағжон) пеш меояд. Барои ин нӯгҳои печаки роторро бо тамосҳалқаҳо пайвастан зарур аст.

Чӯткаҳо низ беҳаракатанд. Онҳоро ба тамосҳалқаҳо қадре фишурда медоранд, яъне чӯткаҳо воситаи бо занҷири беруна робита додани печаки ротор мебошанд. Қувваи ҷараёне, ки дар печакҳои электромагнит (барои ба вуҷуд овардани майдони магнитӣ) ҷорист, назар ба қувваи ҷараёне, ки генератор ба занҷири берунӣ медиҳад, хеле кам мебошад. Бинобар ин ҷараёни тавлидшавандаро аз печакҳои беҳаракат гирифтан матлуб аст.

Чӯткаҳои лағжон (контактҳои лағжон)-ро бошад, барои ба электромагнити гардон додани ҷараёни зарурӣ истифода мебаранд. Барои ба вуҷуд овардани ин ҷараён, ки доимист, генератори алоҳидае истифода мешавад, ки дар худи ҳамон меҳвар шинонда шудааст. (Дар замони ҳозира ҷараёни ба ин мақсад истифодашавандаро одатан аз печаки статории худи ҳамон генератор мегиранд, ва онро ба воситаи росткунанда (выпрямитель) рост карда, баъд ба печаки ротор медиҳанд).

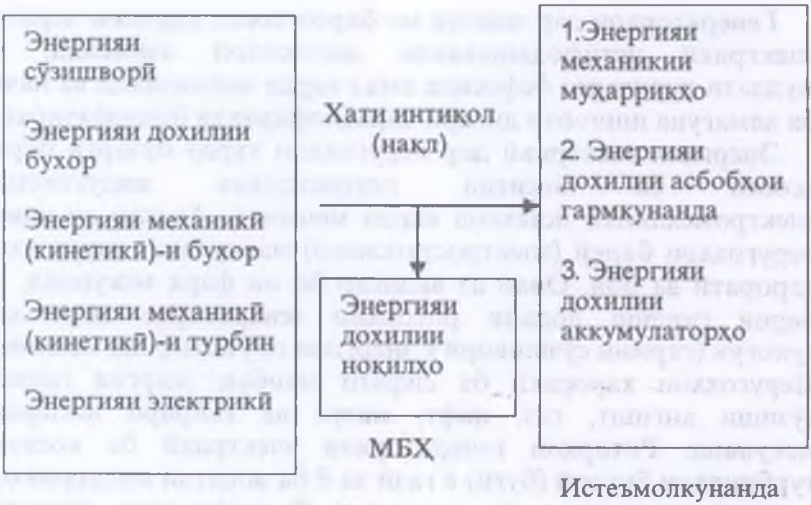
Дар генераторҳои тавоноиашон кам майдони магнитиро магнити доимии гардон ба вуҷуд меорад. Дар ингуна генераторҳо тамосҳалқаҳо ва чӯткаҳо умуман лозим намешаванд.

Дар печакҳои беҳаракати статорӣ ҚЭҲ ба вуҷуд меояд, чунки ҳангоми гардиш хӯрдани ротор сели магнитӣ тағйир меёбад ва дар печакҳои статор майдони электрикии тӯфонӣ ба вуҷуд меорад.

Генераторҳои дар замони мо барои ҳосил кардани ҷараёни электрикӣ истифодашаванда дастгоҳҳои азимеанд, ки муддати дурудароз бефосила амал карда метавонанд ва назар ба ҳамагуна иншооти дигари ҷараёнофаранда босарфатаранд.

Энергияи электрикӣ дар неругоҳҳои хурду бузурги барқӣ асосан ба воситаи генераторҳои индуксионии электромеханикӣ истеҳсол карда мешавад. Асосан ду навъи неругоҳҳои барқӣ (электростансияҳо) мавҷуданд: неругоҳҳои ҳароратӣ ва обӣ. Онҳо аз якдигар бо он фарқ мекунанд, ки барои гардиш додани роторҳои генераторҳо воситаҳои гуногун (гармии сӯзишворӣ ё энергияи об) истифода мешавад. Неругоҳҳои ҳароратӣ ба сифати манбаи энергия гармои сӯзиши ангишт, газ, нафт, мазут ва ғайраро истифода мекунанд. Роторҳои генераторҳои электрикӣ ба воситаи турбинаҳои бухорӣ (буғӣ) ё газӣ ва ё ба воситаи муҳаррикҳои дарунсӯз гардиш дода мешаванд. Босарфатарин неругоҳи барқӣ неругоҳи бухоритурбини ҳароратӣ (НБҲ, русиаш ТЭС) мебошад. Аксари НБҲ ба сифати сӯзишворӣ хокаи ангиштро истифода мекунанд. Барои истеҳсол кардани 1 кВТ. соат энергияи электрикӣ чандсад грамм ангишт сарф мешавад. Беш аз 90 фоизи энергияи дар деги бухор хориҷкардаи сӯзишворӣ ба бухор дода мешавад. Дар турбина энергияи кинетикии тираки бухор ба ротор дода мешавад. Наварди турбина ба наварди генератор ба таври ноҷунбон маҳкам карда шудааст. Генераторе,ки ротори он дар наварди умумӣ бо турбинаи буғӣ чарх мезанад, турбоғенератор меноманд. Адади гардишҳои турбогенераторҳои бухорӣ дар ҳар дақиқа то ба чанд ҳазор мерасад. Аз физикаи синфи X маълум аст, ки коэффисенти кори фоиданоки муҳаррикҳои ҳароратӣ ба қадри зиёд кардани ҳарорати ибтидоии ҷисми корӣ меафзояд. Бинобар ин бухори ба турбина равонашавандаро ҳаддалимкон гармтару фишурдатар (то ҳароратҳои 550 градус С ва фишорҳои 25 Мпа) мекунанд. ККФ-и МБҲ то 40 фоиз мерасад. Қисми зиёди энергия (гармо), ҳамроҳи бухори корхӯрда талаф мешавад. Табдилоти дар ин маврид рӯйдиҳандаи энергия дар ҷадвали зерин тасвир ёфтааст.

Неругоҳҳои ҳароратии махсуси барқӣ (ё марказҳои ҳароратии барқӣ, ки русиаш ТЭЦ ном гирифтаанд), имкон медиҳанд, ки ҳиссаи хеле зиёди бухори партовӣ (бухори корхӯрда) дар муассисаҳои саноатӣ ва барои гарм кардан ва



бо оби гарм таъмин гардондани биноҳои истиқоматӣ ва г. истифода шавад. Ин амал ККФи ин неругоҳоро то ба 60-70% мерасонад. Дар Тоҷикистон дар шаҳри Душанбе чунин МБҲ «ТЭЦ» мавҷуд мебошад, ки иқтидори он ба 128 МВт баробар аст.

Дар неругоҳҳои барқи обӣ (НБО; русиаш ГЭС) барои гардиш додани роторҳои генераторҳо энергияи потенсиалии оби аз баландӣ афтанда истифода мешавад. Ротори генератори электрикӣ ба воситаи турбинаи гидравликӣ ба



гардиш дароварда мешавад. Тавоноии ингуна неругоҳҳои барқи обӣ ба он вобаста мебошад, ки об аз чӣ қадар баландӣ ба поён меафтад ва ҳар сония чӣ қадар об ба турбина мезанад. Табдилоти энергия дар неругоҳҳои барқи обӣ дар ҷадвали зерин тасвир ёфтааст.

Вақтҳои охир дар энергетика неругоҳҳои барқи атомӣ (НБА) низ энергияи электрикӣ истеҳсол менамоянд, ки дар бораи онҳо баъдтар маълумот медиҳем.

1. *Чи гуна дастгоҳро генератор меноманд?*
2. *Қисмҳои асосии генераторро номбар кунед.*
3. *Ҷараёни тағйирёбанда аз ҷараёни доимӣ чӣ бартарӣ дорад?*
4. *Кори генератори ҷараёни тағйирёбанда бар истифодаи чигуна ҳодисаи физикӣ асос ёфтааст?*
5. *Ҷараёни электрикии тағйирёбандаро дар генератор чӣ гуна ҳосил мекунанд?*
6. *Генератор аз турбогенератор чӣ фарқ дорад?*

§ 14. ТРАНСФОРМАТОРҲО

ҚЭҲ-и генераторҳои тавоноиашон пуриқтидори неруғоҳҳои барқӣ (электростансияҳо) хеле зиёд аст. Аммо дар аксари мавридҳо шиддатҳои начандон баландро истифода кардан лозим меояд.

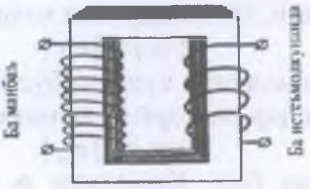
Ҷараёни тағйирёбанда ба воситаи трансформатор табдил дода мешавад. (Трансформатор аз калимаи лотинии «transformare» гирифта шуда, маънояш табдилдиҳанда мебошад). Трансформатор метавонад, ки шиддатро бе талафи тавоноӣ чанд карат кам ё зиёд кунад.

Трансформаторро нахустин бор с. 1878 олими рус П. Яблочков барои «ғизо додани» шамъҳои электрикии ихтироъкардаи худ ба кор бурдааст.

Сохти трансформатор. Трансформатор аз дилаки сарбасте иборат мебошад, ки аз варақаҳои пӯлодин иборат буда, ба он ду (баъзан беш аз ду) галтаки симинпечак кашидаанд.



Расми 72.



Расми 73.

Яке аз ин печакҳо ба манбаи шиддат пайваста мешавад. Ин печак печаки якум номида мешавад. Ҳама асбобҳову дастсоҳҳои энергияистеъмолкунанда ба печаки дигар – печаки дуюм пайваста мешавад.

Кори трансформатор бар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст. Дар мавриди дар печаки якум ҷорӣ будани ҷараёни тағйирёбанда дар дилаки трансформатор сели магнитие пайдо мешавад, ки он дар ҳар печак ҚЭҲ-и индуксия ҳосил мекунад.

ҚЭҲ-и лаҳзагии ҚЭҲ-и индуксия ё дар ҳар яке аз печҳои печаки якум ё печаки дуюм ҳамон як бузургӣ хоҳад дошт ва мувофиқи қонуни Фарадей ин тавр ёфта мешавад:

$$e = -\Phi' \qquad (3.47.)$$

Ин ҷо Φ'- ҳосилаи вақтонаи сели индуксияи магнитӣ мебошад. Агар $\Phi = \Phi_m \cos\omega t$ бошад, пас,

$$\Phi' = -\omega \Phi_m \sin\omega t \qquad (3.48.)$$

мешавад. Он гоҳ ин тавр навиштан мумкин аст:

$$\varepsilon = \omega \Phi_m \sin\omega t$$

ё ки $e = \varepsilon_m \sin\omega t$ (3.49)

Дар ин ифода $\varepsilon_m = \omega \Phi_m$ - амплитудаи ҚЭҲ-и дар як печ пайдошуда мебошад.

ҚЭҲ-и индуксия дар печаки якум дар мавриди N_1 – то печ доштани он баробари $N_1 \varepsilon$ аст. Мисли ҳамин, дар печаки дуюм ҚЭҲ-и пурра ба $N_2 \varepsilon$ баробар мебошад (N_2 - адади печҳои ин печак аст). Аз ин ҷо бармеояд, ки ҚЭҲ-и индуксия дар печакҳои якуму дуюм ингуна нисбат доранд:1

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad (3.50)$$

Муқовимати фаъоли печакҳои трансформатор чандон зиёд нест. Онро ба назар нагирифтан ҳам мумкин аст. Ин тавр ки бошад, модули шиддати нӯгҳои галтак тақрибан баробари модули ҚЭҲ-и индуксия хоҳад буд:

$$|u_1| \approx |e_1| \qquad (3.51)$$

Дар мавриди кушода будани печаки дуюми трансформатор ҷараён дар он ҷорӣ буда наметавонад. Он гоҳ

$$|u_2| \approx |e_2| \qquad (3.52)$$

хоҳад буд. Қиматҳои e_1 ва e_2 -и ҚЭҲ ҳамоҳангона бо якдигар тағйир меёбанд – дар ҳамон як лаҳза авҷ (максимум)

мегиранду дар ҳамон як лаҳза сифрӣ мешаванд. Бинобар ин нисбати бо ифодаи (3.50) муайяншавандаи онҳоро бо нисбати қиматҳои самарбахши ин ҚЭҲ-ҳо ε_1 ва ε_2 ё дар асоси ифодаҳои (3.51) ва (3.52), бо нисбати қиматҳои самарбахши шиддатҳо U_1 ва $|U_2$ иваз кардан ҷоиз аст:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

Бузургии k коэффисенти трансформатсия ном гирифтааст.

Нисбати адади печидаи якум ба печидаи дуюми трансформатор коэффитсиенти трансформатсия(k) номида мешавад

Дар мавриди k>1 будан трансформатор шиддатро кам мекунаду дар ҳангоми k<1 будан онро меафзояд.

Кори трансформатори бабор. Агар нӯгҳои печаки дуюмро ба занҷири энергияистеъмолкунанда пайвандем, қувваи ҷараён дар печаки дуюм акнун сифрӣ нахоҳад буд. Ҷараёни дар ин маврид пайдошаванда дар дилаки трансформатор сели магнитии тағйирёбандаи ба худ хосе ба вуҷуд меоварад, ки он мувофиқи қоидаи Ленс бояд тағйироти сели магнитиро дар дилак кам кунад.

Лекин хурд шудани амплитудаи лаппиши сели магнитии натиҷавӣ дар навбати худ бояд ҚЭҲ-и индуксияро дар печаки якум кам кунад. Вале ин имконнопазир аст, зеро мувофиқи (3.5) $|u_1| \approx |e_1|$ мебошад.

Бинобар ин ҳангоми сарбаст кардани занҷири печаки дуюм қувваи ҷараён дар печаки якум худбахуд меафзояд. Амплитудаи ин ҷараён тавре меафзояд, ки қимати пешинаи амплитудаи лаппишҳо сели магнитии натиҷавиро барқарор кунад.

Афзоиши қувваи ҷараён дар занҷири печаки якум мувофиқи қонуни бақои энергия сурат мегирад: ҷои энергияи талафдодаи печаки дуюм аз ҳисоби шабакаи барқ ба воситаи печаки якум пур мешавад. Тавоноии занҷири печаки якум дар мавриди ба бори муқаррарӣ (бори номиналӣ) наздик будани бори трансформатор тақрибан баробари тавоноии занҷири дуюм хоҳад буд:

$$U_1 I_1 \approx U_2 I_2 \qquad (3.53)$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \qquad (3.54)$$

Яъне, дар мавриди ба воситаи трансформатор чӣ қадар зиёд намудани шиддат, қувваи ҷараён ҳамон қадар кам мешавад ва баръакс.

1. *Трансформатор барои чӣ истифода бурда мешавад?*
2. *Тарзи кори трансформаторро фаҳмонед.*
3. *Чиро коэффисенти трансформатсия меноманд?*

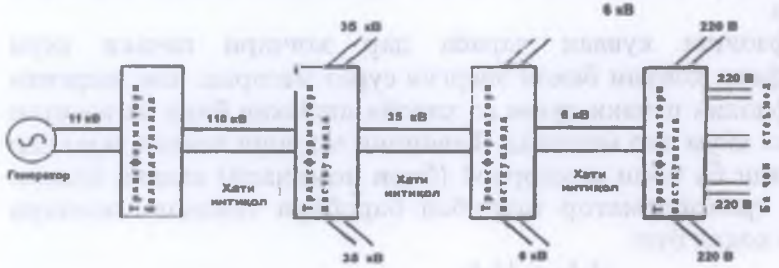
§ 15. ИНТИҚОЛ ВА ИСТИФОДАИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ

Неругоҳҳои барқиро дар ҷойҳое, ки ба конҳои сӯзишворӣ ё захираҳои об наздиканд, месозанд. Аммо истеъмолкунандагони энергияи электрикӣ дар ҳар ҷо ҳастанд. Бинобар ин зарурати ба масофаҳои дур интиқол додани энергияи электрикӣ ба миён меояд. (расми 74).

Энергияи электрикӣ ҳангоми интиқол додан камубеш талаф меёбад, чунки ҷараёни электрикии қувваш I ҳангоми дар ноқили муқовиматаш R ҷорӣ будан дар муддати t ин қадар гармӣ хориҷ мекунад: $Q=I^2Rt$

Ин гармӣ барои гарм кардани ноқилҳо сарф мешавад. Дар мавриди бисёр дароз будани хати интиқоли энергия талафшавии энергия зиёд мешавад.

Ба дараҷаи назаррас кам кардани муқовимати ноқилҳо низ кори басе душвор мебошад. Чунки барои ин масоҳати бурриши кундалангии ноқилҳоро(симҳоро) зиёд кардан лозим аст. Чунин нақли энергияи электрикӣ имконнопазир



Расми 74.

аст. Аз ин рӯ қувваи ҷараёнро кам ва шиддатро зиёд кардан лозим аст.

Азбаски тавоноии ҷараён ба ҳосили зарби қувваи ҷараён ва шиддат баробар мебошад, пас, барои доимӣ мондани тавоноии интиқолшаванда шиддати хати электрикиро зиёд кардан зарур аст. Ҳар қадаре ки хати интиқоли барқ дароз бошад, шиддати ҳамон қадар баландтарро истифода кардан зарур меояд. Чунончи, дар хати баландволти нерӯгоҳи барқии обии Норак ба номи Т. Улҷабоев (дар дарёи Вахш) шиддати 500 кВ истифода мешавад. Бо вуҷуди ин генераторҳои ҷараёни тағйирёбанда барои шиддатҳои на бештар аз 16-20



Майдончаи интиқоли энергияи электрикии НБО – и Бойгозӣ.
Расми 75.

кВ сохта мешаванд, зеро шиддати аз ин бештар барои аз ҳам ҷудо нигоҳ доштани печакҳову қисмҳои дигари генераторҳо тадбирҳои махсус талаб мекунад. Бинобар ин дар марказҳои калони барқӣ трансформаторҳои шиддатбаландкунандаро истифода мабаранд, то ки шиддати хати интиқоли барқро ба қадри кам шудани қувваи ҷараён зиёд кунанд.

Барои бевосита дар муҳаррикҳои дастгоҳҳо, шабакаи равшаноӣ ва ғайра истеъмол кардани энергияи электрикӣ шиддатҳои баландро паст кардан лозим аст. Ин амалро трансформаторҳои шиддатпасткунанда иҷро мекунанд.

Амали паст кардани шиддат ва зиёд кардани қувваи ҷараён одатан чанд зина дорад. Дар ҳар яки он зинаҳо шиддат торафт пасттар ва масоҳати фарогирандаи шабакаи электрикӣ торафт васеътар мешавад. Реҷаи интиқол ва тақсимоти энергияи электрикӣ дар рас. 75 тасвир ёфтааст.

Дар мавриди бисёр баланд будани шиддат дар байни ноқилҳои хати интиқол разряди тоҷии электрикӣ рӯй медиҳад, ки он боиси талафи энергия мегардад. Дар ин мавриди амплитудаи шиддати тағйирёбанда бояд тавре интихоб шавад, ки барои масоҳати буриши арзии муайяни ноқил талафи ба иллати разряди тоҷӣ энергия ҳаддалимкон кам бошад.

Марказҳои барқӣ як қатор ноҳияҳои мамлакатамон бо хатҳои интиқоли шиддати баланд дар як шабакаи умумӣ ё мухтасаран шабакаи умумӣ (русиаш энергосистема меноманд), пайваст мебошанд. Истеъмолкунандагон аз ҳамин шабака энергия мегиранд. Ингуна шабака имкон медиҳад, ки кори бо энергияи электрикӣ таъмин гардондани истеъмолкунандагон дар соатҳои зарурӣ (пагоҳиҳо ва бегоҳиҳо) нисбатан баробар тақсим шавад.

Истифодаи энергияи электрикӣ. Истеъмолкунандаи асосии энергияи электрикӣ саноат аст, ки қариб 70%-и тамоми энергияи истеҳсолшаванда сарф мешавад. Нақлиёт низ соҳаи энергияталаб мебошад. Қариб ҳама хоҷагиҳо энергияи электрикиро аз марказҳои давлатии барқ мегиранд.

Ҳиссаи зиёди энергияи электрикии истифодашавандаро ба энергияи механикӣ табдил додан лозим меояд. Қариб ҳама механизмҳои саноатӣ тавассути муҳаррикҳои электрикӣ ба ҳаракат дароварда мешаванд. Ин муҳаррикҳо ҷои камро ишгол намуда, барои истифодабарӣ қулай мебошанд ва дар системаҳои худкор (автоматӣ) низ қобили истифода мебошанд.

Қариб сеяки энергияи электрикие, ки саноат истеъмол мекунад, барои амалиёти технологӣ (кафшеркории электрикӣ, гудозиши фулузот, электролиз ва г.) сарф мешавад. Масалан заводи азотии Вахш, комбинати химиявии Ёвон, заводи алюминии Регар ва дигар корхонаҳои саноатиии ҷумҳурӣ бо энергияи электрикии НБО – и Норак кор мекунанд.

1. *Энергияи электрикиро ба масофаҳои дур чӣ тавр интиқол медиҳанд ?*
2. *Ба воситаи ҷараёни доимӣ ба масофаҳои дур интиқол додани энергияи электрикӣ чӣ бартарӣ дорад?*
3. *Оё шумо мисолҳое оварда метавонед, ки дар ин ё он мошин ё механизм ҷараёни электрикӣ тамоман истифода намешавад?*
4. *Сокинони шаҳрҳои калон аз харобии шабакаи электрикӣ чӣ зарар мебинанд?*

§ 16. ЭЛЕКТРИКОНИИ ТОҶИКИСТОН

. Соли 1920 аввалин нақшаи давлатии электриконидани Россия: ГОЭЛРО (государственный план электрификации России) тасдиқ карда шуд, ки дар он чор маротиба зиёд намудани истеҳсоли энергияи электрикӣ нисбат ба соли 1913 пешбинӣ шуда буд. Дар собиқ давлати шуравӣ неруғоҳҳои пуриқтидори барқӣ обӣ, ҳароратӣ ва атомӣ бунёд шуданд, ки аз ҷиҳати иқтидор калонтарини онҳо НБО-и Саяно-Шушенск мебошад. Тавоноии ин неруғоҳи барқӣ ба 6,4 миллион киловатт мерасад. Инчунин адади зиёди неруғоҳҳои барқие сохта ба истифода дода шуданд, ки тавоноии ҳар яки онҳо беш аз 3 млн кВт мебошад. Чунончи, неруғоҳи барқи ҳароратии ноҳиявӣ (ГРЭС)-и Экибастуз тавоноии 4 млн кВт дорад ва дар собиқ ИҶШС калонтарин неруғоҳи барқи ҳароратӣ мебошад.

Шабакаҳои энергии умумии Сибиру Осиёи Миёна бо шабакаи умумии қисми аврупоии Иттиҳод пайваст шуда, шабакаи ягонаи Иттиҳодро ба вуҷуд меоваранд, ки ин давлатҳои иттиҳоди мустақилро бо энергияи электрикӣ таъмин менамояд.

Қадамҳои аввалин дар рушди энергетикаи Тоҷикистон сохтмони НБО-1и Варзоб, ки 25 феврали соли 1931 аввалин хишти он бо иқтидори лоиҳавии 7,15 Мвт гузошта шуд ва соли 1936 ба истифода дода шуд, гузоштанд. Худи ҳамин сол аввалин хати интиқоли барқ барои шиддати 35 кВт аз НБО – и Варзоб то маркази тақсимоти барқи шаҳри Душанбе сохта шуд, ки ин ибтидои рушди энергетикаи Тоҷикистон буд.

Дар соли 1940 тавоноии НБО-ҳои Тоҷикистон 21,5 ҳазор кВт, истеҳсоли энергияи электрикӣ 62,1 млн. кВт. соатро ташкил медод.

Соли 1945 дар ҷумҳурӣ аввалин маркази барқи ҳароратии тавоноиаш 22000 кВт сохта ба истифода дода шуд. Соли 1946 НБО- и Хоруг бо тавоноии 936 кВт сохта, ба истифода дода шуд. Дар як вақт бо сохтмони МБҲ (ТЭЦ) дар шаҳри Душанбе, сохтмони НБО – 2 и Варзоб тавоноиаш 14,76 МВт огоз гардид ва соли 1949 ба истифода дода шуд. Солҳои 1956 – 1957 ду НБО ба истифода дода шуд: МБҲ(ТЭЦ) тавоноиаш 12 МВт дар шаҳри Душанбе ва НБО – и Қайроқум, тавоноиаш 126 МВт.

Солҳои 1957 – 1965 иқтидори МБҲ(ТЭЦ) – и шаҳри Душанбе то 128 МВт зиёд карда шуд ва дар ҷануби Тоҷикистон се НБО иқтидори умумиашон 258, 5 МВт сохта ба истифода дода шуд: НБО –и Шаршара соли 1958, иқтидораш 29,9 МВт, НБО – и Сарбанд соли 1963, иқтидораш 210 МВт ва соли 1964 НБО – и Марказӣ иқтидораш 18,4 МВт ба итмом расонида шуданд.

Тибқи қарори съезди XXIV КПСС ва нақшаи панҷсолаи тараққиёти хоҷагии халқ дар солҳои 1971 – 1975 доир ба ташкил намудани комплекси территориявӣ – истеҳсолии ҷанубии Тоҷикистон НБО – и Норак ва МБҲ(ТЭЦ) – и Ёвон сохта шуданд. Дар натиҷа соли 1975 дар ҷумҳурӣ иқтидори неругоҳҳои барқӣ ба 1732 МВт, истеҳсоли энергияи электрикӣ ба 4,6 млрд.кВт. соат расонида шуд. Соли 1976 хати интиқоли барқи шиддаташ 500 кВ – и НБО –и Норак – Регар, ки имконияти пайваст намудани энергосистемаи ҷануби Тоҷикистонро ба иттиҳодияи энергосистемаи Осиёи Миёна фароҳам овард, ба истифода дода шуд.

§17. КОМЁБИҲО ВА ПЕШОМАДҲОИ ТАРАҚҚИЁТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ДАР ТОҶИКИСТОН

Солҳои охир дар рушди соҳаи гидроэнергетикаи Тоҷикистон пешравиҳои назаррас ба амал омаданд. Дар аввали солҳои 1988 иқтидори неругоҳҳои барқи обии Тоҷикистон ба 90,7% аз умумӣ(4270МВт), истеҳсоли энергияи электрикӣ ба 91,8% аз истеҳсоли энергияи электрикӣ дар ҳамаи неругоҳҳои ҷумҳурӣ баробар гардид. Дар мавриди пурра ба истифода додани силсилаи НБО – ие, ки дар дарёи Вахш сохта мешаванд: НБО – и Роғун, ки иқтидори лоиҳавиаш 3,6 млн. кВт.соат, истеҳсоли солонаи энергияи электрикӣ13,3 млрд. кВт. соат, НБО – и Шуроб, иқтидори лоиҳавиаш 600 МВт, истеҳсоли солонаи энергияи электрикӣ 3,0 млрд.кВт.соатро ташкил медиҳад истеҳсоли энергияи электрикии обии арзон дар ҷумҳурӣ меафзояд. Тоҷикистон дорои захираҳои бойи обӣ мебошад. Бинобарин истифодаи захираҳои гидроэнергетикии Тоҷикистон имкон медиҳанд, ки на танҳо талаботи ҷумҳурӣ, балки талаботи қисми зиёди минтақаи Осиёи Миёна ва давлатҳои Афгонистон, Покистон, Эрон ва Ҳиндустонро бо энергияи электрикӣ қонеъ гардонад. Сохтмони НБО – ии дорои обанборҳои калонҳаҷм имкон

медиҳанд, ки масоҳати зиёди заминҳои бекорхобида обёрӣ карда шаванд.

Дар дарёи Вахш силсилаи НБО –и Сарбанд, Шаршара, Марказӣ, Норак, Бойғозӣ, Сангтуда.– 1ва Сангтуда – 2 сохта шуданд. Иқтидори лоиҳавии НБО – и Сангтуда – 1: 220 МВт ва Сангтуда – 2: 220 МВт мебошад. Сохтмони НБО – и Рогун иқтидори лоиҳавиаш 3600 МВт идома дорад ва дар оянда сохтмони НБО - и Шуроб иқтидори лоиҳавиаш 600 МВт ба нақша гирифта шудааст.

НБО – и Норак дар қисми ҷанубии Тоҷикистон, ки дорои захираҳои бойи гидроэнергетикӣ мебошад, ҷойгир мебошад ва бузургии он ба 300 млрд. кВт. соат энергияи электрикӣ дар як сол баҳогузорӣ мешавад.

Сохтмони НБО – и Норак соли 1961 оғоз гардида, аввалин гидроагрегати он бо иқтидори 300 МВт соли 1972 ба кор дароварда шуд ва иқтидори лоиҳавии он соли 1979 ба 2700 МВт расонида шуд. Баландии дарготи НБО – ии Норак 300 м, иқтидори солонаи истеҳсоли барқ 11,6 млрд.кВт.соатро ташкил медиҳад.

Соли 1988 реконструксияи 9 агрегати НБО – и Норак гузаронида шуд, ки дар натиҷа иқтидори ҳар як гидроагрегати он ба 335 МВт зиёд карда шуда, иқтидори умумии он ба 3000 МВт расонида шуд. НБО – и Норак ба шабакаҳои энергии умумии Осиёи Миёна бо шабакаи умумии қисми аврупоии Иттиҳод пайваст шуда, шабакаи ягонаи Иттиҳодро ба вуҷуд меоваранд, ки ин якчанд ҷумҳуриҳои Иттиҳоди Давлатҳои мустақилро бо энергияи электрикии арзон таъмин менамояд.

Иқтидори умумии силсилаи НБО – ии дарёи Вахш 9 млн.кВт, истеҳсоли солонаи энергияи электрикиашон наздики 35 млрд.кВт. соат мебошад.

Соли 1985 агрегатҳои НБО – и Бойғозӣ дар дарёи Вахш ба истифода дода шуд, ки он аз чор агрегати иқтидори ҳар кадомашон 150 МВт иборат буда, иқтидори лоиҳавиаш 600 МВт мебошад. Баландии дарғоти НБО – и Бойгозӣ 175 м, иқтидори солонаи истеҳсоли барқ 2,6 млрд.кВт.соатро ташкил медиҳад.

Дар базаи электроэнергияе, ки силсилаи НБО – и дарёи Вахш истеҳсол менамоянд, калонтарин комплекси территориявӣ – истеҳсолии Ҷанубии Тоҷикистон ташкил карда

шуд, ки ба он заводи азотии Вахш, комбинати электрохимиявии Ёвон, заводи алюминии Регар ва дигар корхонаҳои саноатӣ дохил мебошанд. Тибқи Барномаи электриконии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар оянда дар дарёҳои Зарафшон, Хинчоб ва Панҷ сохтмонҳои НБО ба нақша гирифта шудаанд, ки баъди ба истифода додани онҳо Ҷумҳурии Тоҷикистон аз бӯхрони энергетикӣ пурра баромада метавонад.

Тоҷикистон аз ҷиҳати захираҳои гидроэнергетикӣ, ки ба 527 млрд. кВт. соат дар як сол баробар аст, дар ҷаҳон дар ҷойи ҳаштӯм баъд аз Хитой, Россия, ИМА, Бразилия, Зоир, Ҳиндустон ва Канада меистад. Айни замон қисми хурди потенсиали иқтисодии захираҳои гидроэнергетикии ҷумҳурӣ истифода бурда мешаванд.

1. ***Аввалин НБО дар Тоҷикистон кай ва дар кӯҷо сохта шудааст?***
2. ***Аввалин НБҲ дар Тоҷикистон кай сохта шуд?***
3. ***Силсила неруғоҳҳои дар дарёи Вахш сохташударо номбар кунед?***
4. ***Тоҷикистон аз рӯи захираҳои барқи обӣ дар ҷаҳон дар ҷои чандум меистад?***

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Зиёдтарин қимати заряди рӯяҳои конденсатори контури лаппиш $q_m = 10^{-6}$ Кл ва зиёдтарин қимати қувваи ҷараён дар контур $I_m = 10^{-3}$ А аст. Даври лаппишро ёбед. Талафи энергиячро дар ноқилҳои пайвасткунанда ба назар нагиред.

Д.ш.аст:

$q_m = 10^{-6}$ Кл

$I_m = 10^{-3}$ А

T - ?

Ҳал. Мувофиқи қонуни бақои энергия зиёдтарин қимати энергияи майдони электрикии конденсатор ба қимати зиёдтарини энергияи майдони магнитии ғалтаки индуктивият баробар аст, яъне $q_m^2/2C = L I_m^2/2$

Аз ин ҷо: $LC = q_m^2 / I_m^2$ ё ки $\sqrt{LC} = q_m / I_m$

Пас, $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\, q_m / I_m = 6.3.10^{-3}$ с.

2. Рамкаи масоҳаташ $S = 3000$ см^2 $N = 200$ печ дорад ва дар майдони магнитии якҷинсаш индуксияаш $B = 1,5 .10^{-2}$ Тл

гардиш мехӯрад, ҚЭҲи зиёдтарин дар рамка ε = 1,5В аст. Муддати як давр гардиш хӯрдани рамкаро ёбед.

Д.ш.аст:

S = 3000 см² = 0,3 м²

B = 1,5 .10 $^{-2}$ Тл

ε = 1,5В

T - ?

Ҳал. Амплитудаи ҚЭҲи индуксия барои як печи рамка ба BSω баробар аст.

Азбаски ҚЭҲҳои дар печҳои алоҳидаи рамка пайдошуда зам мешаванд, пас, барои амплитудаи умумии ҚЭҲ дар рамкаи дорои N печ ε_m = N BSω

хоҳад буд. Аз ин ҷо: $\omega = \varepsilon_m / N BS$

Он гоҳ муддати як гардиш хӯрдани рамкаро ин тавр ёфтан мебояд:

$$T = 2\pi / \omega = 2\pi \ N BS / \varepsilon_m = 3{,}8.10^{-2} \text{ с.}$$

3. Ғалтаки муқовимати индуктивиаш X_L =500 Ом ба манбаи шиддати тағйирёбандаи басомадаш ν = 1000 Ҳс пайваст аст. Қимати самарбахши шиддатро ? В гирифта, амплитудаи қувваи ҷараёни занҷир I_m ва индуктивияти ғалтак L -ро ёбед. Муқовимати фаъолия ғалтакро ба назар нагирифтан мумкин аст.

Д.ш.аст:

X_L = 500 Ом

ν = 1000 Ҳс

I_m -?

L - ?

Ҳал. Муқовимати индуктивии ғалтакро ин тавр ифода кардан мумкин аст: $X_L = \omega L = 2\pi\nu L$

Аз ин ҷо: $L = X_L / 2\pi\nu$ = 0,08 Ғн

Амплитудаи шиддат бо қимати самарбахши он ин тавр алоқаманд аст: $U_m = U\sqrt{2}$. Бинобар ин барои амплитудаи қувваи ҷараён натиҷаи зайл ба даст меояд:

$$I_m = U_m / X_L = U\sqrt{2} / X_L = 0{,}28 \text{ А.}$$

5. Ғалтаки индуктивияташ L = 10мГн ба занҷири ҷараёни тағйирёбандаи басомадаш ν =500 Ҳс(ҳертс) пайваст аст. Дар ин занҷир конденсатори дорои чӣ қадар гунҷоишро пайвастан мебояд, ки резонанс рӯй диҳад?

Д.ш.аст:

L = 10мГн

ν = 500 Ҳс

C - ?

Ҳал. Дар шарти масъала гап дар бораи контури лаппиш меравад (ҳамин аст занҷири электрикӣ). Резонанс дар ингуна занҷир он гоҳ рӯй хоҳад дод, ки басомади ҷараёни тағйирёбанда баробари басомади хусусии контури лаппиш ($\nu = \nu_0$) шавад.

Аммо азбаски $\nu_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$

мебошад пас, ν -ро ҳам ҳамин тавр ифода кардан мумкин аст: $\nu = 1/2\pi\sqrt{LC}$

Аз ин ҷо: $C = 1/4\pi^2 L\,\nu^2 = 10^{-6}$ Ф = 10 мкФ.

МАШҚИ 3

1. Баъди он ки ба конденсатори контури лаппиш заряди $q = 10^{-5}$ Кл доданд, дар контур лаппишҳои хомӯшшаванда ба вуҷуд омаданд. То дами комилан хомӯш гардидани лаппишҳо дар контур чӣ қадар миқдори гармӣ хориҷ мешавад? Гунҷоиши конденсаторро C = 0,01 мкФ гиред.

(*Ҷавоб*: 0,005 Ҷ)

2. Контури лаппиш аз конденсатори гунҷоишаш 800 пФ ва ғатаки индуктивияташ 2 мкГн иборат аст. Даври лаппиши хоси контур чӣ гуна аст?

(*Ҷавоб*: 0,25 *мкс*)

3. Ҳудуди тағйироти индуктивияти ғалтаки контури лаппиш бояд чӣ қадар фарох бошад, ки басомади лаппишҳо дар он аз 400 то 500 Ҳс (ҳертс) тағйир ёфта тавонад? Гунҷоиши конденсаторро 10 мкФ гиред.

(Аз 16 то 10 мГн)

4. Галтаки индуктивияташ L = 0,08 Гн (ғенрӣ) ба манбаи шиддати тағйирёбандаи басомадаш ν = 1000 Ҳс (ҳертс) васл шудааст. Қимати самарбахши шиддатро U = 100В гирифта, амплитудаи қувваи ҷараёни дар занҷир ҷоришавандаро ёбед.

(*Ҷавоб*: $\approx 0{,}28\,A$)

5. Муқовимати конденсатори ғунҷоишаш 4 мкФ-ро, ки ба шабакаи басомади ҷараёни тағйирёбандааш 50 ва 400 Ҳс пайваст аст, ёбед.

(*Ҷавоб*: 0,8 *кОм*; 0,1 *кОм*)

6. Муқовимати индуктивии ғалтаки индуктивияташ 0,2 Гн ҳангоми 50 Ҳс будани басомади ҷараён чан даст? Ҳангоми 400 Ҳс- чӣ?

(*Ҷавоб*: 63 *Ом*; 0,5 *кОм*)

7. Ба занҷири ҷараёни тағйирёбандаи басомадаш 400 Ҳс ғалтаки индуктивияташ 0,1 Гн - ро пайваст намуданд. Барои ба вуҷуд овардани резонанс конденсатори ғунҷоишаш чандро пайваст кардан лозим аст?

(*Ҷавоб*; 1,6 *мкФ*)

8. Адади печҳои печаки трансформаторро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?

9. Агар трансформатор тасодуфан ба манбаи ҷараёни доимӣ пайваст шавад, чӣ ҳодиса рӯй дода метавонад?

10. Агар як печи печаки трансформатор сарбаст шавад, трансформатор аз кор мебарояд? Чаро?

11. Воҳиди ғунҷоишро дар системаи байналмилалӣ(СИ) номбар кунед: А) Ф; В) Вб; С) Гн; D) Ом

12. Ба саволҳои кроссоворди «НОРАК» ҷавоб гардонед.

	1.		Н					
		2.	О					
	3.		Р					
		4.	А					
5.			К					

1. Нерӯгоҳи барқи обие, ки агрегати аввалини он моҳи декабри соли 2007 ба истифода дода шуд.
2. Неругоҳи барқи обие, ки дар дарёи Вахш сохта шудааст тавоноиаш 600 Мвт мебошад.
3. Неругоҳи барқи обӣ дар ВМКБ.
4. Неругоҳи барқи обӣ дар вилояти Сӯғд.
5. Нерӯгоҳи барқи обӣ.

ХУЛОСАҲОИ БОБИ СЕЮМ

Дар лаппишҳои электромагнитӣ заряди электрикӣ, қувваи ҷараён ва шиддат ба таври даврӣ тағйир меёбанд. Лаппишҳои электромагнитӣ ингуна навъҳо дорад: озод, маҷбурӣ ва худбахудӣ.

Соддатарин системае, ки дар он лаппишҳои электромагнитӣ ба вуҷуд омада метавонанд, контури лаппиш мебошад. Контури лаппиш аз ғалтаки симин ва конденсатор иборат аст.

Лаппишҳои тибқи қонунҳои косинус ё синус рӯйдиҳанда лаппишҳои гармоникӣ ном доранд. Зиёдтарин қимати заряд q_m - амплитудаи лаппиши заряд ном дорад. Бузургии ω_o - ро басомади доиравии лаппиш меноманд. Ин бузургӣ бо адади лаппишҳо дар як сония алоқамандии зайл дорад: $\omega_o = 2\pi\upsilon$

Кӯтоҳтарин фосилаи вақте, ки дар давоми он як лаппиши пурра рӯй медиҳад, даври лаппиш ном гирифтааст. Даври лаппиши Т бо басомади доиравӣ ин тавр алоқаманд мебошад:

$$T= 2\pi / \omega_o = 2\pi \sqrt{LC}$$

Бузургии таҳти аломати косинус (ё синус)-ро фазаи лаппиш мегӯянд. Фаза ҳолати системаи лаппишро барои ин ё он лаҳзаи вақт ва ин ё он қимати амплитуда ифода мекунад.

Лаппишҳои контурӣ ба сабаби дар контур вуҷуд доштани соиш бо мурури замон хомӯш мешаванд.

Лаппишҳои маҷбурӣ (яъне ҷараёни электрикии тағйирёбанда) дар занҷири электрикӣ бо таъсири шиддати тағйирёбандаи берунӣ ба вуҷуд меоянд. Дар байни лаппишҳои шиддат ва қувваи ҷараён дар мавриди умумӣ ғеҷиши фази вуҷуд дорад.

Дар мавриди баробар будани басомади шиддати тағйирёбандаи берунӣ ва басомади контури лаппиш амплитудаи лаппишҳои маҷбурии қувваи ҷараён якбора меафзояд. Ин ҳодисаро резонанс меноманд. Баробари зиёд шудани қувваи ҷараён шиддати рӯяҳои конденсатор ва нӯгҳои ғалтак меафзояд. Ҳодисаи резонанси электрикӣ дар радиоалоқа ва дигар соҳаҳо истифода мешавад.

Лаппишҳои худбахудӣ (автолаппишҳо) дар контури лаппиши генератори транзисторӣ аз ҳисоби энергияи манбаи шиддати доимӣ ангехта мешаванд. Дар ингуна генератор транзистор ном асбобе истифода мешавад, ки аз эмиттер, база

ва коллектор иборат мебошад ва ду соҳаи гузариш дорад. Лаппишҳои ҷараёни контур боиси лаппиши шиддати байни эмиттеру база мегардад ва ин лаппишҳо дар навбати худ барои ҷдора кардани қувваи ҷараёни дар контури лаппиш ҷоришаванда истифода мешавад. Аз манбаи шиддат ба контур энергияе дохил мешавад, ки ҷои энергияи дар резистори контур талафёфтаро тадриҷан пур мекунад.

Ҷараёни электрикӣ аксаран ба воситаи генераторҳои индуксионии электромеханикӣ ҳосил карда мешавад. Ин генераторҳо энергияи механикиро ба энергияи ҷараёни электрикӣ табдил медиҳанд. Кори онҳо бар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ асос ёфтааст.

Ҷараёни электрикии тағйирёбанда ба воситаи трансформаторҳо табдил дода мешавад. Трансформатор ду печаке дорад, ки дар дилаки пӯлодин кашида шудаанд. Вазифаи дилак бо талафи камтарин кам ё зиёд кардани шиддат мебошад. Тағйироти шиддат бо нисбати адади печҳои печаки якум N_1 бар адади печҳои печаки дуюм N_2 муайян мешавад:

Трансформатор чанд маротибае ки шиддатро зиёд (кам) кунад, қувваи ҷараён дар занҷир ҳамон қадар кам (зиёд) мешавад:

Талафи энергия дар ноқилҳо ба квадрати қувваи ҷараён мутаносиб мебошад. Барои ба масофаҳои дур интиқол додани энергияи электрикӣ ҷараёнро кам вале шиддатро зиёд мекунанд. Шиддатро пеш аз интиқол додан ба масофаҳои дур ба воситаи трансформатор зиёд мекунанд, вале дар охири хати интиқол, шиддатро пеш аз он ки ба истеъмолкунандагон расонанд, боз ба воситаи трансформатор паст мекунанд.

БОБИ IV. Асосҳои амалияи нуҷум. Ҳаракати ҷирмхои осмонӣ.

§ 1. ОСМОНИ СИТОРАЗОР ВА ГАРДИШИ ЗОҲИРИИ ОН. ТАФОВУТИ СИТОРАҲО ВОБАСТА БА РАНГ ВА ТОБИШИ ОНҲО.

Ҳангоми мушоҳида намудани осмони ситоразор дар шаби софу беғубор, вақте, ки равшании Моҳ ба мушоҳидаи ситораҳои камнур халал намерасонад, миқдори ситораҳо дар назари аввал беҳадду ҳисоб менамоянд, вале ҳамин ки ба

осмон дурустар назар афкандед, гуруҳҳои шиноси ситораҳои байни худ доимиро ёфта метавонед, ки тасаввуроти Шумо нисбати онҳо аниқтар мешавад. Номи ин гуруҳҳо бурҷ буда, одамон онҳоро ҳазорҳо сол пеш ҷудо кардаанд. Бурҷ гуфта, соҳаи осмонро мефаҳманд, ки ҳудудаш аз руи ситораҳои муайян мегузарад. Тамоми осмон ба 88 бурҷ ҷудо карда шудааст, ки онҳоро аз рӯи мавқеи хоси ситораҳояшон ёфтан мумкин аст.

Бисёр бурҷҳо аз қадим боз номҳои пешинаашонро нигоҳ доштаанд. Баъзе номҳо бо асотири Юнони қадим (масалан Андромеда, Персей, Фарас) алоқаманд бошанд, баъзеашон ба худ номҳои ашёҳоро гирифтаанд (масалан Саҳм, Мусаллас, Мизон ва ғайра). Инчунин бурҷҳое ҳастанд, ки ба онҳо номи ҳайвонҳо ба монанди Асад, Саратон, Ақраб дода шудаанд.

Барои ягон бурҷро дар осмон ёфтан чунон ки дар харитаи ситораҳо нишон дода шудааст, (ниг. Ба харитаи ситораҳо аз расмҳои 76,77 ва 78), ситораҳои равшани онро хаёлан бо хатҳои рост ба ҳам пайваста, ба як шакли муайян меоранд.

Ситораҳои равшани ҳар як бурҷ аз қадим боз бо ҳарфҳо юнонӣ ишора карда мешаванд. Аксар вақт равшантарин ситораи бурҷ бо ҳарфи α, баъд бо ҳарфҳои β, γ ва ҳоказо аз рӯи алифбо ба қадри кам шудани дурахшонӣ ишора карда



Расми76



Расми 77.

мешаванд. Масалан, ситораи Қутб ин α – ситораи бурҷи Дуби Асғар аст.

Дар расмҳои 76,77 мавқеи ситораҳои асосии Дуби Акбар ва шакли ин бурҷ дар қадимтарин тасвири харитаи ситораҳо нишон дода шудаанд.

Дар шаби бемаҳтоб бо чашми бесилоҳ дар болои уфуқ қариб 3000 ситорарo дидан мумкин аст. Дар замони ҳозира астрономҳо мавқеи саҳеҳи чандин миллион ситораҳоро муайян карда, сели аз онҳо меомадагиро чен намудаанд ва феҳристи(каталоғи) ин ситораҳоро тартиб додаанд.



Расми 78.

Осмон рузона ба назар аз он сабаб кабуд менамояд, ки ғайриякҷинсагии муҳити ҳаво нурҳои кабуди рӯшноии Офтобро бештар пароканда мекунад.

Осмон берун аз атмосфераи Замин ҳамеша сип- сиёҳ аст ва дар он дар як вақт ҳам ситораҳо ва ҳам Офтобро мушоҳида кардан мумкин аст. Ситораҳо тобиш ва рангҳои гуногун доранд: сафед, зард, сурх. Ситора ҳар қадар сурх бошад, вай ҳамон қадар хунуктар аст. Офтоб аз ҷумлаи ситораҳои зард мебошад.

Ситораҳои сафед: Насри Воқеъ дар бурҷи Лира, Насри Тоир дар бурҷи Уқоб(тобистон ва тирамоҳ намудор аст), Яманӣ(тоҷикиаш Шабоҳанг), ки дурахшонтарин ситораи осмон аст; ситораҳои сурх: Ибталҷавзо дар бурҷи Ҷаббор ва Дабарон дар бурҷи Савр (онҳо зимистон дида мешаванд), Қалби Акбар дар бурҷи Акбар (тобистон дида мешавад); ситораҳои зард: Айюқ дар бурҷи Мумсикулинон(зимистон намудор мешавад). Дар замонҳои қадим ситораҳои дурахшонтаринро ситораҳои қадри якум ва ситораҳои камнурро, ки базӯр дидан мумкин аст, ситораҳои қадри шашум номида буданд. Ин истилоҳи қадима имрӯз ҳам дар истифода аст. Истилоҳи « қадри ситоравӣ» (бо ҳарфи m ишора карда мешавад) ба андозаи аслии ситораҳо муносибате надорад, вай сели рӯшноиро тавсиф медиҳад, ки аз ситора ба Замин меояд. Қабул шудааст, ки ҳангоми ба як қадри ситоравӣ фарқ доштани равшанӣ ситора дурахшонии он тақрибан 2,5 маротиба фарқ мекунад. Агар фарқият 5 қадри ситоравиро ташкил диҳад, пас фарқи дурахшонӣ 100 маротиба мешавад. Чунончи, ситораи қадри якум аз ситораи қадри шашум 100 маротиба дурахшонтар мебошад. Усулҳои ҳозиразамони мушоҳида имконият медиҳад, ки тақрибан ситораҳои то қадри 25 – ум дарёфта шаванд.

1. *Чиро бурҷ меноманд*?
2. *Осмони ситоразор ба чанд бурҷ ҷудо карда шудааст*?
3. *Ситораҳо аз рӯи тобиш ва рангашон чанд хел мешаванд*?
4. *Қадри ситора чиро тавсиф медиҳад*?

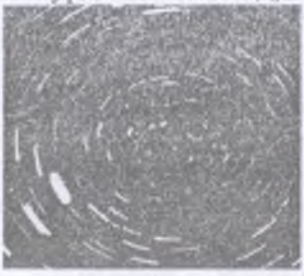
§ 2.ҲАРАКАТИ ШАБОНАРӮЗИИ ОСМОНИ СИТОРАЗОР ҲАМЧУН НАТИҶАИ ҲАРАКАТИ ЗАМИН.

Азбаски Замин дар атрофии меҳвараш давр мезанад, ба назар чунин менамояд, ки гӯё ситораҳо дар осмон ҷой иваз мекунанд. Агар рӯ ба тарафи ҷанубии уфуқ истода даврзании шабонарӯзии ситораҳоро дар арзҳои миёнаи нимкураи шимолии Замин мушоҳида кунем, мебинем, ки ситораҳо аз самти шаркии уфуқ тулӯъ карда, дар самти ҷанубии уфуқ ба авҷ мерасанд ва баъд дар самти ғарбӣ гурӯб мекунанд. Яъне онҳо аз чап ба рост аз рӯи гашти акрабаки соат давр мезананд.

Бо диққат мушоҳида карда пай бурда метавонед, ки



Расми 79.



Расми 80.

ситораи Қутб мавқеи худро нисбат ба уфуқ қариб тағйир намедиҳад. Ҳол он ки ситораҳои дигар дар давоми шабонарӯз дар атрофи ситораи Қутб як доираи пурра мекашад.

Барои ба ин боварӣ ҳосил кардан дар шаби бемаҳтоб таҷрибаи зеринро гузаронидан мумкин аст: фотоаппаратро ба дараҷаи « беохир» рост карда, рӯ ба Ситораи Қутб менигаронем ва онро дар ҳамин ҳолат мустаҳкам мекунем. Баъд затвори объективи аппаратро ним ё як соат кушода мемонем.



Расми 81.

Расми ба чунин тарз гирифташударо зоҳир карда, дар он камонҳои доираҳои ҳаммарказиҳои даврзании ситораҳоро мебинем.(расми 80). Маркази умумии ин камонҳоро – нуқтае, ки ҳангоми ҳаракати шабонарӯзии ситораҳо сокин мемонад, шартан қутби шимолии олам меноманд. Ситораи Қутб ба он хеле наздик аст (расми 81) .

Нуқтаи ба вай муқобилро қутби ҷанубии олам меноманд. Барои мушоҳидаи нимкураи шимолии Замин вай дар зери уфуқ воқеъ аст.

§ 3. МАФҲУМИ КУРАИ ОСМОН. ҚУТБИ ОЛАМ, МЕҲВАРИ ОЛАМ. ХАТИ НИСФИРӮЗӢ, МЕРИДИАНИ ОСМОНӢ, ЭКВАТОРИ ОСМОНӢ, УФУҚ.

Ҳаракати шабонарӯзии ситораҳоро ба воситаи гунбади осмон ё худ кураи осмон ном созиши математикӣ(яъне кураи хаёлие, ки радиусаш ихтиёрӣ буда, марказаш дар ҷои мушоҳид воқеъ аст) омухтан қулай мебошад. Ба рӯи ин кура мавқеи зоҳирии ҷамъи ситорагонро проексия карда, барои осон шудани ченкуниҳо якчанд нуқта ва хат мекашанд(расми 82). Чунончӣ, хати шоқулии ZCZ*, ки аз ҷои мушоҳид мегузарад, осмонро дар болои сари ӯ дар нуқтаи зенит* Z мебурад. Нуқтаи муқобилсамти он Z* нодир* ном дорад.Ҳамвории NESW, ки ба хати шоқулии ZZ* перпендикуляр аст, ҳамвории уфуқ номида мешавад.

Ин ҳамворӣ ба сатҳи Замин дар нуқтае мерасад, ки он ҷо мушоҳид қарор гирифтааст(нуқтаи С дар расми 83). Вай сатҳи кураи осмонро ба ду нимкура ҷудо мекунад.

Нимкураи намоён, ки ҳамаи нуқтаҳояш боло аз уфуқ ва нимкураи нонамоён, ки ҳамаи нуқтаҳояш зери уфуқ ҷой гирифтаанд.

Тири чархзании зоҳирии кураи осмон, ки ҳар ду қутби олам (Р ва Р*) – ро ба ҳам пайваста, мушоҳид(С) – ро бурида мегузарад, меҳвари олам ном дорад (расми 82). Меҳвари олам барои ҳар як мушоҳид ба тири чархзании Замин ҳамеша параллел мешавад (расми 83).



Расми 82.



Расми 83.

Дар уфуқ зери қутби шимолии олам нуқтаи шимол N воқеъ аст (ниг. расми 82 ва 83). Нуқтаи ба вай муқобил S-нуқтаи ҷануб аст. Хати NCS – хати нимрӯзӣ меноманд (расми 82), чунки нимрӯз дар ҳамвории уфуқи сояи милаи вертикалӣ гузошташуда ба самти ҳамин хат меафтад.

Нуқтаи шарқ E ва ғарб W дар хати уфуқ ҷойгиранд. Онҳо аз нуқтаҳои шимол N ва ҷануб S 90 градус дуранд. Аз нуқтаи N қутбҳои олам, зенит Z ва нуқтаи S ҳамвории меридиани осмонӣ мегузарад (ниг. расми 82). Экватори осмонӣ сатҳи кураи осмонро ба ду нимкура: нимкураи шимолӣ (қуллааш дар қутби шимолии олам) ва ҷанубӣ(қуллааш дар қутби ҷанубии олам) ҷудо мекунад.

§ 4. АРЗИ ГЕОГРАФИИ ВА МУАЙЯН КАРДАНИ АРЗИ МАҲАЛ. КООРДИНАТАҲОИ ОСМОНӢ. ҚИЁМИ ҶИРМҲОИ МУНИР.

Барои кашидани харитаи ситораҳо, ки бурҷҳоро дар ҳамворӣ тасвир мекунанд, координатаҳои ситораҳоро донистан лозим аст. Координатаҳои ситораҳо нисбат ба уфуқ, масалан баландии онҳо айён бошанд ҳам барои кашидани харитаи ситораҳо ба кор намеоянд, зеро ҳамеша тағйир ёфта меистанд. Бинобарин ба ҷои онҳо системаи координатаеро истифода бурдан лозим аст, ки ҳамроҳи осмони ситоразор якҷоя чарх занад. Чунин системаи координата системаи экваторӣ мебошад. Онро аз он сабаб чунин номидаанд, ки экватор ҳамвориеро мемонад, ки аз он ва дар он сарҳисоби координатаро ба қайд мегиранд. Дар ин система яке аз координатаҳо масофаи кунҷии ҷирми мунир аз экватори осмонӣ ҳисоб меёбад, ки онро майл (б) меноманд. (расми 84).



Расми 84.

Вай дар ҳудуди _+90 градус тағйир ёфта, ба самти шимол аз экватор мусбат ва ба самти ҷануб манфӣ шуморида мешавад. Майл ба арзи географӣ монанд аст.

Координатаи дуюм ба тӯли географӣ монанд буда, фарози мустақим (α) номида мешавад. Фарози мустақими ҷирм M ба кунҷи байни ҳамворихои доираҳои калон чен карда

мешавад, ки якеаш аз қутби олам ва ҷирми мазкур М ва дигараш аз қутби олам ва нуқтаи эътидоли баҳорӣ (γ) мегузарад. ки дар экватор хобидааст. (ниг. расми 84). Ин нуқтаро аз он сабаб чунин номидаанд, ки Офтоб дар он айёми баҳор 20 – 21 март, вақте ки давомоти шабу рӯз баробар аст, қарор мегирад.

Фарози мустақим аз рӯи камони экватори осмонӣ аз нуқтаи эътидоли баҳорӣ рӯ самти муқобили гардиши ақрабаки соат ҳисоб карда мешавад. Вай дар ҳудуди аз 0 то 360^0 тағйир меёбад ва аз он сабаб фарози мустақим номида мешавад, ки ситораҳои дар ҳудуди экватори осмонӣ воқеъшуда аз рӯи тартиби афзудани фарози мустақимашон тулӯъ (ва гуруб) мекунанд. Азбаски ин ҳодиса ба даврзании Замин алоқаманд аст, пас фарози мустақимро на бо дараҷаҳо, балки дар воҳидҳои вақт истифода мекунанд. Замин дар 24

Ҳодисаи аз меридиани осмонӣ гузаштани ҷирми мунирро қиём меноманд.

соат (дар назари мо гӯё ки ситораҳо) як давр, яъне 360^0 мегардад. Бинобарин агар 360^0 ба 24 соат тақсим кунем, он гоҳ $15^0 – 1$ соат, $1^0 – 4$ дақ, $15' - 1$ дақ, $15'' - 1$ сония мешавад.

Баландии ҷирм дар қиёми болоӣ баландтарин ва дар қиёми поёнӣ пасттарин аст. Фосилаи байни қиёмҳо ба ним шабонарӯз баробар аст. Барои ҷирми мунири М, ки дар арз (φ) воқеъ аст (ниг. расми 85) ва ғуруб намекунад, ҳар ду қиёми он дар болои уфуқ намоён аст; ситораҳое, ки ҳам тулӯъ мекунанду ҳам ғуруб (M_1, M_2, M_3), авҷи онҳо зери уфуқ поёнтар аз нуқтаи шимол ба амал меоянд. Ҳар ду қиёми ҷирми M_4 . ки дар тарафи ҷануб аз экватори осмонӣ дуранд, нонамоён аст. Яъне чунин ҷирм тулӯъ накунанда мебошад. Вобастагии байни баландии (h) ҷирми М – ро дар қиёми болоиаш бо майли δ ва арзи маҳаллии φ меёбем. Бо ин мақсад аз расми 86, ки дар он хати шоқулии ZZ', меҳвари олам PP*, проексияи экватори осмонӣ QQ' ва хати уфуқи NS дар ҳамвории меридиани осмонӣ (PZSP'N) тасвир ёфтаанд, истифода мебарем.



Расми 85.



Расми 86.

Лаҳзаи қиёми болоии маркази Офтобро нисфирӯзии ҳақиқӣ ва лаҳзаи қиёми поёнии онро нисфишабии ҳақиқӣ меноманд.

Мо медонем, ки баландии қутби олам дар болои уфуқ ба арзи географии маҳал, яъне $h_p = \varphi$ мебошад. Бинобар ин кунҷи байни хати нимрӯзии NS ва меҳвари олам PP/ ба арзи маҳал φ баробар аст, яъне $\angle PON = h_p = \varphi$. Маълум, ки тамоили ҳамвории экватори осмонӣ нисбат ба уфуқ, ки бо кунҷи QOS чен карда мешавад, ба $90^0 - \varphi$ баробар аст, перпендикуляр мебошанд.(ниг.расми 86).Он гоҳ ситораи М бо майли δ, ки аз самти зенит ба ҷануб қиём мекунад, дар қиёми болоӣ баландии $h = 90^0 - \varphi + \delta$ – ро соҳиб мешавад. Аз ин формула намоён аст, ки баландии ҷирми дилхоҳро бо майлаш дар қиёми болоӣ чен карда арзи географии онро муайян кардан мумкин аст. Бояд қайд кард, ки агар ҷирм дар лаҳзаи қиём дар самти ҷанубии экватор воқеъ бошад, майли ӯ манфӣ мешавад.

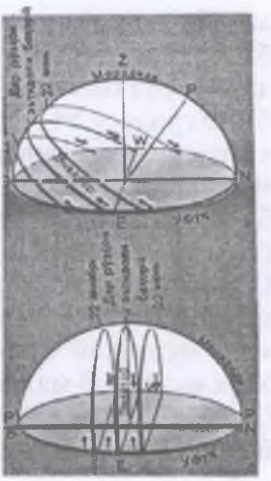
1. *Чиро қиём меноманд?*
2. *Чиро нисфишабии ҳақиқӣ меноманд?*

§ 5. ҲАРАКАТИ СОЛОНАИ ОФТОБ.

Ҳар як ситора ҳамеша дар як баландии муайян аз уфуқ қиём мекунад, чунки масофаи кунҷи вай аз қутби олам ва экватори осмон тағйир намеёбад. Офтобу Моҳ бошад, баландиашонро, ки дар онҳо қиём мекунанд, тағйир медиҳанд. Аз ин ҷо хулоса баровардан мумкин аст, ки вазъияти (майлҳои) онҳо нисбат ба ситораҳо тағйир ёфта меистанд. Мо медонем, ки Замин дар атрофи Офтоб, Моҳ

бошад дар атрофии Замин давр мезанад. Мушоҳида мекунем, ки ин ду ҷирм дар осмон вазъи худро чӣ тавр тагйир медиҳанд?

Аз рӯи соати дақиқ фосилаҳои вақти қиёмҳои болоии ситораҳову Офтобро қайд кардан мумкин аст, ки фосилаи қиёмҳои ситораҳо назар ба фосилаҳои қиёмҳои Офтоб 4 дақиқа кӯтоҳтар аст. Инро чунин мефаҳмонанд, ки Замин ҳангоми дар атрофии меҳвараш як давр (шаборӯз) гаштан тақрибан 1/265 қисми роҳи атрофи Офтобро тай мекунад.



Расмҳои 87, 88.

Вале ба назари мо тавре менамояд, ки гӯё Офтоб дар фони ситораҳо ба самти шарқ, ба самте, ки муқобили даврзании шабонарузии осмон аст, ҷо иваз мекунад. Чунин ҷойивазкунӣ тақрибан ба 1 градус баробар аст. Барои он ки Офтоб ба чунин андозаи кунҷ ҷой иваз кунад, лозим аст, ки кураи осмон боз 4 дақиқа назар ба қиёми Офтоб «дер» монад. Ба ҳамин тариқ дар натиҷаи ҳаракати Замин аз рӯи мадори Офтоб дар муддати як сол нисбат ба ситораҳо доираи калоне мекашад, ки онро эклиптика меноманд.

Шумо баландии Офтобро дар нисфирӯзӣ муайян карда, мебинед, ки Офтоб аз рӯи эклиптика ҷой иваз намуда, дар давоми як сол дар нуқтаҳои эътидол ду маротиба экватори осмониро бурида мегузарад. Ин ҳодиса дар рӯзҳои эътидоли баҳорӣ ва тирамоҳӣ(21 март ва 23 сентябр) рӯй медиҳад. Ҳамвории уфуқ экватори осмониро ба ду ҳисса тақсим мекунад. Бинобар ин дар рӯзҳои эътидол роҳи тайкардаи Офтоб ҳам дар болои уфуқ ва ҳам дар зери уфуқ баробар аст. Пас, давомоти шабу рӯз ба ҳам баробар мешаванд.

22 июн Офтоб аз рӯи эклиптика ҳаракат карда, аз экватори осмонӣ ҳарчӣ дуртар, ба қутби шимолии олам самт мегирад. Нисфи рӯз Офтоб дар нимкураи шимолии Замин дар болои уфуқ мавқеи баландтаринро ишғол мекунад (ниг. ба расми 87 ва 88). Давомоти рӯз дарозтарин мешавад, он рӯзро инқилоби тобистонаи Офтоб меноманд.

Доираи калони эклиптика доираи калони экватори осмониро таҳти кунҷи 23 градусу 17 дақиқа мебурад. 22

декабр, дар рӯзи инқилоби зимистонаи Офтоб поён аз экватор ба ҳамин гуна қимати кунҷ соҳиб мешавад. Ба ҳамин тариқ дар ин рӯз баландии Офтоб дар қиёми болоӣ назар ба 22 июн ба 46 градусу 54 дақиқа кам мешавад, ин аст, ки давомоти рӯз кӯтоҳтарин мешавад. Роҳи Офтоб аз бурҷҳои дувоздаҳгона мегузарад, ки соҳаи онро минтақаи бурҷҳо меноманд. Дар он бурҷҳои зерин воқеъ гардидаанд: Ҳут, Ҳамал, Савр, Ҷавзо, Саратон, Асад, Сунбула, Мизон, Ақраб, Ҷадӣ, Қавс, Далв. Офтоб дар ҳар кадоме аз бурҷҳо тақрибан якмоҳӣ воқеъ мешавад. Ҳаракати сайёраҳо дар фони осмони ситоразор хеле мураккаб мебошад. Сайёраҳо дар гунбади осмон чун Моҳ ва Офтоб мавқеи доимӣ надоранд. Аз ин сабаб ҳам вазъи Офтоб, Моҳ ва сайёраҳо дар харитаи осмони ситоразор танҳо барои ягон лаҳзаи муайяни вақт нишон дода мешавад.

1. *Чиро эклиптика меноманд?*
2. *Дар кадом рӯзҳо эътидоли баҳорӣ ва тирамоҳӣ рӯй медиҳанд?*
3. *Бурҷҳои дувоздаҳгонаро номбар кунед.*

§ 6. АСОСҲОИ ҲИСОБИ ВАҚТ. ВАҚТИ МАҲАЛЛӢ ВА МИНТАҚАВӢ.

Барои чен кардан фосилаҳои кӯтоҳи вақт дар астрономия асосан воҳиди асосӣ дарозии миёнаи шабонарӯзи офтобӣ, яъне фосилаи вақти миёнаи байни ду қиёми болоии (ё худ поёнии) Офтоб истифода бурда мешавад. Қимати миёнаро аз он сабаб истифода мебаранд, ки давомоти шабонарӯзи офтобӣ дар давоми сол андаке тағйир ёфта меистад. Сабабаш он аст, ки Замин дар атрофии Офтоб аз рӯи давра не, балки аз рӯи эллипс чарх мезанад ва суръати ҳаракаташ дар давоми сол чанде тағйир меёбад. Ин аст, ки дар ҳаракати зоҳирии Офтоб аз рӯи эклиптика дар давоми сол нобаробарие мушоҳида мешавад.

Лаҳзаи ба қиёми болоӣ расидани Офтоб нимарӯзи ҳақиқӣ номида мешавад.

Вале барои муайян кардани вақти аниқ маҳз аз рӯи он лаҳзаҳои аз қиём гузаштани Офтобро қайд кардан зарурияте надорад. Қайд намудани лаҳзаҳои қиёми ситораҳо қулайтар ва дақиқтар аст, чунки фарқи лаҳзаҳои қиём кардани Офтоб ва ситораи дилхоҳ барои ҳар гуна лаҳзаи вақт саҳеҳ маълум аст. Бинобарин барои муайян кардани вақти аниқ бо ёрии асбобҳои махсуси оптикӣ лаҳзаҳои қиёми ситораҳоро ба қайд

мегиранд ва аз рӯи онҳо дурустии гашти соатро месанҷанд. Агар гунбази фалак бо суръати кунҷии доимӣ чарх мезад, он гоҳ вақти бо чунин усул чен кардашуда хеле аниқ мебуд. Вале, маълум шуд, ки суръати чархзании зоҳирии гунбади фалак, ё худ суръати даврзании Замин дар гирди меҳвараш бо мурури замон каме тағйир ёфта меистад. Аз ин сабаб ҳам барои муайян намудани вақти аниқ соатҳои махсуси атомиро истифода мебаранд. Гашти ин гуна соатҳо аз рӯи лаппишҳои дохилиатомӣ, ки басомадашон бетағйир аст, назорат карда мешаванд. Вақтҳои аз рӯи соатҳои автоматӣ ва ҳаракати зоҳирии ситораҳо муайяншударо бо ҳам муқоиса намуда, нобаробарии чархзании Заминро тадқиқ кардан мумкин мегардад. Муайян кардани вақти аниқ ва ба воситаи радио ба аҳолӣ маълум кардани он вазифаи умури вақти аниқ мебошад, ки дар бисёр мамлакатҳо вуҷуд дорад.

Штурманҳои флоти баҳриву ҳавоӣ, бисёр муассисаҳои илмиву истеҳсолӣ, ки ба донистани вақти аниқ эҳтиёҷанд, сигналҳои вақти аниқро бо радио қабул карда меистанд. Аз ҷумла, барои муайян кардани тӯли географии нуқтаҳои гуногуни сатҳи Замин ҳам вақти аниқро донистан лозим аст.

Одамон барои ҳисоби фосилаҳои калони вақт аз замонҳои қадим инҷониб давомоти моҳ ё солро, яъне давомоти гардиши Офтобро аз рӯи эклиптика истифода мебурданд. Сол дарияти тағйирёбии фаслҳоро муайян мекунад. Соли шамсӣ аз 365 шабонарӯзи офтобию 5 соату 48 дақиқаю 46 сония иборат аст. Дар давоми таърихи бисёрасраи инсоният системаҳои гуногуни тақвимҳо сохта ва истифода шудаанд. Вале ҳамаи ин тақвимҳоро ба се навъ: шамсӣ, қамарӣ ва шамсии қамарӣ тақсим кардан мумкин аст. Тақвими аз ҳама қулай ва содда солшумории шамсӣ буд, ки онро дар Мисри бостонӣ истифода мебурданд.

Тақвиме, ки мунаҷҷими искандарӣ Созиген тартиб доду онро соли 46 то милод дар Рим Юлий Сезар ҷорӣ карда буд, номи тақвими юлианӣ ё худ солшумории кӯҳнаро гирифт. Дар ин тақвим се сол пай дар ҳам 365 шабонарӯзӣ(солҳои оддӣ) ва соли чорум 366 шабонарӯзро ташкил медод, ки онро соли кабиса меномиданд. Дар тақвими юлианӣ солҳое, ки рақами тартибиашон ба 4 бебақия тақсим мешаванд, солҳои кабиса мебошанд.

Давомоти миёнаи сол аз рӯи тақвими юлиани ба 365 шабонарӯзу 6 соату баробар аст, яъне вай аз соли ҳақиқӣ 11 дақиқадарозтар мебошад. Аз ин рӯ, солшумории кӯҳна дар ҳар 400 сол аз идомати ҳақиқии вақт тақрибан ба 3 шабонарӯз ақиб мемонд.

Дар замони ҳозира аксар мамлакатҳои ҷаҳон тақвими шамсии ба ном исавиро(григориани) қабул кардаанд. Дар тақвими исавӣ, ки дар собиқ СССР соли 1918 ҷорӣ шуда буд, солҳои бо ду сифр тамомшаванда(ба ғайр аз солҳои 1600, 2000,2400 ва ғайра, яъне солҳое, ки ба адади 4 бебақия тақсим мешаванд) солҳои кабиса ҳисоб намешаванд.Бо ин ислоҳот 3 шабонарӯз саҳвиятро, ки дар давоми 400 сол ҷамъ шудааст, ислоҳ карда шуд. Ба ҳамин тариқ, давомоти миёнаи сол дар санаи нав ба даври гардиши Замин дар атрофии Офтоб хеле наздик аст.

То ибтидои асри XX фарқияти санаи нав ва санаи кӯҳна ба 13 шабонарӯз расид. Санаи нав албатта тамоман дақиқ нест, вале ин хатогӣ дар 3300 сол ба як шабонарӯз мерасад.

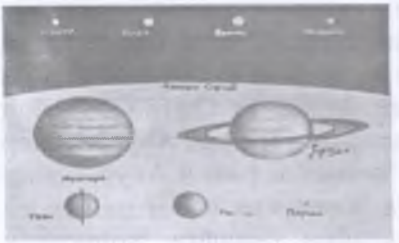
Асоси тақвими солшумории шамсиро, ки аввали сол ҳамеша ба нуқтаи эътидоли баҳорӣ, яъне ба ҷашнгирии иди Наврӯз рост меояд, шоир, мунаҷҷим ва файласуфи оламшумул Умари Хайём бунёд кардааст. Хайём касри 8/33 – ро чу насоси тақвим қабул кард. Ин каср чунин маънӣ дошт, ки дар 33 соли шамсӣ 8 солаш кабиса ва 25 солаш муқаррарӣ буданд. Бо мақсади он ки дар даври 33 сола баробарии шабу рӯз аз вазъи муқаррариаш берун наравад, солҳои кабиса 7 маротиба баъди се сол ба соли чорум ва дар охир баъди чор сол ба соли панҷум такрор мешуданд.Тақвими Хайём, ки дар таърихи илм бо номи «Зиҷи Маликшодӣ» машҳур аст, дар 4500 сол фақат ба 1 шабонарӯз хато мекунад.

1. *Солшумории юлиани аз солшумории григориани чӣ фарқ дорад?*
2. *Кадом солҳоро соли кабиса меноманд?*
3. *Тақвими «Зиҷи Маликшодӣ» - ро кӣ тартиб додааст?*

§ 7. СОХТ ВА АНДОЗАИ СИСТЕМАИ ОФТОБӢ.

Системаи Офтобӣ аз худи Офтоб, сайёраҳо ва радифҳо иборат буда, ситораҳо назар ба сайёраҳо аз мо хеле дур воқеъ гардидаанд. Аз ҳама дуртарин сайёраи бароямон маълум –

Плутон аз Офтоб назар ба Замин 40 маротиба дур воқеъ аст. Ҳатто ситораи ба Офтоб наздиктарин аз мо 7000 маротиба дур мебошад.



Расми 89.

Дар атрофии Офтоб аз рӯи мадорҳои эллипсӣ, ки аз давра кам фарқ мекунанд, 9 сайёраи калон тақрибан дар як ҳамворӣ давр мезананд. Агар масофаи сайёраҳоро аз Офтоб ба назар гирем, тартиби ҷойгиршавии онҳо чунинаст: Уторид (Аторуд ҳам мегӯянд), Зӯҳра, Замин, Миррих, Муштарӣ, Зуҳал, Уран, Нептун ва Плутон. Ба ғайр аз ин дар системаи Офтоб миқдори зиёди сайёраҳои хурд (астероидҳо) мавҷуданд, ки қисми зиёди онҳо дар байни мадорҳои Миррих ва Муштарӣ давр мезананд. Дар атрофи Офтоб ҳамчунин кометаҳо (ба истилоҳи пешинаи тоҷикӣ Зузанаб) ҷирмҳои на чандон калон, ки бо гази тунук пардапечанд, давр мезананд. Баъзан онҳо мадорҳои эллипшакл доранд, ки аз мадори Плутон ҳам берун тӯл кашидаанд. Ба ғайр аз ин дар атрофи Офтоб аз рӯи мадорҳои эллипшакл ҷирмҳои метеорӣ (шиҳобҳо) давр мезананд, ки андозаашон аз рег то астероиди майда мерасад. Метеорҳо якҷоя бо астероиду комета ҷирмҳои хурди системаи офтобиро ташкил медиҳанд. Фазои байни сайёраҳо аз гази ниҳоят тунук ва гарду чанги кайҳонӣ пур аст.

Диаметри Офтоб аз диаметри Замин 109 маротиба зиёд ва 333 000 маротиба массивноктар аст. Массаи ҳамаи сайёраҳо танҳо тақрибан 0,1 % - и массаи Офтобро ташкил медиҳад. Бинобар ин Офтоб бо қувваи ҷозибааш ҳаракати ҳамаи аъзоёни худро идора мекунад.

Шумо бо системаи геомарказии олам низ шинос ҳастед, ки онро дар асри дуюми милодӣ олими юнони қадим Клавдий Птолемей (Батлимус) пешниҳод кардааст. Вай ба маркази олам Замини курашакли беҳаракатро гузошт, ки дар атрофаш ҳамаи дигар ҷирмҳои осмонӣ давр мезананд (расми 90) .



Расми 90.

Птолемей ҳаракати ҳалқамонанди сайёраҳоро аз рӯи доираи хурд ва ғардиши маркази ин доираро дар атрофии Замин маънидод кард, аммо дар асри XVI олими поляк Николай Коперник зарурияти иваз кардани системаи Птолемейро ба амал баровад. Коперник аз ғояи беҳаракатии Замин даст кашид. Вай Заминро аз ҷумлаи сайёраҳои қаторӣ шумурда, нишон дод, ки мавқеи Замин аз Офтоб дар ҷои сеюм аст ва чун дигар сайёраҳо дар атрофии Офтоб давр мезанад Ғояи ҳаракати Заминро олими хоразмӣ Абурайҳони Берунӣ низ тарафдорӣ мекарданд. Коперник исбот намуд, ки маҳз чархзании Заминро ба эътибор гирифта, ҳодисаҳои маълуми осмонӣ ва ҳаракати ҳалқамонанди зоҳирии сайёраҳоро маънидод кардан мумкин аст. Назарияи гелиомарказии Коперник дар астрономия инқилоберо ба амал овард. Галилео Галилей(1564- 1642) яке аз аввалин мунаҷҷимонест, ки телескопашро ба осмон рост карда, назарияи Копернико тасдиқ намуд.



Николай Коперник (1473-1543) астрономии поляк, системаи гелиомарказии оламро асоснок кардааст, ки мувофиқи он Замин ҳам бо дигар сайёраҳо дар гирди Офтоб давр мезанад.

Галилей фазаҳои Зуҳраро кашф кард ва ба хулосае омад, ки тағйирёбии фазаҳои Зуҳра ба ҳамон тариқе, ки мушоҳида мешавад, дар мавриди на дар атрофии Замин, балки фақат дар гирди Офтоб давр задании сайёраи мазкур имконпазир аст.

1.*Системаи геомарказии Птоломейро маънидод намоед.*
2. *Системаи гелиомарказии Копернико маънидод кунед.*
3.*Системаи Офтобӣ кадом ҷирмҳоро дарбар мегирад?*

§ 8. КОНФИГУРАТСИЯИ САЙЁРАҲО. ДАВРИ ГАРДИШИ САЙЁРАҲО.

Конфигуратсияи сайёраҳо гуфта як тартиби хоси ҷойгиршавии байниҳамдигарии сайёраи мазкур, Замин ва Офтобро меноманд.

Пеш аз ҳама бояд қайд кард, ки шароити намудории сайёраҳо аз Замин ҳам барои сайёраҳои дарунӣ (Зуҳра,

Уторид), ки мадорҳояшон андаруни мадори Замин воқеъанд ва ҳам барои сайёраҳои берунӣ ба куллӣ фарқ доранд.

Сайёраи дарунӣ метавонад байни Замин ва Офтоб воқеъ гардад. Дар чунин ҳолат он сайёраро аз Замин мушоҳида кардан гайриимкон аст, зеро дар рӯшноии Офтоб нонамоён шуда меравад.. Мавқеъхои мазкур қирони сайёраҳо(бо Офтоб) номида мешавад.

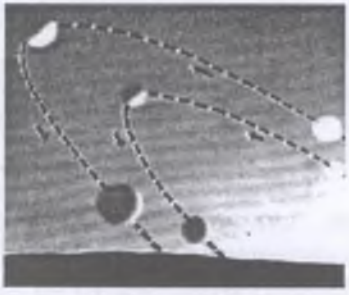
Дар қирони поёнӣ сайёра ба Замин хеле наздик, дар қирони болоӣ аз мо хеле дур ҷойгир мегардад (расми 91).



Расми 91.

Фаҳмидан душвор нест, ки кунҷи байни нурҳои назар аз Замин ба Офтоб ва ба сайёраи дарун ҳамеша кунҷи тез хоҳад буд, ки бузургиаш ҳадди муайян дорад. Ин кунҷи ҳудудӣ интиҳои дуршавии сайёра аз Офтоб номида мешавад. Ҳадди дуршавии Уторид ба 28 градус, аз Зуҳра ба 48 градус мерасад. Бинобарин сайёраҳои дарунӣ ҳамеша дар назди Офтоб ё пагоҳӣ дар самти шарқии осмон ё худ бегоҳӣ дар самти ғарбии осмон намудор мешаванд. Уторидро аз сабаби ба Офтоб наздик буданаш фақат баъзан дидан муяссар мешавад.

Зуҳра аз Офтоб ба андозаи кунҷи калоне дур мешавад, ки аз ҳама ситораву сайёраҳои осмон дида дурахшонтар метобад. Зӯҳра пас аз гуруби Офтоб ҳам дар гунбади осмон то дер намудор мемонад ва ҳатто дар партави шафақи шом низ онро хуб дидан мумкин аст. Айнан ҳамин тавр онро дар партави шафақи субҳ низ мушоҳида кардан мумкин аст. Пай бурдан мумкин аст,ки дар қисми ҷанубии осмон ҳатто шабонгоҳон на Уторид ва на Зӯҳраро дидан мумкин аст.



Расми 92.

Агар ҳангоми аз байни Замину Офтоб гузаштани Уторид ё Зӯҳра проексияаш(сояаш) ба қурси Офтоб афтад, онгоҳ ин сайёраҳо дар руи вай ба шакли доирачаҳои сиёҳтоб намудор мешаванд. Чунин гузаришҳо аз рӯи қурси Офтоб ҳангоми қирони поёнии Уторид ва

махсусан Зӯҳра кам рӯй медиҳанд (дар 7-8 сол як маротиба).

Мо вобаста ба мавқеи сайёраи дарунӣ нисбат ба Замин нимкураи аз нури Офтоб равшани онро дар шаклҳои гуногун мебинем (расми 92). Ба ин маънӣ дар назари мо сайёраҳои дарунӣ мисли Моҳ фазаҳои худро тагйир медиҳанд. Сайёраҳо ҳангоми қирони поёнӣ бо Офтоб ба мо ба тарафи нонамоёнашон нигаронанд ва аз ин рӯ наменамоянд. Онҳо андаке дуртар аз ин мавқеъ ба шакли дос намудор мешаванд. Ба қадри афзудани масофаи кунҷии Сайёра аз Офтоб қутри кунҷии сайёра кам ва бари дос то рафт зиёд мегардад. Вақте, ки кунҷи байни нурҳои назари аз сайёра ба Офтоб ва ба Замин равоншуда ба 90 градус баробар мешавад, мо ними нимкураи равшани сайёраро мебинем. Тамоми нимкураи рӯзонаи сайёраи мазкур танҳо ҳангми қирони болоӣ ба мо нигарон мешавад. Дар ин ҳолат вай дар нурҳои Офтоб нопадид гашта ба назар наменамояд.

Сайёраҳои берунӣ мисли Уторид ва Зӯҳра (ҳангоми қирон бо Офтоб) ба паси Офтоб гузашта метавонанд; он вақт ин сайёраҳо низ дар равшании Офтоб ба назар наменамоянд. Вале онҳо метавонанд қад – қади хати рости Замин - Офтоб ҷо гиранд.Дар он маврид Замин дар байни сайёраи мазкур ва Офтоб воқеъ мегардад. Чунин конфигуратсияро муқобила меноманд. Ин мавқеъ барои аз Замин истода мушоҳида кардани сайёраи мазкур аз ҳама қулай аст. Дар воқеъ дар чунин вазъият сайёра ба Замин аз ҳама наздиктар ва дар ин маврид ба Замин бо нимкураи равшанаш нигарон аст. Ба ғайр аз ин сайёраи мазкур дар осмон мақеи муқобилро ишғол карда, ба қиёми болоӣ нисфи шаб мерасад ва аз ин рӯ то нимашаб ва пас аз он ҳам ба вақти тӯлонӣ намудор мешавад.

Барои донистани даври гардиши сайёраҳо дар системаи доимии инерсиалии сарҳисоб ҳаракати Заминро ба назар гирифтан зарур аст.

Даври гардиши сайёраҳо дар атрофи Офтоб нисбат ба ситораҳо даври ситоравӣ ё худ даври сидерӣ номида мешавад.

Сайёра ба Офтоб ҳар қадар наздик бошад, суръати хаттӣ ва кунҷии он ҳамон қадар калон ва даври ситоравии гардишаш дар атрофии Офтоб ҳамон қадар кӯтоҳ мешавад. Вале аз мушоҳидаҳо на даври гардиши сидерии сайёра, балки бевосита фосилаи вақтеро муайян мекунанд, ки он байни ду

конфигуратсияи ҳамном (масалан байни ду қирони пай дар пай ё ду муқобилаи пай дар пай) гузашта бошад. Ин даврро даври гардиши синодӣ меноманд.

1. *Чиро конфигуратсияи сайёраҳо меноманд?*
2. *Чиро даври гардиши сидерӣ меноманд?*
3. *Даври гардиши синодии сайёра ба чӣ баробар аст?*

§ 9. ҲАРАКАТИ ҲАҚИҚИИ САЙЁРАҲО ВА ҚОНУНҲОИ КЕПЛЕР.

Қонунҳои ҳаракати сайёраҳоро олими бузурги олмонӣ И. Кеплер (1571- 1630) кашф кардааст. Вай дар ибтидои асри XVII даврзании Миррихро дар атрофии Офтоб омӯхта, се қонуни ҳаракати сайёраҳоро кашф намуд.

Қонуни якуми Кеплер.

Ҳар як сайёра дар атрофи Офтоб аз рӯи мадори эллипсӣ давр мезанад, ки дар яке аз фокусҳояш Офтоб ҷой гирифтааст.

Эллипс гуфта хати каҷи ҳамвории маҳдудеро меноманд, ки хосияташ чуни наст: ҳосили ҷамъи масофаи ҳар як нуқтаи вай аз нуқтае, ки онҳоро фокус меноманд, доимӣ мемонад. Ин ҳосили ҷамъи масофаҳо ба дарачаи тири калони эллипс DA баробар аст(расми 93) .



Иоҳанн Коперник (1571 -1630). Астроном ва математики олмонӣ қонунҳои ҳаракати сайёраҳоро дар атрофи Офтоб кашф намудааст. Кеплер тарафдори таълимоти Коперник буд ва бо тадқиқотҳои худ ба эътироф ва инкишофи он мусоидат кардааст.

Нуқтаи О-маркази эллипс, К ва S- фокусҳо мебошанд. Офтоб дар ин ҳолат дар фокуси S воқеъ аст. DO = OA = a (нимтири калони эллипс). Нимтири калон масофаи миёнаи сайёра аз Офтоб мебошад:

$$a = DS + \frac{SA}{2}$$

Нуқтаи ба Офтоб наздиктарини мадор A – ро перигелий ва нуқтаи аз он дуртарин D – ро афелий меноманд.

Дарачаи кашолёбии эллипсро эксентриситети он тавсиф медиҳад. Эксентриситет ба нисбати масофаи фокус аз марказ

(OK = OS) ба дарозии нимтири калон а баробар аст, яъне e = OS/OA. Дар мавриде, ки қонунҳо бо марказ ҳамҷоя меафтанд

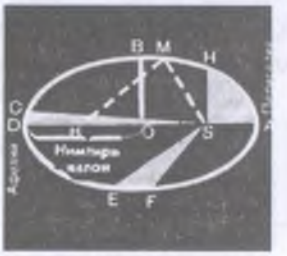
(e = o), эллипс ба давра мубаддал мешавад.

Мадори сайёраҳо эллипсҳоеанд, ки аз давра кам фарқ доранд, яъне эксентриситети онҳо хеле хурд аст. Масалан эксентриситети Замин e = 0, 017 мебошад.

Қонуни дуюми Кеплер(қонуни масоҳатҳо)

Радиус – вектори сайёра дар фосилаҳои баробари вақт масоҳатҳои баробарро мекашад.

Яъне агар сайёра камонҳои AH ва CD – ро дар фосилаҳои баробари вақт кашад, масофаҳои SAH ва SCD бо ҳам баробар мешаванд (расми 93). Вале дарозии ин камонҳо, ки масоҳатҳои баробарро маҳдуд мекунанд, гуногун мебошанд:



Расми 93.

$\cup AH$ ва $\cup CD$.

Пас, суръати хаттии ҳаракати сайёра дар нуқтаҳои гуногуни мадор якхела нест.

Сайёра ба Офтоб ҳар қадар наздик бошад, суръати он аз рӯи мадор ҳамон қадар меафзояд. Суръати сайёра дар перигелий аз ҳама зиёд ва дар афелий аз ҳама кам аст. Ҳамин тавр, қонуни дуюми Кеплер миқдоран тағйир ёфтани суръати ҳаракати сайёраро аз рӯи мадори эллипсӣ муайян мекунад.

Қонуни сеюми Кеплер.

Квадратҳои даврҳои гардиши ситоравии сайёраҳо чун куби нимтирҳои калони мадори онҳо нисбат доранд.

Агар нимтири калони мадор ва даври гардиши ситорагии як сайёраро a_1, T_1, ва аз сайёраи дигарро бо a_2, T_2 ишора кунем, он гоҳ қонуни сеюми Кеплерро ин тавр навиштан мумкин аст: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$

Ин қонуни Кеплер масофаҳои миёнаи сайёраҳоро аз Офтоб бо даврҳои ситорагиашон вобаста карда, имконият медиҳад, ки масофаҳои нисбии онҳоро аз Офтоб муайян кунем. Мо бо назардошти даврҳои синодии сайёраҳо даврҳои ситорагии

онҳоро ҳисоб карда будем. Ин усули ҳисобкунӣ имкон медиҳад, ки нимтирҳои калони мадори сайёраҳоро бо воҳидҳои нимтири калони мадори Замин ифода карда шаванд. Нимтири калони мадори Заминро воҳиди астрономии масофа меноманд: а* = 1 воҳ. астр.

1. *Қонунҳои Кеплерро таъриф дода, маънидод кунед.*
2. *Чиро воҳиди астрономии масофа меноманд?*

§ 10. МУАЙЯН КАРДАНИ МАССАИ ҶИРМҲОИ ОСМОНӢ ВА ЗАМИН.

Дар расми 94 T – маркази Замин, M – маркази ҷирми радиуси хаттиаш r – ро ифода карда шудааст. Аз таърифи параллакси уфуқӣ радиуси Замин R аз ҷирм таҳти кунҷи p намудор аст. Радиуси ҷирм аз Замин зери кунҷи g намоён аст.

Азбаски

$D = \frac{R}{\sin p}$ ва $D = \frac{r}{\sin g}$ аст, пас $r = \frac{\sin g}{\sin p} R$ мебошад.



Расми 94.

Агар кунҷҳои g ва p хурд бошанд, он гоҳ қимати синусҳо ба худи кунҷҳо мутаносибанд ва $r = \frac{g}{p} \cdot R$ навиштан мумкин аст.

Масофаи (D) то ҷирмро дониста ва радиуси кунҷии он g – ро чен карда, радиуси хатии он r – ро ҳисоб кардан мумкин аст:

$R = D \sin g$ ва ё $r = Dg$

Конуни ҷозибаи умумиҷаҳонӣ инчунин имкон медиҳад, ки яке аз муҳимтарин тавсифоти ҷисмҳои осмонӣ - масса, аз ҷумла массаи сайёраи мо муайян карда шавад. Дар ҳақиқат ҳам аз қонуни ҷозибаи умумиҷаҳонӣ ёфтан мумкин аст, ки шитоби афтиши озод $g = \frac{GM}{R^2}$.

Бинобарин, агар қимати шитоби афтиши озод, доимии гравитатсионӣ ва радиуси Замин маълум бошад, онгоҳ массаи онро муайян кардан мумкин аст.

Ба ин формула қимати g – ро гузошта, массаи Заминро меёбем: $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$, R = 6370 км, массаи Замин M = 6.10^{24} кг.

Нютон исбот намуд, ки формулаи бештар саҳеҳи қонуни сеюми Кеплер чуни наст:

$$\frac{T^2_1}{T^2_2} + \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$$

дар ин ҷо M_1 ва M_2 – массаҳои ҷирмҳои осмонӣ, ки m_1 ва m_2 мувофиқи радифҳои онҳоанд. Ба ин маънӣ сайёраҳо радифони Офтоб ба шумор мераванд. Мо мебинем, ки формулаи аниқтари қонуни мазкур аз формулаи пештара дида, бо зарбшавандае фарқ мекунад, ки ба он массаҳо дохил мешаванд. Агар бо $M_1 = M_2 = M_0$ массаи Офтоб ва бо m_1 ва m_2 массаи ду сайёраи ҷудогонаро ифода кунем, нисбати $\frac{M_0 + m_1}{M_0 + m_2}$ аз як кам фарқ мекунад, чунки m_1 ва m_2 дар қиёси массаи Офтоб хеле хурд аст. Дар ин маврид формулаи дақиқ аз формулаи тақрибӣ чандон фарқ намекунад.

Шакли бештар аниқи қонуни сеюми Кеплер имконият медиҳад, ки массаҳои сайёраҳои радифдор ва массаи Офтоб ҳисоб карда шавад. Барои муайян кардани массаи Офтоб ҳаракати Моҳро дар атрофии Замин бо ҳаракати Замин дар атрофии Офтоб муқоиса карда, формулаи мазкурро ба ин шакл навиштан мумкин аст:

$$\frac{T_3^2}{T_1^2} \cdot \frac{M_0 + M_3}{M_3 + m_1} = \frac{a_3^2}{a_1^2}$$

дар ин ҷо T_3 ва a_3 - даври гардиши Замин(як сол) ва нимтири калони мадори вай, T_1 ва a_1 – даври гардиши Моҳ дар атрофии Замин ва нимтири калони мадори он, M_0 – массаи Офтоб, M_3 - массаи Замин, m_1 – массаи Моҳ. Массаи Замин нисбат ба массаи Офтоб ва массаи Моҳ бошад, нисбат ба массаи Замин (1 : 81) хеле хурд аст. Бинобарин дар ҳосили ҷамъ ҷамъшавандаҳои дуюми формуларо ба назар нагирифтан ҳам мумкин аст. Муодиларо нисбат ба M_0 / M_3 ҳал намуда, ҳосил мекунем:

$$\frac{M_O}{M_З} = \left(\frac{a_З}{a_1}\right)^2 : \left(\frac{T_З}{T_1}\right)^2$$

Аз рӯи ин формула массаи Офтобро муайян мекунанд. Массаи Офтоб, агар онро бо воҳидҳои массаи Замин ифода кунем, ба 333 ҳазор массаи Замин баробар аст.

Барои массаи Заминро бо массаҳои сайёраҳои дигар масалан Муштарӣ муқоиса кардан, дар формулаи аввала индекси 1 – ро ба ҳаракати Моҳ дар атрофи Замини массаи M_1 дошта ва индекси 2 – ро ба ба ҳаракати ягон радифи Муштарӣ бо массаи M_2 мансуб донистан лозим аст.

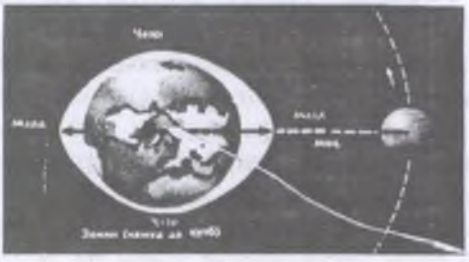
Массаи сайёраҳои берадифро аз рӯи он ғалаёнҳое* муайян мекунанд, ки онҳоро сайёраҳои мазкур дар ҳаракати сайёраҳои ҳамсоя ва ё ҳаракати кометаҳо, астероидҳо ё худ аппаратҳои кайҳонӣ ба амал меоранд.

(* - Тамоил аз ҳаракае, ки мебоист қатъӣ аз рӯи қонунҳои Кеплер гузарад, галаён номида мешавад.)

1.*Массаи ҷирмҳои осмонӣ чӣ тавр муайян карда мешаванд***?**
2.*Массаи Офтобро чӣ тавр муайян мекунанд***?**

§ 11.САБАБҲОИ МАДД ВА ҶАЗР.

Дар натиҷаи таъсири мутақобили зарраҳо ҷисм ҳаракат мекунад, ки шакли куравӣ гирад. Аз ҳамин сабаб шакли Офтоб, сайёраҳо ва радифҳои онҳо куравӣ мебошанд. Чархзании ҷисм, чунон ки шумо аз таҷрибаҳои физикӣ медонед, боиси фишурда шудани он ба самти тири даврзанӣ мегардад. Аз ин сабаб ҳам Замин дар қутбҳояш андаке фишурда мебошад(расми 95). Муштарӣ ва Зуҳал аз ҳама беш фишурда шудаанд, зеро онҳо дар атрофи меҳварашон бо суръати хеле калон давр мезананд. Вале шакли сайёра аз таъсири қувваи мутақобилаи онҳо низ тағйир ёфта метавонад. Ҷисми курашакл (сайёра) аз таъсири қувваи гравитатсионии ҷисми дигар тавре ҳаракат мекунад. ки гӯё



Расми 95.

тамоми қувваи ҷозибаи сайёра аз ҷисми ҷазбкунанда дар масофаҳои гуногун воқеъ ба марказаш равона шуда бошад. Вале ҷисмҳои ҷудогоншудаанд. Аз ин рӯ шитоби гравитатсионии онҳо низ гуногун аст. Ин боиси пайдо шудани қувваҳое мегардад, ки сайёраро дида мебароем. Ҳамон як элементи масса дар маркази Замин назар ба қисми ба тарафи Моҳ нигарони сатҳи он ба Қамар сустар ва баръакс, қисми марказии Замин назар ба қисми нимкураи муқобили он зӯртар кашида мешавад. Дар натиҷа Замин ва хусусан қабати обии вай ба ҳар ду тараф қад – қади хате, ки онро ба Моҳ мепайвандад, меёзад. Дар расмит 95 барои деформатсия кунад. Фарқи шитобҳои нуқтаи мазкур ва маркази сайёра, ки онҳоро ҷисми дигар ба амал меоварад, шитоби маддӣ номида мешавад. Ба тариқи мисол системаи Замин – Моҳро айёнияти ҳодисаи мазкур уқёнус тавре кашида шудааст, гӯё тамоми Заминро иҳота мекарда бошад. Дар нуқтаҳое, ки дар хати Замин – Моҳ мехобанд, сатҳи об аз ҳама баланд аст – он ҷо мадд рӯй додаст. Қад – қади доирае, ки ба хати хаёлии аз маркази Замин гузаранда ва ба Моҳ равоншуда перпендикуляр аст, сатҳи об аз ҳама паст мебошад, яъне дар он ҷо ҷазр рӯй додаст. Ҳангоми чархзании шабонарӯзии Замин дар мавқеъҳои гуногуни он ба навбат мадду ҷазр ба амал меояд. Ба осонӣ фаҳмидан мумкин аст, ки дар давоми як шабонарӯз ду маротиба мадд ва ду маротиба ҷазр рӯй медиҳад. Офтоб низ дар Замин мадду ҷазрро ба амал меорад. Вале азбаски Офтоб аз Замин хеле дур аст, мадду ҷазри он аз мадду ҷазри Моҳ камтар мебошад.

Ҳангоми мадд ҳаҷми бузургии об ба ҷунбиш меояд. Ҳоло дар роҳи истифода бурдани энергияи азими оби мадд дар соҳилҳои уқёнусҳо ва баҳрҳои кӯшод корҳои амалӣ мебаранд.

Меҳвари барҷастагиҳои маддӣ бояд ҳамеша ба самти Моҳ равона шуда бошад. Аммо Замин ҳангоми чархзаниаш барҷастагии оби маддро ҳамроҳи худ гардондан мехоҳад. Азбаски суръати чархзании Замин дар гирди меҳвараш аз суръати гардиши Моҳ дар атрофии Замин хеле калон аст, Қамар барҷастагии оби маддро ба тарафи худаш бештар мекашад. Дар байни об ва таги сатҳи уқёнус соиш ба амал меояд. Дар натиҷа соиши маддовар пайдо мешавад, ки соиш суръати чархзании Заминро суст мекунад ва дар натиҷа

давомоти шабонарӯз бо мурури замон дарозтар мешавад. Шояд маддҳои пурзӯри Офтоб буданд, ки ба хеле суст шудани суръатьи даврзании сайёраҳои Уторид ва Зуҳра дар атрофии меҳварашон сабаб шудаанд. Маҳз маддҳои зӯри Замин буданд, ки ба суст шудани суръати даврзании Моҳ сабабгоранд ва он фақат бо як нимкурааш ба Замин нигарон аст.

1.*Дар кадом ҳолат ҳодисаҳои мадд ва ҷазр рӯй медиҳанд?*
2. *Чаро Офтоб, сайёраҳо ва радифҳои онҳо шакли куравиро доранд?*
3. *Чаро Замин дар қутбҳояш фишурда мебошад?*

ХУЛОСАҲОИ БОБИ IV.

Ҳангоми мушоҳида намудани осмони ситоразор дар шаби софу бегубор гуруҳи ситораҳои байни худ собитаро ёфта метавонед, ки онҳоро бурҷ меноманд. Бурҷ гуфта, соҳаи осмонро мефаҳманд, ки ҳудудаш аз руи ситораҳои муайян мегузарад. Тамоми осмон ба 88 бурҷ ҷудо карда шудааст, ки онҳоро аз рӯи мавқеи хоси ситораҳояш ёфтан мумкин аст. Осмон рузона ба назар аз он сабаб кабуд метобад, ки ғайриякҷинсагии муҳити ҳаво нурҳои кабуди рӯшноии Офтобро бештар пароканда мекунад.

Осмон берун аз атмосфераи Замин ҳамеша сип- сиёҳ аст ва дар он дар як вақт ҳам ситораҳо ва ҳам Офтобро мушоҳида кардан мумкин аст. Ситораҳо тобиш ва рангҳои гуногун доранд: сафед, зард, сурх. Ситора ҳар қадар сурх бошад, вай ҳамон қадар хунуктар аст. Офтоб аз ҷумлаи ситораҳои зард мебошад.

Дар натиҷаи ҳаракати Замин аз рӯи мадори Офтоб дар муддати як сол нисбат ба ситораҳо доираи калоне мекашад, ки онро эклиптика меноманд.

Офтоб аз рӯи эклиптика ҷой иваз намуда, дар давоми як сол дар нуқтаҳои эътидол ду маротиба экватори осмониро бурида мегузарад. Ин ҳодиса дар рӯзҳои эътидоли баҳорӣ ва тирамоҳӣ (21 март ва 23 сентябр) рӯй медиҳад. Ҳамвории уфуқ экватори осмониро ба ду ҳисса тақсим мекунад. Бинобар ин дар рӯзҳои эътидол роҳи тайкардаи Офтоб ҳам дар болои уфуқ ва ҳам дар зери уфуқ баробар аст. Пас давомоти шабу рӯз ба ҳам баробар мешаванд.

22 июн Офтоб аз рӯи эклиптика ҳаракат карда, аз экватори осмонӣ ҳарчӣ дуртар, ба қутби шимолии олам самт мегирад. Давомоти рӯз дарозтарин мешавад, он рӯзро инқилоби тобистонаи Офтоб меноманд.

22 декабр, дар рӯзи инқилоби зимистонаи Офтоб поён аз экватор ба ҳамин гуна қимати кунҷ соҳиб мешавад. Ба ҳамин тариқ дар ин рӯз баландии Офтоб дар қиёми болоӣ назар ба 22 июн ба 46 градусу 54 дақиқа кам мешавад, ин аст, ки давомоти рӯз кӯтоҳтарин мешавад.

Роҳи Офтоб аз бурҷҳои дувоздаҳгона мегузарад, ки соҳаи онро минтақаи бурҷҳо меноманд. Дар он бурҷҳои зерин воқеъ гардидаанд: Ҳут, Ҳамал, Савр, Ҷавзо, Саратон, Асад, Сунбула, Мизон, Ақраб, Ҷадӣ, Қавс, Далв. Офтоб дар ҳар кадоме аз бурҷҳо тақрибан якмоҳӣ воқеъ мешавад.

Одамон барои ҳисоби фосилаҳои калони вақт аз замонҳои қадим инҷониб давомоти моҳ ё солро, яъне давомоти гардиши Офтобро аз рӯи эклиптика истифода мебурданд. Сол даврияти тағйирёбии фаслҳоро муайян мекунад. Соли шамсӣ аз 365 шабонарӯзи офтобию 5 соату 48 дақиқаю 46 сония иборат аст. Дар давоми таърихи бисёрасраи инсоният системаҳои гуногуни тақвимҳо сохта ва истифода шудаанд. Вале ҳамаи ин тақвимҳоро ба се навъ: шамсӣ, қамарӣ ва шамсии қамарӣ тақсим кардан мумкин аст. Тақвими аз ҳама қулай ва содда солшумории шамсӣ буд, ки онро дар Мисри бостонӣ истифода мебурданд.

Тақвиме, ки мунаҷҷими искандарӣ Созиген тартиб доду онро соли 46 то милод дар Рим Юлий Сезар ҷорӣ карда буд, номи тақвими юлианӣ ё худ солшумории кӯҳнаро гирифт. Дар ин тақвим се сол пай дар ҳам 365 шабонарӯзӣ(солҳои оддӣ) ва соли чорум 366 шабонарӯзро ташкил медод, ки онро соли кабиса меномиданд. Дар тақвими юлианӣ солҳое, ки рақами тартибиашон ба 4 бебақия тақсим мешаванд, солҳои кабиса мебошанд.

Давомоти миёнаи сол аз рӯи тақвими юлианӣ ба 365 шабонарӯзу 6 соату баробар аст, яъне вай аз соли ҳақиқӣ 11 дақиқа дарозтар мебошад. Аз ин рӯ, солшумории кӯҳна дар ҳар 400 сол тақрибан ба 3 шабонарӯз ақиб мемонд.

Дар замони ҳозира аксар мамлакатҳои ҷаҳон тақвими шамсии ба ном исавиро(григориани) қабул кардаанд. Дар тақвими исавӣ, ки дар собиқ СССР соли 1918 ҷорӣ шуда буд,

солҳои бо ду сифр тамомшаванда (ба ғайр аз солҳои 1600, 2000,2400 ва ғайра, яъне солҳое, ки ба адади 4 бебақия тақсим мешаванд) солҳои кабиса ҳисоб намешаванд. Бо ин ислоҳот 3 шабонарӯз саҳвиятро, ки дар давоми 400 сол ҷамъ шудааст, ислоҳ карда шуд.

То ибтидои асри XX фарқияти санаи нав ва санаи кӯҳна ба 13 шабонарӯз расид. Санаи нав албатта тамоман дақиқ нест, вале ин хатогӣ дар 3300 сол ба як шабонарӯз мерасад.

Асоси тақвими солшумории шамсиро, ки аввали сол ба нуқтаи эътидоли баҳорӣ, яъне ба ҷашнгирии иди Наврӯз рост меояд, шоир, мунаҷҷим ва файласуфи оламшумул Умари Хайём бунёд кардааст. Хайём касри 8/33 – ро чу насоси тақвим қабул кард. Ин каср чунин маънӣ дошт, ки дар 33 соли шамсӣ 8 солаш кабиса ва 25 солаш муқаррарӣ буданд. Бо мақсади он ки дар даври 33 сола баробарии шабу рӯз аз вазъи муқаррариаш берун наравад, солҳои кабиса 7 маротиба баъди се сол ба соли чорум ва дар охир баъди чор сол ба соли панҷум такрор мешуданд.Тақвими Хайём, ки дар таърихи илм бо номи « Зичи Маликшодӣ» машҳур аст, дар 4500 сол фақат ба 1 шабонарӯз хато мекунад.

Дар атрофи Офтоб аз рӯи мадорҳои эллипсӣ 9 сайёраи калон тақрибан дар як ҳамворӣ давр мезананд. Агар масофаи сайёраҳоро аз Офтоб ба назар гирем, тартиби ҷойгиршавии онҳо чунинаст: Уторид, Зӯҳра, Замин, Миррих, Муштарӣ, Зуҳал, Уран, Нептун ва Плутон. Ба ғайр аз ин дар системаи Офтоб миқдори зиёди сайёраҳои хурд (астероидҳо) мавҷуданд, ки қисми зиёди онҳо дар байни мадорҳои Миррих ва Муштарӣ давр мезананд. Дар атрофии Офтоб ҳамчунин кометаҳо (Зузанаб) ҷирмҳои на чандон калон, ки бо гази тунук пардапечанд, давр мезананд. Баъзан онҳо мадорҳои эллипшакл доранд, ки аз мадори Плутон ҳам берун тӯл кашидаанд. Ба ғайр аз ин дар атрофии Офтоб аз рӯи мадорҳои эллипшакл ҷирмҳои метеорӣ (шиҳобҳо) давр мезананд, ки андозаашон аз рег то астероиди майда мерасад. Метеорҳо якҷоя бо астероиду комета ҷирмҳои хурди системаи офтобиро ташкил медиҳанд.

Диаметри Офтоб аз диаметри Замин 109 маротиба зиёд ва 333 000 маротиба массивноктар аст.

Системаи геомарказии оламро дар асри дуюми милодӣ олими юнони қадим Клавдий Птолемей (Батлимус) пешниҳод

кардааст. Вай ба маркази олам Замини курашакли беҳаракатро гузошт, ки дар атрофаш ҳамаи дигар ҷирмҳои осмонӣ давр мезананд

Дар асри XVI олими поляк Николай Коперник зарурияти иваз кардани системаи Птолемейро ба амал баровад. Коперник аз ғояи беҳаракатии Замин даст кашид. Вай Заминро аз ҷумлаи сайёраҳои қаторӣ шумурда, нишон дод, ки мавқеи Замин аз Офтоб дар ҷои сеюм аст ва чун дигар сайёраҳо дар атрофии Офтоб давр мезанад Ғояи ҳаракати Заминро олими хоразмӣ Абурайҳони Берунӣ низ тарафдорӣ намудааст.

Назарияи гелиомаркази Коперник дар астрономия инқилоберо ба амал овард. Галилео Галилей (1564- 1642) яке аз аввалин мунаҷҷимонест, ки телескопашро ба осмон рост карда, назарияи Копернико тасдиқ намуд.

Қонунҳои ҳаракати сайёраҳоро олими бузурги олмонӣ И. Кеплер (1571- 1630) кашф кардааст. Вай дар ибтидои асри XVII даврзании Миррихро дар атрофии Офтоб омӯхта, се қонуни ҳаракати сайёраҳоро кашф намуд.

Нуқтаи ба Офтоб наздиктарини мадор А – ро перигелий ва нуқтаи аз он дуртарин D – ро афелий меноманд.

Мадори сайёраҳо эллипсҳоеанд, ки аз давра кам фарқ доранд, яъне эксентриситети онҳо хеле хурд аст. Масалан эксентриситети Замин e = 0, 017 мебошад.

Сайёра ба Офтоб ҳар қадар наздик бошад, суръати он аз рӯи мадор ҳамон қадар меафзояд. Суръати сайёра дар перигелий аз ҳама зиёд ва дар афелий аз ҳама кам аст. Қонуни дуюми Кеплер миқдоран тағйир ёфтани суръати ҳаракати сайёраро аз рӯи мадори эллипсӣ муайян мекунад.

Қонуни сеюми Кеплер масофаҳои миёнаи сайёраҳоро аз Офтоб бо даврҳои ситорагиашон вобаста карда, имконият медиҳад, ки масофаҳои нисбии онҳоро аз Офтоб муайян кунем. Мо бо назардошти даврҳои синодии сайёраҳо даврҳои ситорагии онҳоро ҳисоб карда будем.Ин усули ҳисобкунӣ имкон медиҳад, ки нимтирҳои калони мадори сайёраҳоро бо воҳидҳои нимтири калони мадори Замин ифода карда шаванд.

Нимтири калони мадори Заминро воҳиди астрономии масофа меноманд: a* = 1 воҳ. астр.

Қонуни сеюми Кеплер имконият медиҳад, ки массаҳои сайёраҳои радифдор ва массаи Офтоб ҳисоб карда шавад.

Массаи Офтоб, агар онро бо воҳидҳои массаи Замин ифода кунем, ба 333 ҳазор массаи Замин баробар аст.

БОБИ V. МАВҶҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Шумо дар синфи IX бо мавҷҳои механикӣ шинос шуда будед. Мавҷҳои механикӣ дар муҳитҳои гуногун – дар газ, моеъ ё ҷисми сахт паҳн мегарданд. Мавҷҳои навъи дигаре низ вуҷуд доранд, ки мавҷҳои электромагнитӣ ном гирифтаанд ва барои паҳншавии худ ба ягон навъ модда эҳтиёҷ надоранд. Радиомавҷҳо ва нури рӯшноӣ маҳз ҳамингуна мавҷанд. Майдони электромагнитӣ дар вакуум низ вуҷуд дошта метавонад. Мавҷҳои электромагнитӣ бо вуҷуди аз мавҷҳои механикӣ тафовути куллӣ доштанашон ҳангоми паҳншавӣ монанди мавҷҳои механикӣ рафтор мекунанд.

Биёед ба хотир биёрем, ки мавҷ чист ва хусусиятҳои асосии ҳаракати мавҷӣ чигунаанд.

§ 1. РӮЙДОДҲОИ МАВҶӢ

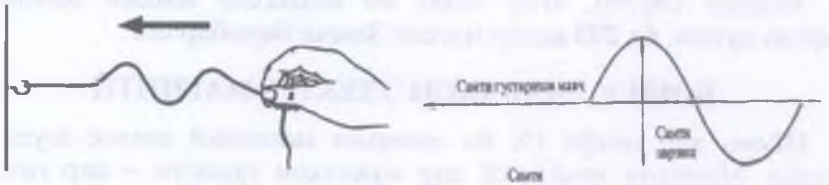
Мавҷ чист? Мавҷ гуфта лаппишеро мефаҳманд, ки бо мурури замон дар фазо паҳн мешавад.

Мавҷҳои механикӣ дар ҳаво дар ҷисмҳои сахт ва дар дохили моеъҳо бо таъсири қувваҳои чандирӣ ба вуҷуд меоянд. Дар ташаккули мавҷҳои рӯи об бошад, қувваи вазнинӣ ҳиссаи муҳим дорад.

Хусусиятҳои асосии ҳаракати мавҷиро дар мисоли мавҷҳои рӯи об дидан мумкин аст. Мавҷҳо дар ин маврид чун «хокрезаҳои» гирде ба назар мерасанд, ки сӯи пеш медаванд. Масофаи байни «хокрезаҳо» ё теғаҳои мавҷ тақрибан якхелаанд. Аммо агар ба рӯи об ягон чизи сабук, масалан, қуттии гӯгирдро партоем, вай аз паси (ё ҳамроҳи) мавҷ намеравад, балки тақрибан дар ҳамон як ҷо болову поён (мисли об) лаппидан мегирад.

Ҳангоми паҳншавии мавҷ вазъи муайяни муҳити лаппанда (вале на модда!) ҷой иваз мекунад, мекӯчад. Изтиробе, ки дар ягон ҷои об, масалан ҳангоми ба об партофтани санге ба вуҷуд меояд, ба қитъаҳои ҳамсоя дода шуда, оҳиста ҳарсӯ паҳн мегардад ва заррaҳои нав ба нави муҳитро ба ин ҳаракат

ҷалб мекунад. Аммо худи об ҷорӣ намешавад танҳо шакли сатҳи он мекӯчад.



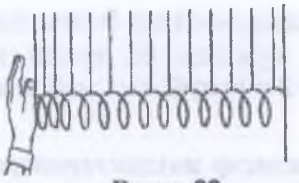
Расмҳои 96 ва 97.

Суръати мавҷ. Муҳимтарин бузургии тавсифдиҳандаи мавҷ суръати он аст. Мавҷҳо, сарфи назар аз табиати худ, дар фазо якбора паҳн гашта наметавонанд. Мавҷҳо бо ин ё он суръати ниҳоӣ (охирнок) паҳн мешаванд. Масалан, моҳихӯрак ҳамеша дар фазои рӯи ҳамон як тегаи мавҷ парвоз мекунад. Дар ин маврид суръати паҳншавии мавҷ ба суръати моҳихӯрак баробар хоҳад буд. Мавҷҳои рӯи об аз он ҷиҳат мушоҳидашавандаанд, ки суръати паҳншавиашон зиёд нест.

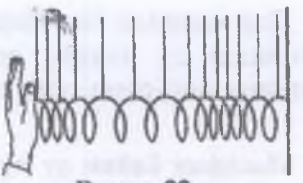
Мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ. Мавҷҳоеро, ки қад-қади ресмони резинӣ медаванд, мушоҳида кардан осон аст. Агар як нӯги ресмонро маҳкам карда нӯги дигарашро қадре кашида, онро ҷунбонем, мебинем, ки мавҷе пайдо шуда, ба қади ресмон медавад (рас. 96). Ҳар қадаре ки ресмон сахттар кашида шавад, суръати мавҷ ҳамон қадар зиёдтар мешавад. Мавҷ то нуқтае,ки ресмон баста шудааст расида, акс мешавад ва пас мегардад. Дар ин мисол ҳангоми паҳншавии мавҷ шакли ресмон тағйир намеёбад. аммо ҳар як қитъаи он нисбат ба мавқеъи мувозинати худ лаппиш мекунад. Ҳангоми ба қади ресмон давидани мавҷ қитъаҳои алоҳидаи ресмон амудан ба рафти мавҷ лаппиш мекунанд. (рас. 97) ингуна мавҷҳоро мавҷҳои арзӣ меноманд.

Мавҷҳое, ки дар онҳо лаппиши зарраҳо амудан ба самти рафти мавҷҳо рӯй медиҳад,мавҷҳои арзӣ номида мешавад.

Аммо на ҳар мавҷ мавҷи арзӣ аст. Лаппиш дар самти рафти мавҷ низ рӯй дода метавонад. Ин навъи мавҷро мавҷи тӯлӣ мегӯянд. Пайдоиши мавҷи тӯлиро бо ёрии пружини дарози чандири дар рас. 98 тасвирёфта мушоҳида кардан мумкин аст.



Расми 98.



Расми 99.

Агар як нӯги пружинро бо кафи даст занем, мебинем, ки фишориш (импулси чандирӣ) ба қади пружин медавад (рас. 98). Бо зарбаҳои пай дар пай дар пружин мавҷе ангехтан мумкин аст, ки натиҷаи фишоришҳову кашишҳои пружин мебошад. Ин фишоришҳову кашишҳо дар пайи якдигар медаванд (рас. 99). Ҳар як печи пружин дар самти рафти мавҷ лаппиш мехӯрад.

Мавҷҳое,ки дар онҳо лаппиши зарраҳо ба самти рафти онҳо рӯй медиҳад,мавҷи тӯлӣ меноманд.

Энергияи мавҷ. Ҳангоми паҳшавии мавҷ ҳаракат аз як қитъаи ҷисм ба қитъаи дигари он дода мешавад ё чунонки мегӯянд, интиқол меёбад. Интиқоли ҳаракат бо интиқоли энергия алоқаманд аст. Хосияти асосии ҳама мавҷҳо, сарфи назар аз табиаташон, ин аст, ки онҳо энергияро интиқол медиҳанд. Мавҷ энергияро аз манбае мегирад, ки он нӯги ресмон, тор ва гайраро лаппиш медиҳад. Ин энергия ҳамроҳи мавҷ мекӯчад. Ба ибораи дигар аз ҳар буриши арзии масалан, ресмон энергия бефосила «ҷорӣ» хоҳад буд. Ин энергия дар мисоли ресмон аз энергияи ҳаракат (энергияи кинетикӣ)-и қитъаҳои ресмон ва энергияи потенсиалии деформатсияи чандирии он иборат мебошад. Ҳангоми ба қади ресмон давиданҳои мавҷ оҳиста-оҳиста кам шудани амплитудаи лаппиш бо он алоқаманд аст, ки дар ин маврид як қисми энергияи механикӣ ба энергияи дохилӣ табдил меёбад.

Дарозии мавҷ. Агар нӯги озоди ресмони резинии кашидаро маҷбур созем, ки бо басомади муайян лаппиш иҷро намояд, мебинем, ки ин лаппишҳо ба қади ресмон ҳаракат мекунанд ва ҳар як қитъаи ресмон бо ҳамон басомаде мелаппад, ки мо нӯги ресмонро бо он лаппиш додаем. Вале дар ин маврид фазаи лаппишҳо нисбат ба якдигар геҷида мебошанд. Ингуна мавҷҳо мавҷҳои монохроматӣ ё худ мавҷҳои якбасомад ном гирифтаанд.

Дар мавриди баробари 2π будани фосилаи байни фазаҳои лаппиши ду нуқтаи ресмон ин нуқтаҳо ба куллӣ якхела лаппиш меҳӯранд, зеро $\cos(2\pi\nu t+2\pi)=\cos 2\pi\nu t$ мебошад. Ин

Масофаи байни ду нуқтаи ба якдигар наздиктаринеро, ки бо фазаи якхела лаппиш меҳӯранд, дарозии мавҷ меноманд.

навъ лаппишҳоро лаппишҳои ҳамфаза мегӯянд.

Мавҷ дар як даври лаппиш масофаи баробар ба λ - ро мепаймояд. Пас, суръати онро ин тавр ёфтан мебояд:

$$\upsilon=\frac{\lambda}{N}$$

Даври лаппиш T ва басомати лаппиш ν ин тавр алоқаманданд:

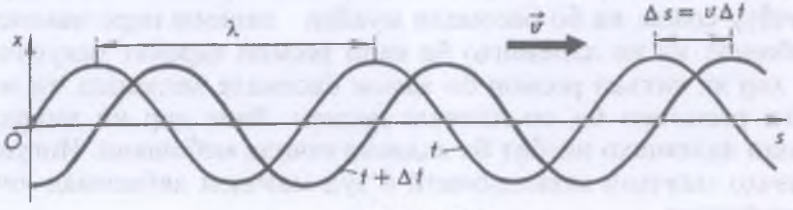
$$T=\frac{1}{\nu}$$

Пас, $\vartheta=\lambda\nu$ будааст, яъне **суръати мавҷ ба ҳосили зарби дарозии мавҷ ва басомади лаппиш баробар мебошад.**

Ҳангоми ба қади ресмон давидани мавҷ мо бо ду навъ даврият дучор меоем:

Ҳар як зарраи ресмон нисбат ба вақт ҳаракати даврӣ мекунад. Дар лаппишҳои гармоникӣ басомад ва амплитудаи лаппиш дар ҳама нуқтаҳо якхела мебошанд; онҳо танҳо бо фазаи худ фарқ мекунанд.

Дар ин ё он лаҳзаи вақт шакли мавҷ дар фазо пас аз ҳар порчаи дарозиаш λ такрор мешавад. Дар рас. 100 нимрӯй (профил)-и мавҷ барои лаҳзаи муайяни вақт тасвир ёфтааст (хати сиёҳ).



Расми 100.

Ин хат бо мурури замон бо суръати ϑ суи рост мекӯчад. Мавҷ пас аз фосилаки вақти Δt ба мавқеъе меояд, ки он бо хати сурх тасвир ёфтааст.

1. *Мавҷ чист?*
2. *Мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ аз якдигар чӣ фарқ доранд?*
3. *Хусусиятҳои асосии ҳаракати мавҷӣ чигунаанд?*
4. *Дарозии мавҷ чигуна бузургист?*
5. *Суръати мавҷ ва дарозии мавҷ чӣ алоқамандӣ доранд?*
6. *Оё ҳангоми паҳншавии мавҷ амплитудаи он ҳамеша хурд мешавад?*

§ 2. МАВҶҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

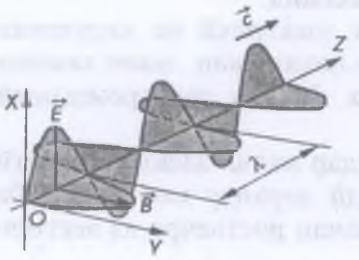
Мавҷҳои механикӣ ба туфайли таъсироти мутақобили байни заррахои модда ба вуҷуд меоянд. Ҳоло биёед бинем, ки мавҷҳои электромагнитӣ чӣ тавр пайдо мешаванд.

Таъсироти мутақобили электромагнитӣ чӣ тавр густариш меёбад? Қонунҳои электромагнетизм, ки Максвелл кашф кардааст, назар ба далелҳое, ки заминаи дарк ва кашфи ин қонунҳо гардидаанд, маълумоти бештар дода метавонанд.

Дар байни натиҷаҳои сершумори басе аҳамиятбахши муҳими қонунҳои максвеллии майдони электромагнитӣ якеаш шоёни таваҷҷӯҳи зиёдест. Ин хулосаест дар бораи он, ки таъсироти мутақобили электромагнитӣ бо суръати ниҳоӣ густариш меёбад.

Мувофиқи назарияи таъсири дур қувваи кулонии ба зарраи электрнок таъсиркунанда дарҳол баъди аз ҷой ҷунбондани зарраи электрноки ҳамсоя тағйир мепазирад. Таъсир дарҳол нақл мешавад.

Аммо аз нуқтаи назари назарияи таъсири наздик кӯчиши зарраи электрнок майдони электрикии назди онро тағйир медиҳад ва ин майдони электрикии тағйирёбанда сабабгори пайдоиши майдони магнитии тағйирёбанда (дар фазои атрофи заряд) мегардад. Майдони магнитии тағйирёбанда бошад, дар навбати худ майдони электрикии тағйирёбанда ҳосил мекунад ва ғ.



Расми 101.

Максвелл ба тарзи

математикӣ исбот намуд, ки суръати паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ баробари суръати рӯшноӣ мебошад.

Мавҷи электромагнитӣ. Тасаввур кунед, ки заряди электрикӣ (яъне зарраи электрнок) аз як нуқта ба нуқтаи дигар ба рафти ягон хати рост ба лаппиш даромадааст ва мисли бори пружина, вале назар ба он хеле тез ҳаракат мекунад. Он гоҳ майдони электрикӣ дар наздикии бевоситаи заряд ба таври даврӣ тағйир меёбад, «мелаппад». Даври ин тағйирот ба даври лаппиши заряд баробар меояд. Майдони электрикии тағйирёбанда майдони даврии тағйирёбандаи магнитиро ба вуҷуд меоварад – ин бошад, дар навбати худ боиси дар масофаҳои аз заряд акнун дуртар ба вуҷуд омадани майдони электрикии тағйирёбанда мегардад ва г.

Дар фазои атрофи заряд системаи майдонҳои даври тағйирёбандаи электрикӣ ва магнитии нисбат ба якдигар амудие ба вуҷуд меояд, ки он соҳаҳои торафт васеътари фазоро фаро мегирад. Дар ин маврид мавҷи электромагнитӣ ном мавҷе ба вуҷуд меояд, ки аз заряди ларзон ба ҳама тараф паҳн мешавад.

Равандн дар фазои нҳотакунанда паҳншавии лаппиши электромагнитӣ мавҷи электромагнитӣ номида мешавад.

Дар ҳар нуқтаи фазо майдонҳои электрикӣ ва магнитӣ бо мурури замон ба таври даврӣ тағйир меёбанд. Ҳар қадаре ки нуқта аз заряд дуртар бошад, лаппиши майдонҳо то ба он ҳамон қадар дертар мерасад. Пас, лаппишҳо дар масофаҳои гуногун (аз заряд) фазаи гуногун доранд.

Векторҳои E ва B дар ҳамагуна нуқтаҳои фазо ҳамоҳангона лаппиш мехӯранд, онҳо ҳамфазаанд. Фосилаи байни наздиктарин нуқтаҳое, ки дар онҳо лаппишҳо ҳамфаза мебошанд, дарозии мавҷ λ-ро ифода мекунад. Барои мавриди дар рас. 101 тасвирёфта метавон гуфт, ки векторҳои E ва B дар фазо бо даври тағйир меёбанд.

Векторҳои шадидияти майдони электрикӣ ва индуксияи майдони магнитӣ нисбат ба самти паҳншавии мавҷ ҳамеша амудӣ (перпендикуляр) равонаанд. Мавҷи электромагнитӣ мавҷи арзӣ мебошад.

Ҳамин тариқ, векторҳои E ва B дар мавҷи электромагнитӣ ҳам нисбат ба якдигар самти амудӣ доранду ҳам нисбат ба самти паҳншавии мавҷ. Агар пармачаи ростпечро аз вектори

Е сӯи вектори В тоб диҳем, пешрафти он бо вектори суръати мавҷ ҳамсамт меояд (ниг. рас. 101).

Афканиши мавҷҳои электромагнитӣ. Мавҷҳои электромагнитӣ аз лаппиши заряд ба вуҷуд меоянд. Муҳим он аст, ки суръати ҳаракати ингуна зарядҳо бо мурури замон тағйир меёбад, яъне онҳо бо шитоб ҳаракат мекунанд ва ин шарти асосии афканда шудани мавҷҳои электромагнитӣ мебошад. Майдони электромагнитӣ на танҳо ҳангоми лаппишии заряд, инчунин дар ҳаргуна тағйироти он (заряд) низ ба вуҷуд меояд ва ҳар қадаре ки шитоби заряд зиёд бошад, интенсивияти мавҷи хориҷгарданда ҳамон қадар бештар мешавад.

Дар мавриди бо шитоб ҳаракат кардани зарра як хосияти ба худ хоси майдони электромагнитӣ – хосияти инертият зуҳур мекунад. Майдон аз зарра «канда» мешавад ва аз ҳамин лаҳза сар карда дар шакли мавҷҳои электромагнитӣ вуҷуд доштан мегирад.

Энергияи майдони электромагнитӣ (дар ин ё он лаҳзаи вақт) ҳамоҳангона бо тағйироти векторҳои Е ва В ба таври даврӣ тағйир меёбад. Мавҷи давон бо худ ин ё он миқдор энергия мебарад ва (ба самти паҳншавии мавҷ) бо суръат ҳаракат мекунад. Ба туфайли ҳамин мавҷи электромагнитӣ бо мурури замон дар ҳаргуна соҳаи фазо ба таври даврӣ тағйир ёфта метавонад.

Максвелл ба ин ки мавҷҳои электромагнитӣ вуҷуд доранд шакке надошт. Вале танҳо пас аз 10 соли марги ӯ ин мавҷҳо ба таври таҷрибавӣ аз тарафи Ҳертс (Герц) ҳосил карда шуданд.

Мавҷҳои электромагнитӣ дар он замина ба вуҷуд меоянд, ки майдони электрикии тағйирёбанда майдони магнитии тағйирёбандаро ба вуҷуд меорад ва майдони тағйирёбандаи магнитӣ дар навбати худ майдони электрикии тағйирёбандаро ба вуҷуд меорад.

1. ***Мавҷи электромагнитӣ чист?***
2. ***Векторҳои Е ва В дар мавҷи электромагнитӣ нисбат ба якдигар чигуна самт доранд?***
3. ***Зарраи электрнок бояд чӣ тавр ҳаракат кунад, ки мавҷи электромагнитӣ афканда тавонад?***

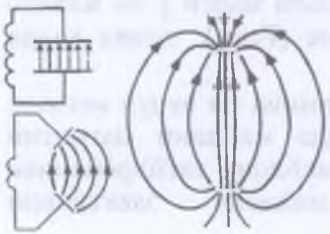
§ 3.КАШФИ ТАҶРИБАВИИ МАВҶҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Мавҷи электромагнитӣ дар заминаи робитаи мутақобили майдонҳои тағйирёбандаи электрикӣ ва магнитӣ ба вуҷуд меояд. Тағйироти яке аз ин майдонҳо боиси пайдоиши майдони дигар мегардад. Чунонки дар мавзӯъҳои гузашта қайд намудем, ҳар қадаре ки индуксияи магнитӣ бо мурури замон зудтар тағйир ёбад, шадидияти майдони электрикии ҳосилшаванда ҳамон қадар зиёдтар хоҳад буд ва дар навбати худ, ҳар қадаре ки шадидияти майдони электрикӣ зудтар тагйир ёбад, индуксияи магнитӣ ҳамон қадар зиёдтар хоҳад буд.

Пас, барои ба вуҷуд овардани мавҷҳои электромагнитии шадид (интенсивӣ) лаппишҳои электромагнитии ба қадри кофӣ баландбасомад ҳосил кардан зарур аст. Маҳз ба ҳамин шарт шадидияти майдони электрикӣ E ва индуксияи майдони магнитӣ B зуд тагйир ёфта метавонанд.

Лаппишҳои басомадашон назар ба басомади ҷараёни саноатӣ (50 Ҳс) хеле зиёдро ба воситаи контури лаппиш ба вуҷуд овардан мумкин аст. Ҳар қадаре ки индуктивият ва ғунҷоиши контур кам бошанд, басомади лаппиш ҳамон қадар зиёдтар хоҳад буд:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C}}$$



Расмҳои 102 ва 103.

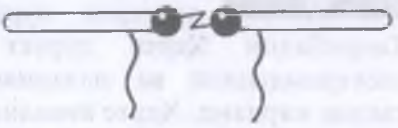
Аммо баландбасомад будани лаппишҳои электромагнитӣ тавлиди бошиддати мавҷҳои электромагнитиро ҳанӯз таъмин намекунад. Дар контури муқаррарӣ майдони магнитӣ дар даруни галтак фароҳам омадааст майдони электрикӣ – дар даруни конденсатор. Дур аз контур майдони электромагнитӣ амалан вуҷуд надорад. Ингуна контур чун манбаи мавҷҳои электромагнитӣ басо суст аст.

Г.Ҳертс барои ба вуҷуд овардани мавҷҳои электромагнитӣ дастгоҳи оддие–контури кушодаи лаппишро истифода кард. Ин контурро вибратори Ҳертс мегӯянд.

Агар оҳиста-оҳиста рӯяҳои конденсатори контурро аз ҳам дур ва масоҳати онҳоро кам кардан гирему дар айни ҳол адади печҳои ғалтакро низ кам кунем, контур кушодашуда, ба як сими рост табдил меёбад (рас. 102).

Ҳамин аст контури кушодаи лаппиш. Ғунҷоиш ва индуктивияти вибратори Ҳертс кам аст. Аз ин рӯ басомади лаппиши он бағоят зиёд мебошад. Дар контури кушода зарядҳо дар нӯгҳои ноқил ҷамъ буда наметавонанд, балки дар тамоми ноқил тақсим мешаванд. Ҷараён дар ҳамон як лаҳзаи вақт дар ҳама буришҳои ноқил як тараф равон мебошад, аммо қувваи он дар буришҳои гуногуни ноқил якхела нест. Дар нӯгҳои ноқил ҷараён сифрӣ асту дар мобайни он қимати зиёдтарин дорад. (Хотиррасон мекунем, ки дар занҷирҳои муқаррарии ҷараёни тағйирёбанда қувваи ҷараён дар ҳамон як лаҳза дар ҳама буришҳои ноқил якхела аст). Майдони электромагнитӣ тамоми фазои атрофи контурро фаро мегирад.

Барои дар ингуна контур ангехтани лаппиш дар замони Ҳертс миёни симро тавре мебуриданд, ки фосилаи нисбатан танги ҳавоӣ ё худ фосилаи шарархез пайдо шавад (рас. 103); баъд ҳарду қисми ноқилро то қимати хеле баланди фарқи потенсиалҳо электрнок мекарданд; вақте ки фарқи потенсиалҳо аз қимати муайяне зиёд мешуд, дар фосилаи шарархез шарора ба вуҷуд меомад. Он гоҳ занҷир сарбаст мешуд (рас. 104.) ва дар контури кушода лаппиш ба вуҷуд меомад.



Расми 104.

Лаппишҳои контурӣ хомӯшшавандаанд ва ин ду сабаб дорад: аввал ин ки контур муқовимати фаъол дорад, дуюм ин ки вибратор мавҷи электромагнитӣ меафканад – дар натиҷа энергияи он талаф меёбад. баъди қатъ гардидани лаппишҳо ҳарду ноқил то дами дар фосилаи шарархез ба вуҷуд омадани шарораи нав аз манба заряд мегиранд ва ин ҳодиса аз сари нав такрор мешавад.

Дар замони ҳозира барои дар контури кушодаи лаппиш ҳосил кардани лаппишҳои хомӯшнашаванда онро ба таври индуктивӣ бо контури лаппиш генератори лампагӣ ё

генератори транзисторӣ ё генераторҳои навъи дигар пайваст менамоянд.

Таҷрибаҳои Ҳертс. Ҳертс мавҷҳои электромагнитиро дар натиҷаи дар вибратор бо ёрии манбаи шиддати баланд ангехтани силсилаи импулсҳои ҷараёни зудтагйирёбанда ба вуҷуд оварда буд. Лаппиши зарядҳои электрикӣ дар вибратор боиси пайдоиши мавҷи электромагнитӣ мегардад. Аммо дар вибратор на як зарраи электрнок, балки адади бағоят зиёди электронҳо лаппиш мехӯранд. Дар мавҷи электромагнитӣ векторҳои Е ва В нисбат ба якдигар самти амудӣ доранд ва вектори Е дар ҳамвории аз вибратор гузаранда мехобаду вектори В ба ин ҳамворӣ амудӣ мебошад. Интенсивият афканиши мавҷҳо дар самти ба меҳвари вибратор амудӣ зиёд мебошад. Дар самти меҳвари вибратор ҳеҷгуна мавҷ афканда намешавад.

Ҳертс мавҷҳои электромагнитиро бо ёрии вибратори қабул (резонатор), ки ба вибратори фиристанда монанд буд, қайд мекард.



Гайнрих Ҳертс (1857-1894) - олими барҷастаи олмонӣ, ки мавҷудияти мавҷҳои электромагнитиро бори нахуст (с. 1886) ба таври таҷрибавӣ исбот кардааст. Ҳертс мавҷҳои электромагнитиро таҳқиқ карда, ошкор сохт, ки хосиятҳои асосии ин мавҷҳову мавҷҳои нури рӯшноӣ айнан якхелаанд. Таҷрибаҳои Ҳертс дуруст будани назарияи майдони электромагнитӣ ва назарияи электромагнитии рӯшноиро тасдиқ карданд. Ҳертс аввалин шуда, муодилаҳои Максвелро дар ҳамон шакле, ки ҳозир истифода мешаванд, навиштааст. Соли 1886 ӯ ҳодисаи фотоэлектрикӣ (фотоэффект)-ро мушоҳида кардааст. Мушоҳидаҳои Ҳертс аввалин мушоҳидаи ҳодисаи номбурда буданд.

Дар вибратори қабул лаппиши ҷараён рӯй медиҳад. Дар мавриди бо басомади лаппиши мавҷи электромагнитӣ баробар омадани басомади хусусии вибратори қабул резонанс мушоҳида мешавад. Лаппишҳои резонатори дар мавриди бо вибратори нурафкан мувозӣ (параллел) будани резонатор бо амплитудаи зиёд рӯй медиҳанд. Ҳертс ин лаппишҳоро аз мушоҳидаи шарораҳое дарёфт, ки дар

фосилаи хурди байни ноқилҳои вибратори қабул пайдо мешуданд.

Ҳертс мавҷҳои электромагнитиро на танҳо ба вуҷуд овард, балки боз ошкор сохт, ки рафтори онҳо бо рафтори мавҷҳои дигар монандӣ дорад. Аз ҷумла, ӯ ошкор сохт, ки мавҷҳои электромагнитӣ аз варақаҳои металлӣ инъикос, мешаванд, интерференсия мешаванд ва г. Дар мавриди бо мавҷи аз вибратор оянда зам шудани мавҷи аз варақаи металлӣ инъикосгашта максимумҳо ва минимумҳои лаппиш ба вуҷуд меоянд. Резонатор (вибратори қабул)-ро ин ё он тараф кӯчонда, мавқеи максимумҳои мавҷи истода ва аз рӯи он дарозии мавҷро ёфтан осон аст.

Суръати мавҷҳои электромагнитӣ. Дар таҷрибаҳои Ҳертс дарозии мавҷ якчанд даҳяки метр буд. Ҳертс басомади хусусии лаппиши электромагнитии вибраторро ҳисоб карда, аз рӯи формулаи $\vartheta = \lambda\nu$ суръати мавҷи электромагнитиро ёфт. Ин суръат (с) тақрибан 300 000 км/с баромад.

Таҷрибаҳои Ҳертс пешгӯиҳои Максвеллро ба кулли тасдиқ карданд.

1. ***Сабаб чист, ки контури муқаррарии лаппиш (контури сарбаст) барои хориҷ гардондани мавҷҳои электромагнитӣ ва қайд кардани онҳо истифода намешавад?***
2. ***Суръати паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ чӣ қадар аст?***
3. ***Вибраторҳои фиристанда ва қабулкунанда нисбат ба якдигар мавқеи амудӣ доранд. Оё дар ин маврид дар вибратори қабулкунанда лаппиш ба вуҷуд меояд?***

§ 4. ЗИЧИИ ЭНЕРГИЯИ АФКАНИШОТ.

Нурҳои электромагнитӣ дорои ин ё он миқдори энергия мебошанд. Тавсифоти энергии нурҳо басо муҳиманд, зеро дараҷаи ба асбобҳои нурқайдкунанда таъсир овардани манбаи нурро «таин» мекунанд. Мо ин ҷо танҳо бо яке аз ингуна тавсифоти нури электромагнитӣ ошно мешавем.

Зичии сели нурҳо. Сатҳи масоҳаташ S-ро муойина мекунем, ки аз тариқи он нурҳои электромагнитӣ ин ё он миқдор энергияро интиқол медиҳанд. Ингуна масоҳат дар рас. 106 тасвир ёфтааст. Ин ҷо хатҳои рост самти паҳншавии мавҷҳои электромагнитиро

Зичии сели нурҳои электромагнитӣ I гуфта нисбати энергияи электромагнитии ΔW -и дар муддати Δt аз сатҳи ба рафти шуоъҳо амудан воқеъшудаи S гузарандаро бар ҳосили зарби масоҳати S ва муддати Δt меноманд.

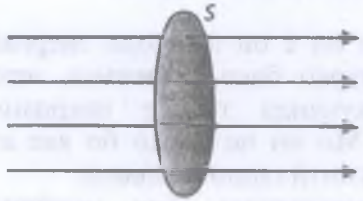
ифода мекунанд. Хатҳои мазкур шуоъҳоеанд, ки амудан ба сатҳе мезанад, ки дар ҳама нуқтаҳои он лаппишҳо фазаи якхела доранд.

$$I = \Delta W / S \Delta t \qquad (5.1)$$

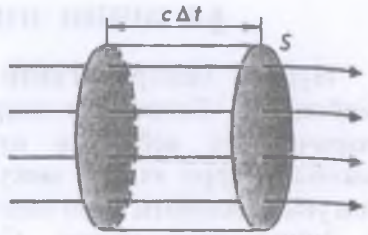
Ин бузургӣ аслан тавоноии нури электромагнитӣ ё худ энергияе мебошад, ки дар воҳиди вақт аз тариқи воҳиди масоҳат мегузарад. Зичии сели нурҳоро дар СИ бо Ватт бар метри квадратӣ (Вт/м²) ифода мекунанд. Ин бузургиро интенсивияти мавҷ низ меноманд.

Бузургии I - ро ба воситаи зичии энергияи электромагнитӣ ва суръати паҳншавии он с ифода мекунем. Сатҳи масоҳаташ S-ро амудан ба рафти шуоъҳо ҷой дода, дар он силиндри ташкилдиҳандааш $c\Delta t$ месозем (масоҳати S-ро ба сифати асоси силиндр интихоб мекунем) (рас.105, 106). Ҳаҷми силиндр баробари $\Delta V = Sc\Delta t$ аст. Энергияи майдони электромагнитӣ дар даруни силиндр ба ҳосили зарби зичии энергия ва ҳаҷм баробар мебошад:

$$\Delta W = \omega \, c\Delta t.S$$



Расми 105.



Расми 106.

Ҳамаи ин энергия дар муддати Δt аз асоси рости силиндр мегузарад. Бинобар ин аз (5.1) ингуна ифода ҳосил мешавад:

$$I = \omega \, c\Delta t.S/S\Delta t = \omega \, c \qquad (5.2)$$

Яъне зичии сели нурҳо ба ҳосили зарби зичии энергияи электромагнитӣ ва суръати паҳншавии он баробар будааст.

Акнун вобастагии зичии сели нурҳоро ба масофаи то манба муқаррар мекунем. Барои ин боз як мафҳуми дигарро донистан зарур аст.

Манбаи нуқтагии нур. Манбаҳои афкандаи нурҳои электромагнитӣ багоят гуногун буда метавонанд. Соддатарини онҳо манбаи нуқтагӣ мебошад.

Манбаи нурро дар мавриде манбаи нуқтагӣ мегӯянд, ки андозаҳои он назар ба масофаи муоина шудани таъсираш хеле кӯтоҳ бошанд.

Ситораҳо нури рӯшноӣ (мавҷи электромагнитӣ) меафкананд ва он нур то ба мо меояд. Азбаски масофа аз Замин то ситораҳо назар ба андозаҳои ситораҳо ҳазорҳо маротиба зиёд аст, пас, метавон гуфт, ки ситораҳо беҳтарин модели манбаи нуқтагианд.

Энергияе, ки онро мавҷҳои электромагнитӣ бо худ доранд, ба қадри аз манба дур шудани нур дар масоҳати торафт бештар тақсим мешавад. Бинобар ин энергияе, ки онро нур аз тариқи масоҳати воҳидӣ дар воҳиди вақт интиқол медиҳад ба қадри аз манба дур шудан мекоҳад.

Вобастагии зичии сели нурҳоро ба масофаи то манба омӯхтан дар мавриде аз ҳама осонтар аст, ки манба дар маркази кӯра (сфера)-и радиусаш R ҷой дода шавад. Масоҳати сатҳи кӯра $S=4\pi R^2$ аст. Бигзор манба ба ҳама тарафҳо дар муддати Δt ба қадри ΔW энергия афканад. Он гоҳ ин тавр навиштан мумкин аст:

$$I= \Delta W/ S\Delta t = \Delta W / 4\pi R^2 \qquad (5.3)$$

яъне зичии сели нурҳои афкандаи манбаи нуқтагӣ чаппа мутаносибан ба квадрати масофаи то манба кам мешавад.

Вобастагии зичии сели нурҳо ба басомад. Мавҷҳои электромагнитӣ дар натиҷаи ҳаракати шитобдор кардани зарраҳои электрнок афканда мешаванд. Шиддати майдони электрикӣ ва индуксияи магнитии мавҷи электромагнитӣ ба шитоби зарраи нурафкан мутаносибанд. Шитоб дар лаппишҳои гармоникӣ ба квадрати басомад мутаносиб мебошад. Бинобар ин шиддати майдони электрикӣ ва индуксияи магнитӣ ба квадрати басомад мутаносибанд:

$$E \sim a \sim \omega^2 \quad B \sim a \sim \omega^2 \qquad (5.4)$$

Зичии энергияи майдони электрикӣ ба квадрати шиддати майдон мутаносиб асту энергияи майдони магнитӣ – ба квадрати индуксияи магнитӣ. Зичии сели энергияи майдони электромагнитӣ ба ҷамъи зичиҳои энергияҳои майдонҳои электрикиву магнитӣ баробар мебошад. Бинобар ин зичии сели нурҳо J- ро бар асоси (5..2) ин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$I \sim \omega \sim (E^2 + B^2) \qquad (5.5)$$

Азбаски мувофиқи (5.4) $E \sim \omega^2$ ва $B \sim \omega^2$ мебошанд, пас,

$$I \sim \omega^4 \qquad (5.6)$$

яъне зичии сели нурҳо ба дараҷаи чоруми басомад мутаносиб аст. Ба иборaи дигар, дар мавриди ду бор зиёд шудани басомади лаппиши зарраҳои электрнок энергияи афкандашаванда 16 бор меафзояд. Ҳамин аст,ки дар мавҷрабо (антенна)-и радиостансияҳо лаппишҳои баландбасомад – аз даҳҳо ҳазор то даҳҳо миллион ҳертс ангехта мешавад. Ҷараёнҳои тагйирёбандаи саноатии басомадашон 50 Ҳс амалан нур намеафкананд.

Мавҷҳои электромагнитӣ энергияро нақл мекунанд. Зичии сели нурҳо (интенсивияти мавҷҳо) ба ҳосили зарби зичии энергия ва суръати паҳншавии он баробар аст. Интенсивияти мавҷҳо ба дараҷаи чоруми басомад мутаносиб мебошад ва ҳамзамон ба ин мутаносибан ба дараҷаи дуюми масофаи то манба кам мешавад.

1. ***Зичии сели нури электромагнитӣ чигуна бузургист?***
2. ***Чигуна манбаи нурҳоро манбаи нуқтагӣ мегӯянд?***
3. ***Чаро ҷараёни тагйирёбандаи шабакаи равшаноӣ амалан нур (нури электромагнитӣ) намеафканад?***

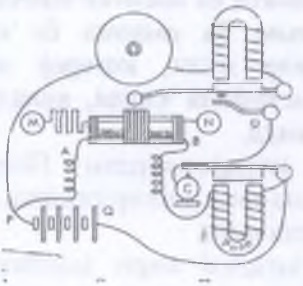
§ 5. АЗ ТАРАФИ А.С. ПОПОВ ИХТИРОЪ ШУДАНИ РАДИО.

Таҷрибаҳои Ҳертс диққати физикҳои тамоми ҷаҳонро ба худ ҷалб кард. Бисёр олимон ба ҷустуҷӯи роҳҳои такмили дастгоҳҳои фиристанда ва қабулкунандаи мавҷҳои электромагнитӣ пардохтанд.

Дар Русия омӯзиши мавҷҳои электромагнитиро яке аз аввалинҳо шуда омӯзгори мактаби афсарони Кронштадт Александр Степанович Попов сар кард. Ӯ таҳқиқотро аз такрори таҷрибаҳои Ҳертс сар карда, баъдтар усули

ҳассостари қайд· кардани мавҷҳои электромагнитиро ба майдони истифода овард.

Попов ба сифати асбоби «ҳискунандаи» мавҷҳои электромагнитӣ когерер ном найчаи шишагинеро истифода кард, ки он ду электрод дошт ва дар дохилаш оҳанреза рехта шуда буд. Кори ин асбоб бар таъсири разряди электрикӣ ба хокаи металлӣ асос ёфтааст. Дар шароити муқаррарӣ когерер муқовимати зиёд дорад, зеро расиши байни зарраҳои хока хуб нест. Мавҷи электромагнитӣ дар когерер ҷараёни тағйирёбандаи баландбасомад ба вуҷуд меоварад. Дар байни оҳанрезаҳо шарорачаҳои хурд-хурде пайдо мешаванд – дар натиҷа онҳо бо якдигар мечаспанд, ки ин муқовимати когererро якбора (дар таҷрибаҳои Попов аз 100 000 Ом то 1000-5000 Ом, яъне 100-200 маротиба) кам мекунад. Барои ба ҳолати аввала овардани асбоб онро такон додан кофӣ буд. Ба мақсади худкор шудани рафти қабули мавҷҳо, ки алоқаи бесимро имконпазир мегардонд, Попов баъди қабули сигнал барои такон додани когерер зангӯлаи электрикиро ба кор бурд. Занҷири зангӯла дар лаҳзаи ворид гаштани мавҷи электромагнитӣ ба воситаи релеи ҳассосе сарбаст мешуд. Кори зангӯла дар лаҳзаи хотима ёфтани амали қабули мавҷ қатъ мегардид, зеро болгачаи зангӯла на танҳо кулоҳаки он, балки худи когererро низ такон медод. Он гоҳ когерер барои қабули мавҷи нав тайёр мешуд. Тарҳи соддашудаи қабулкунаки Попов дар рас. 107 тасвир ёфтааст. Попов барои афзудани ҳассосияти дастгоҳи худ яке аз нӯгҳои когererро ба замин ва нӯги дигари онро ба порчаи сими баландпояе пайваст намуд. Ин аввалин антеннаи қабул барои алоқаи бесим буд. Ба Замин пайваст кардани асбоб сатҳи ҷараёнгузаронандаи Заминро ба қисми контури кушодаи лаппиш табдил медиҳад, ки ин дурии қабули мавҷҳоро меафзояд.



Расми 107.

Радиоҳои ҳозира ба қабулкунаки Попов монандие надоранд, аммо сохти кори онҳо аслан як аст. Радиои имрӯза

низ антенае дорад, ки дар он мавҷи воридшаванда лаппишҳои электрикии бисёр суст ба вуҷуд меоварад.



Попов Александр Степанович (1859-1906) - физики машҳури рус, ихтироъкори радио. Попов, ки ба имконияти ба воситаи мавҷҳои электромагнитӣ, яъне ба имкони бе сим алоқа кардан бовар дошт, когерер ном асбоби ҳассосеро истифода карда, аввалин радиоро ихтироъ намуд.

Ҳангоми бо ёрии асбобҳои ихтироъкардаи Попов гузаронидани таҷрибаҳо оид ба радиоалоқа ошкор гардид, ки радиомавҷҳо аз киштиҳо инъикос мешаванд.

Сигналҳои суст танҳо барои танзими кори манбаҳои энергияи қисмҳои дигари занҷири электрикии радио истифода мешаванд. Дар аксари радиоҳои ҳозира ингуна тарзи идора кардани кори асбобҳо ба воситаи асбобҳои нимноқилӣ иҷро карда мешавад..

7 майи с. 1895 дар маҷлиси Ҷамъияти физикону химикони рус А.С. Попов кори асбоби ихтироъкардаи худро, ки аввалин радио буд, намоиш дод. Рӯзи 7 майи ҳар сол рӯзи ихтирои радио ҷашн гирифта мешавад.

Попов дастгоҳҳои қабулкунандаву фиристандаро такмил дода, дар пеши худ вазифа гузошт, ки асбоби ихтироъкардаашро барои ба масофаҳои дур нақл кардани сигналҳои электромагнитӣ такмил диҳад.

Радиоалоқа аввал барои масофаи 350 м воқеъӣ гардонда шуд. Попов дере нагузашта дурии алоқаро то ба 600 м расонд. Баъд соли 1899 дар машқҳои Флоти Баҳри Сиёҳ ӯ ба масофаи 20 км радиоалоқа муқаррар кард. Соли 1901 бошад, дурии радиоалоқа ба 150 м расид. Дар ин дастовард роли муҳимро сохти нави дастгоҳи мавҷфиристанда бозид. Тарзҳои қайди сигнал низ моҳиятан тағйир дода шуд. Ба таври параллелан бо занғула дастгоҳи телеграфие пайваста буданд, ки сигналҳоро ба таври автоматӣ қайд мекард. Соли 1899 имконияти бо ёрии телефон қабул кардани сигналҳо ошкор гашт. Аввали соли 1900 радиоалоқа дар халиҷи Фин барои нақот додани гарқшудагон бомуфаввақият истифода шуд. Ҳамон вақт бо иштироки А.С. Попов татбиқи радиоалоқа дар қӯшунҳои Русия, аз ҷумла дар амалиёти нерӯҳои баҳрӣ оғоз ёфт.

1. *Когерер аз кадом қисмҳо иборат мебошад ва чӣ тавр мавҷхои электромагнитиро қабул мекунад?*
2. *Авалин радио кай ва аз тарафи кӣ ихтироъ карда шудааст?*
3. *Аввалин алоқа дар кадом масофа ба амал оварда шуд?*

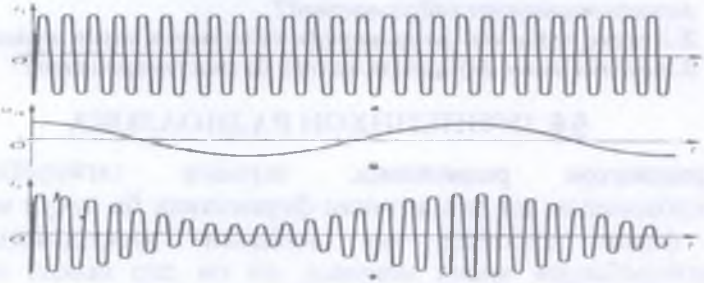
§ 6. ПРИНСИПҲОИ РАДИОАЛОҚА

Принсипҳои радиоалоқа: ҷараёни тағйирёбандаи баландбасомаде, ки дар антенаи фиристанда ба вуҷуд меояд, дар фазои атрофии он майдони электромагнитии зудтағйирёбандае ҳосил мекунад, ки он дар шакли мавҷи электромагнитӣ паҳн мегардад. Ин мавҷ ба антенаи қабул расида, дар он ҷараёни тағйирёбандае ҳосил мекунад, ки басомадаш баробари басомади кории дастгоҳи фиристанда мебошад.

Дар тараққиёти радиоалоқа муҳимтарин марҳала бунёди генератори лаппишҳои электромагнитии хомӯшнашаванда буд (с. 1913). Бе нақли сигналҳои телеграфии иборат аз импулсҳои кӯтоҳ ва нисбат ба онҳо тӯлонитар алоқаи радиотелефонии боэътимод ва хушсифат низ имконпазир гардид. Ин имкон фароҳам овард, ки тавассути мавҷҳои электромагнитӣ сухан ва мусиқӣ низ интиқол дода(паҳн карда) шавад.

Алоқаи радиотелефонӣ. Дар алоқаи радиотелефонӣ лаппишҳои садо бо ёрии микрофон ба лаппишҳои электрикии ҳамонгунашакл табдил дода мешаванд. Агар ин лаппишҳоро тақвият дода, ба антенаи фиристанда равона созем, дар он маврид ба воситаи мавҷҳои электромагнитӣ нутқ ва мусиқиро аз ҷое ба ҷое интиқол додан имконпазир мегардад. Вале ин тарзи интиқоли мавҷҳои радио қобили амалӣ шудан нест, зеро басомади лаппишҳои садо нисбатан паст аст ва мавҷҳои электромагнитии басомадашон паст (мавҷҳои садо) қариб тамоман хориҷ гашта наметавонанд.

Модулятсия. Барои амалӣ гардондани алоқаи радиотелефонӣ лаппишҳои басомадашон баландро истифода мекунанд. Ингуна мавҷҳоро антенаи фиристанда бо интенсивият зиёд афканда метавонад. Лаппишҳои гармоникии баландбасомади хомӯшнашаванда ба воситаи генератори транзисторӣ ҳосил карда мешаванд. Барои паҳн намудани садо ин лаппишҳоро ба воситаи лаппишҳои электрикии басомадашон паст (мавҷҳои садо) тағйир медиҳанд ё, чуноне, ки мегӯянд, модулятсия мекунанд.

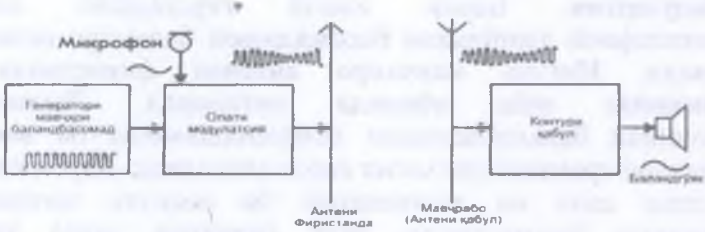


Расми 108.

Масалан амплитудаи лаппишҳои басомадашон баландро бо ёрии мавҷҳои садо тағйир додан мумкин аст. Ин усули тағйир додани амплитударо доманамодулятсия мегӯянд. Дар рас. 108 се график тасвир ёфтааст: а – графики лаппишҳои басомадашон баланд; б – графики лаппишҳои садо, яъне лаппишҳои модулятсиякунанда ва в – графики лаппишҳои аз ҷиҳати амплитудаашон модулятсияшуда. Бе модулятсия на намоиши телевизионӣ вуҷуд дошта метавонаду на нақли телефонӣ ва на ирсоли телеграфӣ.

Детектиронӣ. Дар дастгоҳи қабули мавҷҳои радио лаппишҳои басомадашон паст аз лаппишҳои басомадашон баланд модулятсияшуда ҷудо карда мешаванд. Яъне барои шунавонидани садо лаппишҳои модулятсияшудаи басомадаш баландро ба лаппишҳои садогӣ табдил додан зарур аст, ки сигнали дар натиҷаи детектиронидан ҳосилшуда ҳамон сигнали садогиест, ки ба микрофони дастгоҳи мавҷфиристанда таъсир овардааст. Лаппишҳои басомадашон пастро баъди тақвият ба лаппишҳои садогӣ табдил додан мумкин аст.

Принсипҳои асосии радиоалоқа дар рас. 109, 110 тасвир ёфтааст.



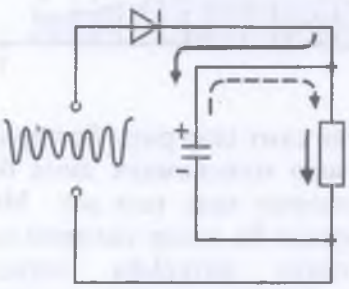
Расми 109. **Расми 110.**

1.*Модулятсия кардани лаппишҳо чӣ зарурат дорад?*
2.*Детектиронидани лаппишҳо чӣ маънӣ дорад?*

§7. МОДУЛЯТСИЯ ВА ДЕТЕКТИРОНӢ

Шумо аллакай модулятсия ва детектиронии лаппишҳо ва зарурияти онҳоро медонед. Акнун чӣ тавр амалӣ гардонидан онҳоро дида мебароем.

Модулятсияи амплитудии лаппишҳои баландбасомад дар генератори лаппишҳои хомӯшнашаванда дар натиҷаи таъсироти махсус воқеъӣ ғардонида мешавад. Аз ҷумла, шиддати манбаро дар контури лаппиш тағйир дода, амплитудаи лаппишҳоро модулиронидан имконпазир аст. Ҳар қадаре ки шиддат дар контури генератор зиёд бошад, миқдори энергияи дар муддати як давр ба контур дохилшаванда ҳамон қадар зиёд хоҳад буд. Дар натиҷа амплитудаи лаппишҳои контурӣ меафзояд. Дар мавриди паст шудани шиддат энергияи ба контур дохилшаванда низ кам мешавад, ки ин боиси паст шудани амплитудаи лаппишҳои контурӣ мегардад. Агар шиддати нӯғҳои контурро бо басомаде тағйир диҳем, ки он назар ба басомади лаппишҳои ҳосил намудаи генератор хеле кам бошад, он гоҳ тағйироти амплитудаи ин лаппишҳо ба тағйироти шиддат тақрибан мутаносиб меояд. Дар соддатарин олоти модулятсияи амплитудӣ пай дар пай бо манбаи шиддати доимӣ манбаи иловагии шиддати тағйирёбандаи пастбасомаде низ мепайванданд. Ба сифати ингуна манба, масалан печаки дуюми трансформаторро истифода бурдан мумкин аст, ба шарте ки аз печаки якуми он ҷараёни савтибасомад ҷорӣ бошад.



Расми 111.

Дар натиҷа доманаи лаппишҳо дар контури лаппиши генератор якҷоя бо тағйироти шиддати транзистор тағйир меёбад. Ин чунин маънӣ дорад, ки лаппишҳои баландбасомадро бо сигнали пастбасомад модулятсияи амплитудӣ кардан мумкин аст.

Густариши вақтонаи лаппишҳои модулятсияшударо

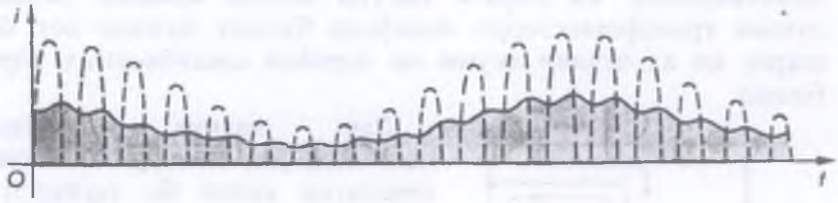
дар оинаи осциллограф бевосита мушоҳида кардан осон аст, ба шарте ки ба он аз худи контури лаппиш шиддат дода бошем.

Дар баробари модулятсияи амплитудӣ дар баъзе мавридҳо модулятсияи басомадӣ, яъне тағйири басомади лаппиш якҷоя бо тағйироти сигнали идоракунанда низ истифода мешавад. Бартарии ин навъи модулятсия он аст, ки вай аз таъсири халалҳои гуногун озод мебошад.

Детектиронӣ. Сигнали модулятсияшудаи баландбасомаде, ки дар қабулкунак (приёмник) ворид мегардад, ҳатто баъди қувват гирифтанаш наметавонад, ки парда (мембрана)-и телефон ё баландгӯякро бо басомади савтӣ лаппиш диҳад. Ин сигнал танҳо лаппишҳои баландбасомаде ба вуҷуд меорад, ки онҳоро гӯши мо ҳис намекунад. Бинобар ин дар қабулкунак аз лаппишҳои модулятсияшуда сигнали савтибасомадро ҷудо кардан зарур аст.

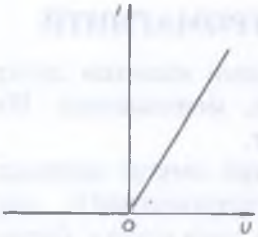
Сигнал ба воситаи детектор детектиронида мешавад, ки он ноқилияти яктарафа дорад. Ба сифати ингуна элемент лампаи электронӣ (диоди вакуумӣ) ё диоди нимноқилиро истифода кардан мумин аст.

Акнун кори диоди нимноқилиро дида мебароем. Бигзор ин асбоб дар занҷир ба манбаи лаппишҳои модулятсияшуда ва резисторе, ки лаппишҳои савти ба он ворид мегардад, пай дар пай пайваст бошад.



Расми 112.

Ҷараён дар ин занҷир асосан ба як самт (дар расм бо тирча ишорат шудааст) ҷорӣ мешавад, зеро муқовимати диод ба самти «роста» назар ба самти «чаппа» хеле кам аст. Мо метавонем, ки ҷараёни чаппаро умуман ба назар нагирем ва гӯем, ки диод ноқилияти танҳо яктарафа дорад. Характеристикаи волт-амперии тақрибии диодро дар шакли хати шикастае метавон тасаввур кард, ки аз ду порчаи рост иборат мебошад.

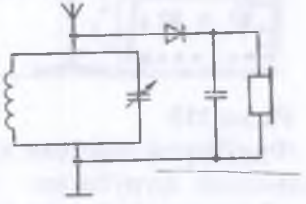


Расми 113.

Дар занҷир ҷараёне ҷорӣ мешавад, ки он худ набзон (пулсатсия) дорад. Ин ҷараён бо ёрии филтр ҳамвор карда мешавад. Соддатарин филтр конденсаторест, ки бо муқовимат ба таври параллел пайваста шудааст.

Дар лаҳзаҳои ҷараёнгузаронии диод як қисми ҷараён аз резистор (муқовимат) мегузараду қисми дигараш сӯи конденсатор ҷорӣ шуда, онро заряднок мекунад (рас. 111, тирчаҳои яклухт). Тақсим шудани ҷараён бузургии импулсҳои аз резистор гузарандаро кам мекунад. Вале дар фосилаи байни импулсҳо, яъне ҳангоми пӯшида (баста) будани диод конденсатор ба воситаи резистор қисман холӣ мешавад. Пас, дар ин фосилаҳо ҳам ҷараён дар резистор ба ҳамон самти пешина ҷорӣ мешавад (рас. 111, тирчаҳои канда-канда) Ҳар як импулси нави ҷараён конденсаторро қадре заряднок мекунад. Дар натиҷа аз резистор ҷараёни савтибасомаде ҷорӣ мешавад, ки шакли лаппишҳои он ба шакли сигнали пастбасомади дастгоҳи мавҷфиристанда қариб айнан монанд аст (рас. 112).

Радиоприемники оддитарин.. Соддатарин радио аз контури лаппиш иборат мебошад, ки бо антена алоқаманд аст ва бо контури занҷири иборат аз детектору (дар мисоли мо диоди нимноқилӣ) телефон пайваст аст (рас.114)



Расми 114.

Радиомавҷ дар контури лаппиш лаппишҳои модулятсияшударо меангезад. Ғалтаки телефон вазифаи заряди занҷирро тамом мекунад. Аз тариқи онҳо ҷараёни савтибасомад ҷорӣ мешавад. Набзон (пулсатсия)-и нисбатан сусти баландбасомади ҷараён ба лаппиши мембрана таъсири ночиз меоварад ва гӯши мо онро ҳис намекунад.

1.*Амплитудаи автолаппишҳо дар генератори транзисторӣ ба чӣ вобастагӣ дорад*?

2.*Радиои детектории соддатарин чигуна сохт дорад*?

§ 8. ХОСИЯТҲОИ МАВҶИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Мавҷҳои электромагнитӣ низ мисли ҳама мавҷҳои дигар фурӯ бурда мешаванд, инъикос меёбанд, мешикананд. Ин рӯйдодҳоро мушоҳида кардан душвор нест.

Таҷҳизоти радиотехникии замони ҳозира имкон медиҳад, ки хосиятҳои гуногуни мавҷҳои электромагнитӣ дар таҷрибаҳои гуногун ба таври аёнӣ намоиш дода шавад. Барои ин мавҷҳои сантиметриро истифода кардан хубтар аст. Ингуна мавҷҳоро генератори махсуси басомадҳои фавқулбаланд ҳосил мекунад. Лаппишҳои генераториро бо басомадҳои савтӣ модулятсия мекунанд, то ки сигнали қабулшударо баъди детектирондан ба баландгӯяк додан мумкин бошад.

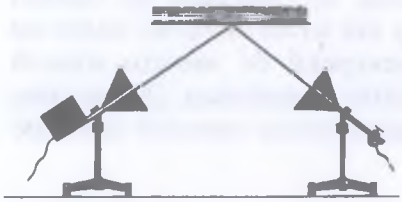
Мавҷҳои электромагнитиро дар таҷрибае, ки ҳоло мо онро муоина карданием, антенаи карнайшакл ба самти меҳвари худ меафканад. Антени қабул низ карнайшакл аст ва мавҷҳои ба самти меҳвари худ паҳншавандаро гирифта метавонад. Шакли умумии дастгоҳи таҷриба дар расми 115 тасвир ёфтааст.



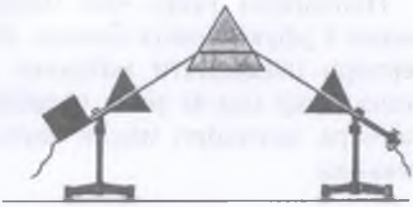
Расми 115.

Фурӯбурди мавҷҳои электромагнитӣ. Барои ошкор сохтани ҳодисаҳои фурӯбарии мавҷҳои электромагнитӣ карнайҳои номбурдаро рӯ ба рӯи якдигар тавре ҷой медиҳанд, ки садои баландгӯяк баланд бошад. Баъд дар байни карнайҳо ҷисмҳои диэлектрикии гуногун ҷой дода, қобилияти садонигоҳдорандагӣ (садопасткунандагӣ)-и онҳоро месанҷанд.

Инъикоси мавҷҳои электромагнитӣ. Вале агар ба ҷои диэлектрик ягон варақаи металлӣ гузорем, мавҷҳо аз он инъикос мегарданд ва ба карнайи қабул намерасанд: садо шунида намешавад. Инъикос таҳти кунҷи баробар ба кунҷи афтиш рӯй медиҳад (он тавр, ки дар мавриди омӯзиши хосиятҳои мавҷҳои механикӣ ва рӯшноӣ мушоҳида мешавад).



Расми 116.



Расми 117.

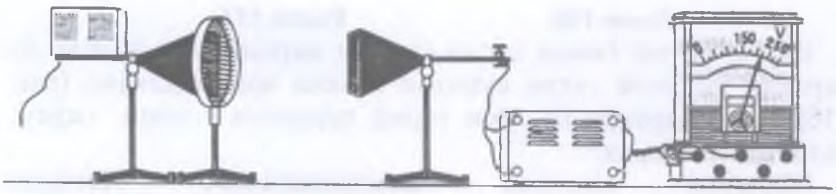
Барои ба ин бовар ҳосил кардан карнайҳоро нисбат ба варақаи металлӣ таҳти кунҷҳои якхела ҷой медиҳанд (рас. 116). Агар варақро ба ягон тараф гардонем ё онро гирем, садо нест мешавад.

Шикасти мавҷҳои электромагнитӣ. Мавҷҳои электромагнитӣ дар сарҳади диэлектрик самти худро тағйир медиҳанд (мешикананд). Инро бо ёрии призмаи парафинии секунҷа ошкор намудан мумкин аст. Дар ин маврид карнайҳоро нисбат ба якдигар (мисли мавриди намоиши ҳодисаи инъикоси мавҷҳо) таҳти кунҷе ҷой медиҳем ва варақаи металлиро бо призма иваз мекунем (рас. 117). Агар призмаро қадре ин ё он тараф гардонем ё аз ҷояш гирем, садо нест мешавад.

Арзияти мавҷҳои электромагнитӣ. Мавҷҳои электромагнитӣ мавҷҳои арзӣ мебошанд. Ин онгуна маънӣ дорад, ки векторҳои Е ва В-и майдони электромагнитии мавҷ нисбат ба самти паҳншавии он мавҷ ба таври амудӣ (перпендикуляр) равиш доранд. Вектори шадидияти майдони электрикии мавҷи аз карнай хориҷшаванда дар ин ё он ҳамворӣ лаппиш меҳӯраду вектори индуксияи магнитӣ – дар ҳамвории нисбат ба он амудӣ. Мавҷҳоеро, ки векторҳои тавсифдиҳандаи он дар самти муайян лаппиш меҳӯранд мавҷҳои қутбишуда (поляризацияшуда) меноманд. Карнайи мавҷгири детектордор танҳо мавҷи ба самти муайян қутбишударо қабул мекунад. Инро ошкор сохтан мушкил нест. Барои ба ин бовар пайдо кардан яке аз карнайҳоро ба қадри 90^0 ин ё он тараф гардондан лозим аст. Дар ин маврид садо нест мешавад.

Бо мақсади мушоҳидаи ҳодисаи қутбӣ шудани мавҷҳои электромагнитӣ дар байни генератор ва карнайи қабул панҷарае иборат аз милаҳои металлии нисбат ба якдигар мувозӣ (параллелӣ) мегузоранд (рас. 118).

Панҷараро тавре ҷой медиҳанд, ки милаҳои он мавқеи амудӣ ё уфуқӣ дошта бошад. Дар яке аз ин ҳолатҳо, вақте ки вектори шадидияти майдони электрикӣ ба милаҳо мувозӣ бошад, дар ҳар як мила ҷараён ангехта мешавад. Дар натиҷа панҷара мавҷҳоро мисли варақаи яклухти металлӣ инъикос мекунад.



Расми 118.

Вале дар мавриди вектори E нисбат ба милаҳо амудан равона будан, дар милаҳо ҷараён ангехта намешавад. Дар натиҷа мавҷи электромагнитӣ аз панҷара мегузарад.

1. ***Хосиятҳои асосии мавҷҳои электромагнитиро номбар кунед.***
2. ***Чигуна мавҷро мавҷи қутбишуда (мавҷи поляризатсияшуда) мегӯянд?***
3. ***Мавҷҳои электромагнитӣ чӣ гуна инъикос мешаванд?***
4. ***Шикасти мавҷҳои электромагнитӣ чӣ тавр ба амал меоянд?***

§ 9. РАДИОЛОКАТСИЯ

Ҳодисаи аз монеаҳои гуногун инъикос гардидани радиомавҷҳо дар техника татбиқи васеъ дорад. Асбобҳои ҳассос сигнали инъикосгардидаро қабул карда, онро қувват медиҳанд ва аз таҳлили он дар бораи ҷои воқеъ гаштани монеа маълумот ба даст меоранд.

Бо ёрии радиомавҷҳо ошкор сохтан ва муайян кардани ҷои воқеъ гаштани ин ё он монеаро радиолокатсия мегӯянд.

Дастгоҳи радиолокатсионӣ – радиолокатор ё худ радар аз қисмҳои фиристанда ва қабулкунанда иборат аст. Дар радиолокатсия лаппишҳои электрикии басомадашон фавқулбаланд (10^8–100^{11}Ҳс) истифода мешаванд. Генератори тавонои лаппишҳои басомадашон фавқулбаланд бо антене пайваст мебошад, ки он мавҷи яксамт меафканад. Дар радарҳое, ки мавҷҳои дарозиашон 10 см ва мавҷҳои кӯтоҳтар аз инро истифода мекунанд, ингуна мавҷро антенҳои ҳамшакли оинаҳои параболӣ ба вуҷуд меоранд. Антенаҳои

афканандаи мавҷҳои дарозии метрӣ ба шакли системаи вибраторҳо сохта мешаванд. Дар ин маврид яксамт хориҷ гаштани мавҷҳо дар натиҷаи зам шудани онҳо ба даст меояд. Антена тавре сохта шудааст, ки мавҷҳои афкандаи ҳар як вибратор бо мавҷҳои афкандаи вибраторҳои дигар ҷамъ шуда, якдигарро танҳо дар як самт қувват медиҳанд. Дар самтҳои дигар мавҷҳо якдигарро пурра ё қисман хомӯш мекунанд.

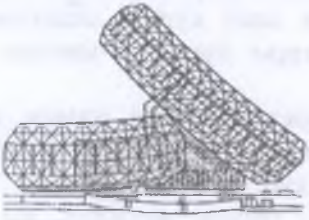
Мавҷи инъикосшуда ба воситаи худи ҳамон антенаи мавҷфиристода ё антенаи дигаре, ки он ҳам яксамт аст, қабул карда мешавад. Ба дараҷаи хуб яксамта будани тобиши антенаи радар (радиолокатор) имкон медиҳад, ки шуоъи радар шакли дастаи борик дошта бошад ва самти ҳамин даста дар лаҳзаи қабули сигнали инъикосшуда самти ҷисми шуоъинъикоскардаро нишон медиҳад.

Барои муайян кардани мавқеъ ва масофаи то монеа режими импулсии фиристодани сигналҳоро истифода мекунанд. Дар ин маврид дастгоҳи сигналфиристанда мавҷро дар шакли импулсҳои кӯтоҳмуддате мефиристад, ки давомнокии ҳар яки онҳо аз миллион як ҳиссаи сонияро ташкил медиҳанду,вале фосилаи байнашон тақрибан 1000 бор зиёдтар аст. Мавҷҳои инъикосшуда дар фосилаи байни импулсҳо қабул карда мешаванд.

Барои ёфтани масофаи R муддати умумии то монеа расидан ва бозгаштани радиомавҷҳо t- ро чен мекунанд. Азбаски суръати радиомавҷҳо дар атмосфера ($c=3.10^8$ м/с) бузургии доимӣ мебошад, бинобар он ба $R=\frac{ct}{2}$ баробар аст.

Ба сабаби он ки радиомавҷҳо дар атмосфера пароканда мешаванд, бинобар ин то ба ҷои қабули мавҷҳо қисми хеле ками энергияи хориҷкардаи дастгоҳи фиристанда бозмегардад. Ҳамин аст, ки қабулкунаки радар сигнали қабулшударо бояд миллионҳо миллион (10^{12}) бор пурқувваттар намояд. Барои муайян кардани лаҳзаҳои рафту омади сигнали радар лӯлаи электронишуоъро истифода мекунанд. Дар лаҳзаи фиристодани сигнал нуқтаи равшане, ки дар экрани лӯлаи электронишуоъ (масалан, дар оинаи осциллограф) мунтазам ҳаракат мекунад, майл мехӯрад. Дар экран дар наздики ишорати сифри шкалаи асбоб ҷаҳиши нуқтаи равшан ба амал меояд. Баъд ин нуқта қад-қади шкала мунтазам ҳаракат кардан мегирад ва дар лаҳзаи қабули

сигнали инъикосшуда (ки нисбатан суст мебошад) бори дигар мелаппад. Масофаи байни ин лаппишҳо (дар экран) ба муддати рафтуомади сигнал t ва аз ин рӯ, ба дурии монеа R мутаносиб аст. Ин имкон медиҳад, ки шкалаи асбоб бо километрҳо дараҷабандӣ карда шавад (рас.120).



Расми 119.



Расми 120.

Дастгоҳҳои радиолокатсионӣ киштиҳову ҳавопаймоҳоро аз садҳо километр дурӣ ошкор месозанд. Шароити обу ҳаво ва соатҳои шабонарӯз ба кори онҳо асари кам дорад. Дар фурудгоҳҳо локаторҳо рафтуомади ҳавопаймоҳои парвозкунанда ва фурудояндаро назорат мекунанд. Шӯъбаи хидмати рӯизаминии фурудгоҳ лётчикҳоро бо радио дастури муайян медиҳад ва ба ин васила парвозро бехатар медорад. Шакли умумии локатор (радар)-и фурудгоҳ дар 119 тасвир ёфтааст.

Киштиҳову ҳавопаймоҳо низ локаторе доранд, ки барои киштиронӣ (навигатсия) истифода мешавад. Ин локаторҳо дар экрани худ манзараи ҷойгир шудани ҳама ҷисмҳои инъикоскунандаи радиомавҷҳоро нишон медиҳанд, шароити ҳаракатро дар пеши назари лётчик бо тамоми ҷузъиёташ менамояд. Дар замони мо майдони татбиқи локаторҳо торафт васеътар гашта истодааст. Локаторҳо барои мушоҳидаи ҳаракати метеорҳо (шиҳобҳо), ҳаракати абрҳо, дар тадқиқоти кайҳонӣ ва г. истифода мешаванд. Ҳар як киштии кайҳонӣ ҳатман чанд локатор дорад. Соли 1946 дар ШМА ва Маҷористон (Венгрия) таҷрибаеро анҷом доданд, ки дар он сигнали аз сатҳи Моҳ инъикосёфта қабул карда шуд. Соли 1961 олимони шӯравӣ бо ҳамин усул муддати дар гирди меҳвари худ як гардиш хӯрдани сайёраи Зӯҳраро муайян карданд.

1. *Радиолокатсия чист?*
2. *Бо ёрии радиолокатор масофа то монеа чӣ тавр муайян карда мешавад?*
3. *Радиолокатсия чӣ аҳамият дорад?*

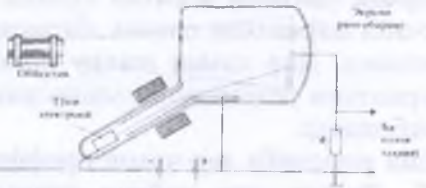
§ 10.ТАСАВВУРОТИ УМУМӢ ДАР БОРАИ ТЕЛЕВИЗИОН

Радиомавҷҳо на танҳо барои паҳн кардани садо, инчунин барои интиқоли тасвирҳо истифода мешаванд.

Аз ҷое ба ҷое интиқол додани тасвир аслан чунин аст. Дар маркази мавҷфиристанда тасвири интиқолшавандаро ба маҷмӯи сигналҳои электрикии пайдарҳам табдил медиҳанд. Баъд ба воситаи ин сигналҳо лаппишҳои ҳосилкардаи генератори басомадаш баландро модулятсия мекунанд. Мавҷи электромагнитии модулятсияшуда ахборро ба масофаҳои дур интиқол дода метавонад. Дар дастгоҳи қабули мавҷ мавҷи омадаро табдили чаппа медиҳанд: лаппишҳои басомадашон баланди модулятсияшударо детектиронида, сигнали ҳосилшавандаро ба тасвири намоён мубадал мекунанд. Барои интиқоли ҳаракат принсипи кино истифода мешавад: тасвирҳои аз якдигар камфарқкунандаи объекти ҳаракаткунанда (кадрҳо)-ро сонияе чанддаҳтогӣ (дар телевизиони мо 50-борӣ) мефиристанд.

Табдили тасвири кадр ба силсилаи сигналҳои электрикӣ бо ёрии лӯла (найча)-и электронии вакуумии сигналфиристанда – иконоскоп (аз юнонии eikon-тасвир ва scopeo - назора мекунам), ки дар рас. 121 тасвир ёфтааст, анҷом дода мешавад.

Дар даруни иконоскоп экрани рангоранге (экрани мозаикӣ) шинонда шудааст, ки тасвири объект сӯи он бо ёрии системаи оптикӣ равона карда мешавад. Ҳар як чашмаки экран ҳангоми кори иконоскоп электрнок мешавад ва бузургии электрикӣ чашмак, яъне заряди чашмак ба интенсивияти нури ба он зананда вобаста мебошад. Ин заряд ҳангоми ба чашмаки экран задани дастаи электронӣ, ки онро тӯпи электронӣ ҳосил мекунад, тағйир меёбад. дастаи электронӣ паёпай ба ҳама чашмакҳои як сатри экран, баъд ба чашмакҳои сатри дигари он ва ғ. мезанад.



Расми 121.

(Экран 625 сатр дорад). Бузургии импулси кувваи чараёни аз резистор чоришаванда ба он вобаста мебошад, ки заряди электрикии чашмак чиқадар тағйир меёбад. бинобар ин шиддат дар резистори мутаносибан ба тағйироти равшанӣ дар тӯли сатри кадр тағйир меёбад.

Аз қабулкунаки телевизионӣ низ баъди детектиронидан ҳамингуна сигнал ҳосил мешавад. Ин видеосигнал аст ва дар экрани лӯлаи электронии вакуумии сигналқабулкунанда, ки кинескоп ном дорад, ба тасвири намоён табдил меёбад. Тӯпи электронии ингуна лӯла электроде дорад, ки он адади электронҳоро дар дастаи электронӣ ва бадин васила нурафшонии экранро дар чои задани дастаи нур идора мекунад. Маҷмӯи галтакҳои майли амудӣ ва уфуқӣ дастаи электрониро маҷбур месозад, ки тамоми чашмакҳои экранро паймояд (айнан ҳамон тавре, ки дастаи электронӣ экрани рангобарангро дар лӯлаи сигналфиристанда мепаймояд). Барои дар лӯлаҳои фиристанда ва қабулкунанда ҳамоҳанг омадани ҳаракати дастаҳои электронӣ онҳоро бо ёрии сигналҳои махсус ҳамзамон (синхронизатсия) мекунанд.

Радиосигналҳои телевизиониро танҳо дар фосилаи мавҷҳои дарозиашон метрӣ (мавҷҳои ултракӯтоҳ) нақл кардан мумкин аст. Ингуна мавҷҳо одатан дар ҳудуди диди ростакии антена паҳн мегарданд. Аз ин рӯ барои он ки намоиши устувори телевизионӣ масоҳати ҳарчи васеътарро фаро гирад, зарур аст, ки адади марказҳои ирсоли ахбори телевизионӣ ҳарчи бештар ва антенаҳои онҳо ҳарчи баландтар бошанд. Манори телевизионии Останкино (ш. Москва), ки 540 м баландӣ дорад, имкон медиҳад, ки намоиши телевизионӣ аз дурии то 120 км қабул карда шавад. Манораи телевизионии дар шаҳри Душанбе буда 146 м баландӣ дошта, намоишҳои телевизионии устуворро дар ҳудуди радиусаш 60 км таъмин менамояд. Доираи қабули намоишҳои телевизионӣ торафт васеътар гардида истодааст. Дар ин кор хусусан радифҳои кайҳонӣ воситаи хубанд. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон якчанд марказҳои пахши барномаҳои телевизионӣ мавҷуд мебошанд. Дар ҳамаи шаҳру ноҳияҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон марказҳои телевизионӣ мавҷуданд, ки онҳо ба шабака пайваст мебошанд.

9 майи соли 1911 аввалин маротиба дар ҷаҳон проффесори донишгоҳи Петербург Б. Розинг дар найчаи электрони-

шуоъдиҳӣ акси панҷарараро намоиш дод. Ҳамин тариқ соли 1938 якумин маркази телевизионӣ дар шаҳри Москва ба кор огоз намуд. Шабакаи авалини телевизиони Душанбе соли 1959 ба кор шурӯъ намуд.

Доираи истифодаи телевизиони ранга низ васеъ гардидааст. Барои ба вуҷуд овардани тасвири ранга се навъ видеосигнале нақл карда мешавад, ки онҳо дорои се ранги асосии таркибдиҳандаи тасвир: рангҳои сурх, сабз ва кабуд мебошанд.

1. *Тарзи ба масофа интиқол додан тасвирҳои телевизионӣ чӣ тавр ба амал меояд?*
2. *Сигналҳои электрикии тасвир дар кадом қисми телевизор ҳосил карда мешаванд?*
3. *Барои интиқоли тасвирҳо чӣ гуна мавҷҳо истифода мешаванд?*

§ 11. ИНКИШОФИ ВОСИТАҲОИ АЛОҚА ДАР ТОҶИКИСТОН

Ҳаёти ҳаррӯзаро бе воситаҳои алоқаи радиотелефонӣ, радиоприёмникҳо ва телевизион тасаввур кардан мумкин нест. Алоқаи телефонии байнишаҳрӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аз соли 1924 оғоз гардидааст. Ин намуди алоқаи телефонии байнишаҳрӣ танҳо бо хатҳои алоқаи ҳавоӣ ба вуҷуд оварда мешуд. Айни замон дараҷаи автоматӣ шудани ин навъи алоқа инкишоф ёфта истодааст, хатҳои кабелӣ ва радиорелеӣ торафт бештар истифода шуда истодаанд. Аз соли 1935 сар карда дар Ҷумҳурии Тоҷикистон воситаҳои алоқаи телефонии кабелӣ ба кор оғоз намуда, аввалин стансияи автоматии телефонии АТС-22 соли 1957 ба кор дароварда шуд.



Расми 122.

Дар хатҳои радиорелеии алоқа мавҷҳои ултракӯтоҳ (детсиметрӣ ва сантиметрӣ) истифода мешаванд. Ин мавҷҳо дар ҳудуди диди ростакӣ паҳн мешаванд. Бинобар ин хати интиқоли онҳо аз силсилаи радиодастгоҳҳои камиқтидоре иборат аст, ки ҳар яки онҳо сигналро ба ҳамсояи ояндаи худ гӯё «аз даст ба даст» медиҳад. (Манори ингуна радиодастгоҳҳо 60-80

м баландӣ дорад ва масофаи байни онҳо 40-60 км аст.

Комёбиҳои соҳаи радиоалоқаи кайҳонӣ бунёди системаи нави алоқа – системаи «Орбита»-ро имконпазир гардонд. Дар ин система радифҳои радиорелеӣ (ретранслятсионӣ)-и алоқа «Молния» (ки мадори басе дарозрӯ доранд ва даври гардишашон қариб 12 соат аст) истифода мешавад.

Ҳоло системаҳои тавоно ва боэътимоде бунёд шудаанд, ки сокинони Бадахшону Зарафшон ва Хатлону Раштонзамин намоишҳои телевизиони шабакаҳои марказиро тамошо карда метавонанд, Алоқаи телефониву телеграфӣ бо ноҳияҳои дурдасти мамлакат маҳз тавассути ҳамин системаҳо барқарор аст.

«Радуга» ном радифҳои нави алоқа, ки дар баландии 36 000 км гирди Замин мегарданд, даври гардиши 24 соат доранд ва ба ҳамин сабаб ҳамеша дар рӯи ҳамон як нуқтаи сатҳи Замин муаллақ мебошанд.

Телеграф ва фототелеграф барин воситаҳои нисбатан кӯҳнаи алоқа низ такмил ёфта истодаанд. Вусъати истифодаи фототелеграф дар мавриди нақли тасвирҳои беҳаракат аз рақамҳои зайл аён мешавад: соле ба воситаи фототелеграф акси қариб 70000 саҳифаҳои рӯзномаҳо интиқол дода мешавад, ки аз рӯи онҳо дар матбааҳо садҳо миллион нусха рӯзнома чоп мекунанд. Солҳои охир чандин фирмаҳои байналмилалӣ дар пойтахт ва ноҳияҳои ҷумҳурӣ системаҳои замонавии алоқаи телефониро ташкил намудаанд, ки мардум метавонанд бо ноҳияҳои дурдасти ҷумҳурӣ ва хориҷи кишвар дар тамос бошанд. Телевизион қариб ҳама маҳалҳои Тоҷикистонро фаро гирифтааст. Телеграфи абонентӣ, ки ба аҳолии ҷумҳурӣ имконияти байни ҳам гуфтушунид карданро медиҳад, васеъ истифода шуда истодааст.

1. ***Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аввалин стансияи автоматии телефонии АТС-22 кадом сол ба истифода дода шуд?***
2. ***Шабакаи аввали телевизиони Тоҷикистон кадом сол ба кор шурӯъ намуд?***
3. ***Алоқаи радиотелефонии байнишаҳрӣ дар Тоҷикистон кай ташкил ёфтааст?***
4. ***Комёбиҳои соҳаи радиоалоқаи кайҳониро фаҳмонед.***

МАШҚИ 5.

1. Дар мавҷи электромагнитии дарозии мавҷаш 30 м, дар муддати як даври лаппиши садои басомадаш 200 Ҳс чанд лаппиш ба амал меояд?

(*Ҷавоб*: 5.10^4)

2. Агар радиосигнали инъикосшуда пас аз 200 мкс рад шуда бошад, объект аз антенаи радиолокатор чӣ қадар дур аст?

(*Ҷавоб*: 30*км*)

3. Барои ошкор кардани нишоне, ки аз радиолокатор 30 км дур аст, адади зиёдтарини импулсҳое, ки радиолокатор дар 1 с мебарорад, чанд бояд бошад?

(*Ҷавоб*: 5000)

4. Баландии антенаи шуоъдиҳандаи маркази телевизионӣ аз сатҳи Замин 300 м буда, баландии антенаи қабулкунандаи приёмники телевизионӣ 10 м аст. Барои қабули қатъаи намоиши телевизионӣ приёмникро аз наклкунанда дар кадом масофа гузоштан лозим аст?

(*Ҷавоб*: 73 *км*)

5. Оё шароити дар фазои Моҳ ва Замин паҳн гардидани радиомавҷҳо ягон тафовути куллӣ дорад?

(*Ҷавоб*: *Моҳ ионосфера надорад.*)

ХУЛОСАҲОИ БОБИ V.

Мавҷҳои электромагнитӣ дар натиҷаи лаппишҳои зуд-зуди зарраҳои электрнокии бо шитоб ҳаракаткунанда афканда мешаванд. Дар мавҷи электромагнитӣ векторҳои шадидияти майдони электрикӣ E ва индуксияи майдони магнитӣ B лаппиш мехӯранд. Мавҷҳои электромагнитӣ мавҷҳои арзианд.

Мавҷҳои электромагнитиро бори аввал Ҳертс ҳосил кардааст. А.С. Попов дар заминаи истифодаи таҷрибаҳои Ҳертс радиоро ихтироъ кард.

Алоқаи радиотелеграфӣ ин тавр сурат мегирад: лаппишҳои баландбасомади зодаи генератор бо лаппишҳои пастбасомади садогӣ модулятсия карда мешаванд; антенаи

маркази мавҷфиристанда мавҷи электромагнитии модулятсияшуда меафканад; дар дастгоҳи қабули мавҷҳои радио, яъне дар радиоқабулкунак лаппишҳои басомадашон баланди модулятсияшуда ба лаппишҳои басомади паст табдил дода мешаванд – ин амал детектиронӣ ном дорад.

Мавҷҳои электромагнитӣ воситаи воқеӣ гардондани радиоалоқа, радиошунавонӣ, алоқаи кайҳонӣ ва зарурияти дигари мононди инҳо мебошанд.

БОБИ VI . ОПТИКАИ МАВҶӢ

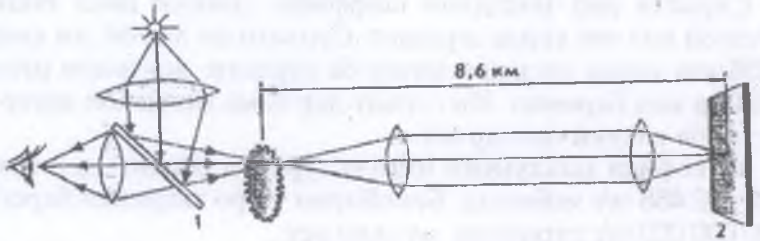
§ 1. СУРЪАТИ РӮШНОӢ ВА УСУЛИ ЧЕНКУНИИ ОН.

Усули астрономии чен кардани суръати рӯшноӣ. Чен кардани суръати рӯшноӣ нахустин бор соли 1676 ба астрономи даниягӣ О. Рёмеро муяссар гардидааст. Рёмер гирифти радифҳои бузургтарин сайёраи низоми Офтоб: Муштариро мушоҳида кардааст. Муштарӣ 14 радиф дорад ва радифи наздиктарини он Ио мавриди мушоҳидаи Рёмер қарор гирифт. Ӯ дид, ки Ио чӣ тавр аз пеши сайёра гузашта, ба сояи он медарояд ва аз назар ғоиб мешавад. Баъд Ио боз чун чароғи якбора фурӯзонгашта пайдо мешавад. Фосилаи байни ду афрӯзиши Ио 42 соату 28 дақиқа буд. Фосилаи вақти байни ду сигнали Ио аввал ҳангоми дар нуқтаи ба Муштарӣ наздиктарини мадори худ воқеъ гардидани Замин (рас. 123) чен карда шуд. Баъд ин таҷриба пас аз чанд моҳ, яъне баъди аз Муштарӣ дур будани Замин такрор карда шуд ва нишон дод, ки Ио аз паси Муштарӣ (назар ба фосилаи вақте, ки онро аз рӯи даври гардиши Ио ёфтан мумкин буд) ба қадри 22 дақиқа дер мебарояд.



Расми 123.

Ин рӯйдодро Рёмер чунин шарҳ дод: «Агар ман дар он сӯи мадори Замин буда метавонистам, Ио ҳар дафъа пас аз ҳамон муддати муайян (42 соату 28 дақиқа) пайдо мешуд, яъне мушоҳиди он ҷой Иоро 22 дақиқа пештар медид. Сабаби таъхир дар ин маврид он аст, ки рӯшноӣ муддати баробар ба 22 дақиқаро барои аз ҷои мушоҳидаи аввалаи ман то мавқеи ҳозираам расидан сарф мекунад». Муддати таъхири пайдоиши Ио ва масофаеро, ки сабабгори ин таъхир аст, дониста, аз рӯи ҳосили тақсими ин масофа (диаметри мадори Замин) бар муддати таъхир суръати рӯшноиро ёфтан мумкин аст. Ин суръат бузургии тақрибан 300 000 км/с доштааст.



Расми 124.

Усулҳои лабораторӣ чен кардани суръати рӯшноӣ. Суръати рӯшноиро бо усули лабораторӣ бори аввал с. 1849 физики фаронсавӣ И. Физо чен кард. Физо дастаи рӯшноиро аз манба ба воситаи линза ба лавҳаи нимшаффофи 1 равона сохт (рас. 124).

Баъд ӯ рӯшноии аз лавҳа инъикосгардидаро ба канори чархи дандонадори ғардон равона кард. Даста аз фосилаи байни дандонаҳои чарх гузашта, тавассути ду линзаи дигар ба оинае, ки аз чарх 8,6 км дур вокеъ гардида буд, мезад ва аз он инъикос шуда, боз сӯи чарх меомад ва бори дигар аз байни дандонаҳои он гузашта, баъд ба чашми мушоҳид мерасид. Ҳангоми кам будани суръати гардиши чарх рӯшноии аз оина инъикосшуда дар чашми мушоҳид намоён мегашт.

Дар мавриди афзудани суръати гардиши чарх рӯшноӣ оҳиста-оҳиста ғоиб мегашт. Сабаби ин дар чӣ буд? То лаҳзаи аз байни ду дандонаи чарх то ба оина рафтану аз он акс шуда бозгаштани рӯшноӣ чарх онқадар тоб хӯрда метавонист, ки ҷои чокро дандона мегирифт ва рӯшноӣ ба чашми мушоҳид наменамуд.

Ҳангоми минбаъд зиёд кардани суръати гардиши чарх рӯшноӣ боз пайдо мегашт. Аниқ буд, ки то лаҳзаи ба оина

расидану аз он баргаштани рӯшноӣ ҷои як чокро чоки дигар мегирифт. Ин фосилаи вақт ва масофаи байни чарху оинаро (ки 8,6 км буд) дониста, суръати рӯшноиро муайян кардан осон буд. Дар ин таҷриба барои суръати рӯшноӣ бузургии 313000 км/с ҳосил шуд.

Баъдҳо усулҳои лабораторияи саҳеҳтари чен кардани суръати рӯшноӣ кашф шуд. Аз ҷумла, олими амрикоӣ А. Майкелсон усулеро пешниҳод кард, ки дар он ба ҷои чархи дандонадор оинаҳои гардон истифода мешуд. Майкелсон муайян намуд,ки суръати рӯшноӣ дар ҳаво c= 299 796 км/с баробар будааст.

Суръати дар моддаҳои шаффофи гуногун паҳн гаштани рӯшноӣ низ чен карда шудааст. Суръати он дар об, ки ҳанӯз с. 1856 чен карда шудааст, назар ба суръати вакуумии рӯшноӣ 4/3 бор кам баромад. Ин суръат дар ҳама моддаҳои дигар низ назар ба вакуум камтар аст.

Мувофиқи маълумоти имрӯза суръати рӯшноӣ дар вакуум 299 792 458 м/с мебошад. Бинобарин онро тақрибан баробари 300 000 000 м/с гирифтан мумкин аст..

1. *Қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум чӣ қадар аст?*
2. *Аввалин бор бо усули астрономӣ суръати рӯшноиро кӣ чен кардааст?*
3. *Чанд усули чен кардани суръати рӯшноӣ мавҷуд аст?*

§ 2. ҚОНУНИ ИНЪИКОСИ РӮШНОӢ

Қонунҳои инъикос ва шикасти рӯшноиро бо ёрии принсипи пешиҳод намудаи Кристиан Гюгенс тавсиф додан мумкин аст.

Принсипи Гюгенс: ҳар як нуқтае (нуқтаи муҳит), ки то он мавҷ мерасад, худ манбаи мавҷ (манбаи мавҷҳои дуюмӣ) мегардад. Аз рӯи мавқеи дар лаҳзаи ишғолкардаи сатҳи мавҷӣ мавқеи онро барои лаҳзаи оянда дар мавриде ёфтан осон аст, ки ҳар як нуқтаи сатҳи мавҷӣ чун манбаи мавҷҳои дуюми пиндошта шавад. Сатҳе, ки дар ин ё он лаҳзаи вақт ба ҳама мавҷҳои дуюми расанда мебошад, сатҳи мавҷиест мутобиқ ба ҳамон лаҳзаи вақт.



Расми 125.

Ин принсип барои тавсифи рафти паҳншавии ҳаргуна мавҷҳо – мавҷҳои садо, мавҷҳои механикӣ, мавҷҳои рӯшноӣ ва ғ. қобили истифода мебошад. Принсипи Гюгенс барои мавҷҳои механикӣ : зарраҳое дар муҳите, ки лаппиш (мавҷ) то ба онҳо мерасад, дар навбати худ лаппиш хӯрда, бо зарраҳои ҳамсояшон таъсири мутақобил карда, онҳоро ба ҳаракат медароранд.

Қонуни инъикос. Дар заминаи принсипи Гюгенс қонуни аз сатҳи сарҳадии ду муҳит инъикос гаштани мавҷро муқаррар кардан имконпазир аст.

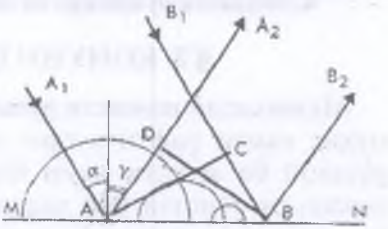
Биёед инъикос шудани мавҷи ҳамворро муоина кунем. Мавҷеро мавҷи ҳамвор меғӯянд, ки барои он сатҳҳои ҳамфаза (сатҳҳои мавҷӣ) ҳамворанд. Дар расми 126 сатҳи инъикоскунанда асту хатҳои рости A_1 A ва B_1 B шуоъҳои мавҷи ҳамвори ба сатҳи MN занандаанд ва ҳамвории AC сатҳи мавҷии ин мавҷ мебошад.

Кунҷи байни шуоъи афтанда ва хати амуд (перпендикуляр)-и дар нуқтаи афтиш ба сатҳи инъикоскунанда кашидашуда α -ро кунҷи афтиш меноманд. Барои ёфтани сатҳи мавҷии мавҷи инъикосшуда рӯ-рӯи мавҷҳои дуюми (ки марказҳояшон дар сарҳади муҳитҳо мехобанд) хати фарогир кашидан мебояд.



Кристиан Гюгенс (1629-1695 – физик ва риёзидони барҷастаи голандӣ, эҷодкунандаи аввалин назарияи мавҷии рӯшноӣ. Ӯ бунёди назарияи худро дар китоби «Рисолаи нури рӯшноӣ» (с. 1690) баён кардааст. Гюгенс барои мураттаб гардондани гашти соат раққосакеро ба кор бурд, барои ҳисоб кардани даври лаппиши рақосакҳои физикӣ ва математикӣ формулаи мупосиб ёфт. Ӯ бо ёрии лӯлаи астрономии такмилдодаи худ Титан ном радифи Зуҳалро кашф кардааст.

Қитъаҳои гуногуни сатҳи мавҷии AC ба сарҳади инъикоскунанда на дар як вақт мерасанд. Пас мавҷҳо дар нуқтаи A назар ба нуқтаи B ба қадри $\Delta t = CB / \vartheta$ (- суръати мавҷ) пештар ангехта мешаванд.



Расми 126.

Дар лаҳзае, ки мавҷ ба нуқтаи В мерасад ва дар ин нуқта ангезиши мавҷҳо сар мешавад, мавҷи дуюмӣ дар нуқтаи А пайдошуда аллакай нимкураи радиусаш $r=AD=\vartheta\Delta t = CB$ мекашад. Тағйироти радиусҳои мавҷҳои дуюмии зодаи манбаҳои байни нуқтаҳои А ва В дар рас. 126 тасвир ёфтааст. Хати фарогири мавҷҳои дуюмӣ ҳамворияаст, ки расандаи сатҳҳои кӯравӣ мебошад. Ин фарогир сатҳи мавҷии мавҷи инъикосгаштаро ифода мекунад. Шуоъҳои инъикосгаштаи AA_2 ва BB_2 нисбат ба сатҳи мавҷии мавқеи амудӣ доранд. Кунҷи байни хати амудӣ ба сатҳи инъикоскунанда кашидашуда ва шуоъи инъикосгашта γ -ро кунҷи инъикос меноманд.

Азбаски $AD=CB$ асту ADB ва ACB секунҷаҳои росткунҷаанд, пас, $\angle DBA = \angle CAB$ мебошад. Аммо $\alpha = \angle CAB$ ва $\gamma = \angle DBA$ мебошанд (чун кунҷҳои дорои тарафи амудӣ). Пас, кунҷи инъикос ба кунҷи афтиш баробар аст:

$$\alpha = \gamma \qquad (5.1)$$

Шуоъи афтанда, шуоъи инъикосгашта ва хати амуде, ки ба нуқтаи афтиши шуоъ кашида шудааст, дар як ҳамворӣ мехобанд.

Агар самти рафти шуоъҳои рӯшноиро чаппа гардонем, он гоҳ шуоъи инъикосгашта шуоъи афтанда мешаваду шуоъи афтанда ба шуоъи инъикосшуда табдил меёбад. баргаштпазир будани шуоъҳои рӯшноӣ хосияти муҳими онҳост.

1. ***Қонуни инъикоси рӯшноиро таъриф диҳед.***
2. ***Тасвири манбаи нуқтагиро дар оинаи ҳамвор дар асоси қонуни инъикос чӣ тавр сохтан мумкин аст?***
3. ***Сабаб чист, ки оинаи ҳамворро ба сифати экрани кино истифода кардан номумкин аст?***
4. ***Инъикоси рӯшноиро бо мисолҳо фаҳмонед.***

§ 3. ҚОНУНИ ШИКАСТИ РӮШНОӢ

Мушоҳидаи шикасти рӯшноӣ. Нури рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит самти рафти худро тағйир медиҳад. Қисми энергияи рӯшноӣ ба муҳити якум бармегардад, яъне дар ин маврид инъикоси рӯшноӣ рӯй медиҳад. Агар муҳити дуюм шаффоф бошад, қисми дастаи ба сарҳади муҳитҳо афтидаи рӯшноӣ аз

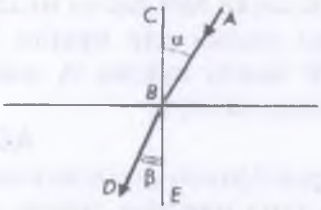
сарҳад гузашта метавонад ва он ҳам дар ин маврид самти худро тағйир медиҳад. Ин рӯйдод шикасти рӯшноӣ ном гирифтааст.

Шикасти рӯшноӣ боиси тағйирн ёфтани зоҳири андозаҳо, шакл ва мавқеи ашё мегардад. Ин аз мушоҳидаҳои оддӣ бармеояд. Дар таги стакани холӣ як танга ё ягон чизи дигар мегузорем. Стаканро тавре ҷой медиҳем, ки миёнаҷои танга, лаби стакан ва чашми мо дар як хати рост воқеъ шаванд. Баъд мавқеъи чашми худро тағйир надода, дар стакан об мерезем. Мебинем, ки ҳангоми баланд шудани сатҳи об таги стакан ва танга гӯё боло мебароянд. Танга, ки аввал танҳо қисман менамуд, акнун пурра намудор мегардад.

Дар худи ҳамин стакани обдор қаламеро мойил мегузорем. Агар ба ин зарф аз паҳлӯ бингарем, мебинем,



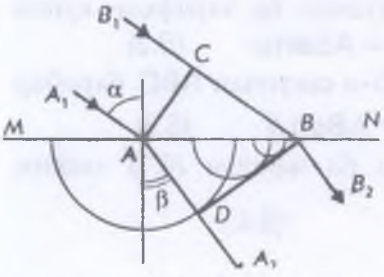
Расми 127.



Расми 128.

ки қисми дар об ғӯтидаи қалам сӯе ҷеҳида менамояд.

Шарҳи ин ҳодисаҳо он аст, ки шуоъҳои рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит мешикананд.



Расми 129.

Қонуни шикасти рӯшноӣ мавқеъи шуоъи афтанда AB (рас. 128), шуоъи шикаста DB ва хати амдуӣ CE-ро, ки ба сатҳи ҷудоии муҳитҳо то нуқтаи афтиш кашида шудааст, нисбат ба якдигар муайян мекунад.

Кунҷи α кунҷи афтиш ном дораду кунҷи β - кунҷи шикаст.

Шуоъҳои афтида, инъикосшуда ва шикастаро мушоҳида кардан дар мавриде осон аст, ки дастаи борики рӯшноӣ дар назар намоён бошад. Рафти ингуна даста дар ҳаво он гоҳ намоён мешавад, ки ҳаворо қадре дудолуд кунем ё он дастаро

сӯи экаран таҳти кунҷе равона созем. Чунончи, шуоъи шикаста дар оби флюоресциндор ба хубӣ менамояд (рас. 127). Қонуни шикасти рӯшноӣ ба таври таҷрибавӣ ҳанӯз асри XVII муқаррар шудааст. Мо онро дар заминаи принсипи Гюгенс ҳосил мекунем.

Шикасти рӯшноӣ ҳангоми аз як муҳит ба муҳити дигар гузаштани он бо ин алоқаманд мебошад, ки суръати рафти рӯшноӣ дар ҳар муҳит ҳар хел аст. Суръати рафти рӯшноиро барои муҳити якум бо υ_1 ишорат мекунему барои муҳити дуюм – бо υ_2.

Бигзор ба сарҳади ду муҳит, масалан, аз ҳаво ба об мавҷи ҳамвори рӯшноӣ занад.

Сатҳи мавҷии AC нисбат ба шуоъҳои A_1 A ва B_1 B мавқеъи амудӣ дорад. Ба сатҳи MN аввал шуоъи A_1 A мерасад. Шуоъи B_1 B ба сатҳи MN пас аз муддати $\Delta t = CB/\vartheta_1$ меояд. Бинобар ин дар лаҳзаи дар нуқтаи B сар шудани ангезиши мавҷи дуюмӣ мавҷи нуқтаи A аллакай шакли курае мегирад, ки радиусаш ин аст:

$$AD = \vartheta_2 \Delta t \qquad (6,1)$$

Барои ёфтани сатҳи мавҷии мавҷи шикаста сатҳе мекашем, ки ба ҳама мавҷҳои дуюми дар муҳити дуюм расида ояд (ва фаромӯш намекунем, ки марказҳои мавҷҳои дуюми дар сарҳади муҳитҳо воқеъанд). Ин сатҳ сатҳи фарогири мавҷҳои дуюмӣ мебошад.

Кунҷи афтиши шуоъ а ба кунҷи CAB-и секунҷаи ABC баробар аст (тарафҳои якеи ин кунҷҳо ба тарафҳои кунҷи дигар амудианд). Пас, $CB = \vartheta_1 \Delta t = AB\sin\alpha$ (6.2)

Кунҷи шикаст β ба кунҷи ABD-и секунҷаи ABD баробар мебошад. Бинобар ин $AD = \vartheta_2 \Delta t = AB\sin\beta$ (6.3)

Ифодаи (6.2)-ро аъзо ба аъзо ба ифодаи (6.3) тақсим мекунем. Он гоҳ: $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \dfrac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ (6.4.)

мешавад, ки ин ҷо п бузургии доимӣ аст ва ба кунҷи афтиш вобастагӣ надорад.

Аз расми 129 аён аст, ки шуоъи афтанда, шуоъи шикаста ва хати амудии то нуқтаи афтиш кашидашуда дар ҳамон як ҳамворӣ мехобанд. Ин нуқта ҳамроҳи муодилаи (6.4), ки мувофиқи он нисбати синуси кунҷи афтиш бар синуси кунҷи

шикаст барои ду муҳит бузургии доимӣ (собит) мебошад, қонуни шикасти рӯшноиро ифода мекунад.

Дурустии қонуни шикастро дар таҷриба санҷидан мушкил нест. Барои ин кунҷҳои афтиш ва шикастро чен кардан ва нисбати синусҳои онҳоро барои қиматҳои гуногуни кунҷҳои афтиш ёфтан кофист. Ин нисбат бузургии доимӣ аст.

1. Шуоъи афтанда, шуоъи шикаста ва перпендикуляри ба нуқтаи афтиш кашидашуда дар як ҳамворӣ мехобанд.

2. Нисбати синуси кунҷи афтиш ба синуси кунҷи шикаст барои ду муҳит бузургии доимӣ мебошад.

Қобилияти шуоъшиканӣ. Бузургии доимие, ки дар ифодаи қонуни шикасти рӯшноӣ омадааст, маънии қобилияти шуоъшикании нисбӣ ё худ қобилияти шуоъшикании муҳити дуюм бар муҳити якум дорад.

Аз принсипи Гюгенс на танҳо қонуни шикаст бармеояд, балки бо ёрии он маънии физикии қобилияти шуоъшикании нисбиро низ шарҳ додан мумкин аст. Ин бузургӣ ба нисбати суръатҳои рӯшноӣ дар муҳитҳое баробар мебошад, ки рӯшноӣ дар сарҳади онҳо мешиканад:

$$n = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} \qquad (6.5)$$

Агар кунҷи шикаст β назар ба кунҷи афтиш α хурд бошад, мувофиқи (6.4) суръати рӯшноӣ дар муҳити дуюм назар ба муҳити якум кам хоҳад буд.

Қобилияти шуоъшикании муҳит нисбат ба вакуум қобилияти шуоъшикании мутлақи (ҳамин) муҳит ном гирифтааст. Ин бузургӣ дар мавриди аз вакуум ба муҳит задани рӯшноӣ ба нисбати синуси кунҷи афтиш бар синуси кунҷи шикаст баробар мебошад.

Бо ёрии формулаи (6.5) қобилияти шуоъшикании нисбиро ба воситаи қобилияти шуоъшикании мутлақи муҳити якум n_1 ва муҳити дуюм n_2 ифода кардан осон аст. Азбаски $n_1 = c/\vartheta_1$ ва $n_2 = c/\vartheta_2$ мебошанд – (суръати вакуумии рӯшноӣ), пас таносуби зайл ҷой дорад:

$$n = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (6.6)$$

Муҳити қобилияти мутлақи шуоъшиканиаш хурдтар муҳити оптикан тунуктар ном гирифтааст.

Қобилияти мутлақи шуоъшикании муҳит ба суръати паҳншавии рӯшноӣ дар ин муҳит, ба ҳарорати модда, зичии он вобаста мебошад. Қобилияти шуоъшиканӣ ба тавсифоти худи рӯшноӣ низ вобаста аст. Вай барои нури сурх назар ба сабз ва барои нури сабз назар ба бунафш камтар аст.

Бинобар ин дар ҷадвали қиматҳои қобилияти шуоъшикании моддаҳои гуногун одатан ранги нури рӯшноӣ ва ҳолати муҳит нишон дода мешавад. Агар ҷадвал ингуна нишондод надошта бошад, ин онгуна маънӣ дорад, ки ба омилҳои номбурда вобаста будани қобилияти шуоъшиканиро ба назар нагирифтан мумкин аст.

Аксаран моро лозим меояд, ки на аз сарҳади вакуум – муҳит, балки аз сарҳади ҳаво – ҷисми сахт ё ҳаво – моеъ гузаштани рӯшноиро муойина кунем. аммо қобилияти мутлақи шуоъшикании моддаи сахт ё моеъ аз қобилияти шуоъшикании ҳамин модда нисбат ба ҳаво кам фарқ мекунад. Чунончи, қобилияти мутлақи шуоъшикании ҳаво дар шароити мӯътадил барои нури зард тақрибан $n \approx 1{,}000292$ аст. Пас,

$$n = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = n \qquad (6.7)$$

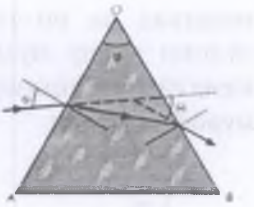
Қиматҳои қобилияти шуоъшикании баъзе моддаҳо нисбат ба ҳаво дар ҷадвали 2 (барои нури зард) оварда шудааст.

Ҷадвали 2

модда	n (нисбат ба ҳаво)
Об (дар 20^0 C)	1,33
Равғани ҷалғӯза (дар 20^0 C)	1,52
Сулфиди карбон (дар 20^0 C)	1,63
Ях	1,31
Намаксанг	1,54
Кварс	1,54
Лаъл	1,76
Алмос	2,42
Шишаҳои гуногун	Аз 1,47 то 2.04

Рафти шуоъҳо дар призмаи секунҷа. Қонуни шикасти рӯшноӣ имкон медиҳад, ки рафти шуоъҳоро дар призмаи шишагини секунҷа мушоҳида намоем. Дар расми 130. як призмаи шишагин дар буррише тасвир ёфтааст, ки он нисбат ба теғаҳои паҳлуии призма мавқеи амудӣ (перпендикулярӣ)

дорад. Шуоъ дар рӯяҳои ОА ва ОВ сӯйи асоси призма мешиканад. Кунҷи байни ин рӯяҳо φ кунҷи шуоъшикании призма ном гирифтааст. Кунҷи майли шуоъ θ ба кунҷи шуоъшикании призма φ, қобилияти шуоъшикании моддаи призма n ва кунҷи афтиши шуоъ α вобастагӣ дорад. Онро бо ёрии қонуни шикасти рӯшноӣ (6.4) ёфтан мумкин аст.



Расми 130.

1. ***Қобилияти шуоъшикании муҳит чӣ маънии физикӣ дорад?***
2. ***Қобилияти нисбии шуоъшиканӣ аз қобилияти муттақи шуоъшиканӣ чӣ фарқ дорад?***
3. ***Чаро қалами ба об гузошташуда гӯё шикаста менамояд?***
4. ***Қобилияти шуошикании муттақи муҳит гуфта, чиро меноманд?***
5. ***Қобилияти нисбии шуоъшиканӣ чиро нишон медиҳад?***

§ 4. ИНЪИКОСИ ПУРРА

Қонуни шикасти рӯшноӣ имкон медиҳад, ки ҳодисаи инъикоси пурраи рӯшноӣ маънидод карда шавад.

Дар мавриди аз ин ё он муҳити оптикии тунук, чунончи аз ҳаво ба муҳити оптикии зичтар, масалан ба шиша ё об гузаштани рӯшноӣ $\upsilon_1 > \upsilon_2$ буда, мувофиқи қонуни шикасти рӯшноӣ (6.4) $\alpha > \beta$ мешавад (расми 132) ,яъне шуоъи шикастаи ба хати амудӣ дар сарҳади ҳарду муҳит кашидашуда майл мекунад. Агар шуоъро самти чаппа диҳем, яъне онро ба роҳи рафти шуоъи шикастаи собиқ аз муҳити оптикии зичтар ба муҳити оптикии тунуктар равона созем (рас. 133) он гоҳ қонуни шикастро ин тавр навиштан мумкин аст:

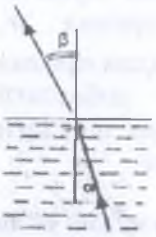
$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{1}{n} \qquad (6.8)$$

Шуоъи шикаста баъди аз муҳити оптикии зичтар баромадан бо роҳи рафти шуоъи афтидаи собиқ равона мешавад. Бинобар ин дар ин маврид шуоъи шикаста ба самте равона мегардад, ки он аз хати амудӣ дуртар аст. Ба қадри зиёд шудани кунҷи α кунҷи шикаст β низ меафзояд. Барои қимати муайяни кунҷи афтиш кунҷи шикаст ба 90^0 наздик

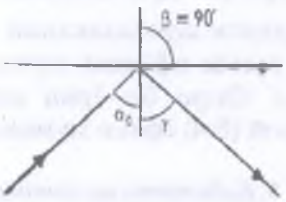
мешавад ва он гоҳ шуоъи шикаста қариб рӯрӯи сарҳади ҷудоии ҳарду муҳит равона мегардад (рас. 134). Зиёдтарин қимати имконпазири кунҷи шикаст γ- ро кунҷи афтиши α мувофиқ меояд.



Расми 132.



Расми 133.



Расми 134.

Ҳангоми ба сарҳади ҷудоии ду муҳит афтидани рӯшноӣ шуоъ қисман мешиканад ва қисман инъикос мегардад. кунҷи α_0 - ро кунҷи афтиши ҳудудӣ меноманд. Дар мавриди $\alpha > \alpha_0$ будан шикасти рӯшноӣ имконнопазир аст. Ин чунин маънӣ дорад, ки дар ин мавриди шуоъ бояд пурра инъикос шавад. Маҳз ҳамин рӯйдодро инъикоси пурраи рӯшноӣ меноманд.

Барои мушоҳидаи инъикоси пурра нимсилиндри шишагини девори ақибаш тирагунро истифода кардан мумкин аст. Нимсилиндрро дар рӯи диск тавре устувор мекунанд, ки миёнаи сатҳи ҳамвори он дар маркази диск хобад (рас. 136).



Расми 135.



Расми 136.

Шуоъи борики рӯшноиро аз поён сӯи сатҳи паҳлӯии нимсилиндр амудан ба сатҳи он равона мекунанд шуоъ дар ин сатҳ намешиканад. Дар сатҳи ҳамвор шуоъ қисман мешиканаду қисман инъикос мегардад.

Мушоҳидаҳои дақиқ нишон медиҳад, ки бо зиёд кардани кунҷи афтиш дурахшонӣ ё худ энергияи дастаи инъикосёфта меафзояд, ҳол он ки дурахшонӣ (энергия)-и дастаи шикаста

кам мешавад. Энергияи дастаи шикаста хусусан дар мавриди ба 90° наздик омадани кунҷи шикаст зуд кам мешавад. Вақте ки дастаи шикаста ба қади сарҳади ҷудоии муҳитҳо равона мешавад, ҳиссаи энергияи инъикос ёфта ба 100% наздик хоҳад буд.

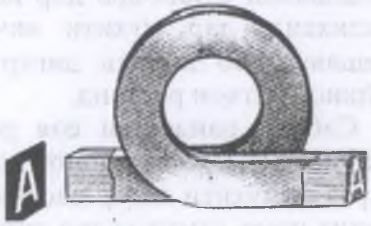


Расми 137.

Ҷои манбаи рӯшноиро тағйир дода, то мавқеъе (Расми 132) расидан мумкин аст, ки кунҷи афтиш α назар ба α_0 зиёд шавад. Он гоҳ мебинем, ки дастаи шикаста гум мешавад ва тамоми рӯшноӣ аз сарҳади ҷудоӣ инъикос мегардад, яъне дар ин маврид инъикоси пурра рӯй медиҳад.

Дар рас. 135 дастаи шуоъҳои манбае тасвир ёфтааст, ки он дар даруни об дар наздикии сатҳ воқеъ гардидааст. Шуоъҳои пурнур бо хати ғафс тасвир шудаанду шуоъҳои камнур – бо хатҳои борик.

Қимати кунҷи ҳудудии инъикоси пурра барои об (n=1,33) 48° 35 барои шиша (n=1,5)41° 51, барои алмос (n=2,42) 24° 40 аст. (Дар ҳамаи ин мавридҳо ба сифати муҳити дуюм ҳаво гирифта шудааст). Инъикоси пурраи рӯшноиро дар таҷрибаи соддае мушоҳида кардан мумкин аст. Дар стакан об рехта онро то ҷое боло мебардорем, ки болотар аз чашми мо воқеъ шавад. Сатҳи об ҳангоми ба он аз поён, аз бари стакан нигаристан дар натиҷаи инъикоси пурраи рӯшноӣ нуқрагун метобад.



Расми 138.

Инъикоси пурра барои ба воситаи дастаи найчаҳои борики нарми шаффоф – шуоълӯла нақл кардани рӯшноӣ ва тасвирҳо истифода мешавад.

Шуоълӯла найчаи шишагини бисёр борики силиндршаклест, ки бо моддаи шаффофе пардапӯш карда шудааст ва қобилияти шуоъшиканиии назар ба ҳамин найча камтар мебошад. Шуоъро ба воситаи ингуна шуоълӯла ва дар натиҷаи инъикоси пурраи чандинкарата бо ҳаргуна роҳи рост ё каҷ равона кардан мумкин аст (рас. 137). Найчаҳо одатан

дар шакли бандча истифода мешаванд. Ҳар як найчаи бандча яке аз ҷузъҳои тасвирро нақл мекунад (рас. 138). Ингуна бандчаҳо масалан дар тиб барои таҳқиқи узвҳои дарунӣ истифода мешаванд.

1. *Кадом вақт инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд?*
2. *Ҳодисаи шикасти пурраи рӯшноӣ дар нимсилиндри шишагӣ чӣ хел ба амал меояд?*
3. *Кунҷи ҳудудии инъикоси пурра барои сарҳади алмос- ҳаво чигуна бузургӣ дорад?*
4. *Аз мушоҳидаи инъикоси пурраи рӯшноӣ мисолҳое биёред..*

§ 5. ЭЛЕМЕНТҲОИ ОПТИКАИ ГЕОМЕТРӢ

Қисми оптика, ки дар он қонунҳои паҳншавии энергияи рӯшноӣ дар муҳитҳои шафоф дар асоси мафҳуми шуои рӯшноӣ омӯхта мешаванд, оптикаи геометрӣ ном дорад.

Шуои рӯшноӣ гуфта хатеро мефаҳманд, ки самти паҳншавии энергияи рӯшноиро нишон диҳад. Барои муайян кардани ин самт дастаҳои борики рӯшноиро ҳосил мекунонем, ки диаметрашон ҳатман аз дарозии мавҷ калон бошад. Баъд ин дастаҳоро ба хатҳое иваз мекунем, ки онҳо гӯё тирҳои дастаҳои рӯшноӣ бошанд. Ҳамин хатҳо шуоъҳои рӯшноиро тасвир мекунанд. Пас, дар бораи инъикос ва шикасти шуоъҳои рӯшноӣ сухан ронда, мо тағйирёбии самти паҳншавии рӯшноиро дар назар дорем. Мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, дар муҳити якҷинса рӯшноӣ ростхатта паҳн мешавад. Бо ибораи дигар дар муҳити якҷинса шуоъҳои рӯшноӣ хатҳои ростанд.

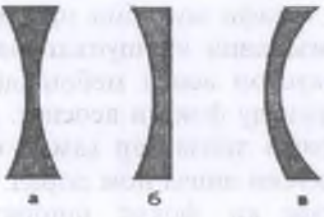
Сабаби пайдоиши соя ростхатта паҳн шудани рӯшноӣ мебошад. Шуоъи рӯшноӣ дар муҳити якҷинса то лаҳзаи ба сарҳади муҳити дигар расидан ростхатта аст. Дар сарҳади ду муҳит шуоъ самти худро дигар мекунад. Қисми рӯшноӣ (дар баъзе мавридҳо пурра) ба муҳити аввал бармегардад. Ин ҳодиса инъикоси рӯшноӣ номида мешавад.

Формулаи линза. Тасвир дар линза.

Ҷисми шафофи бо ду сатҳи сферӣ махдудро линза меноманд. Линзаҳое, ки миёнаҷои онҳо назар ба канораҳояш гафстар аст, линзаҳои барҷаста ном доранд (Расми 139). Линзаҳои миёнаҷояшон назар ба канорҳояшон тунуктар линзаи фурӯҳамида номида мешавад. (Расми 140)

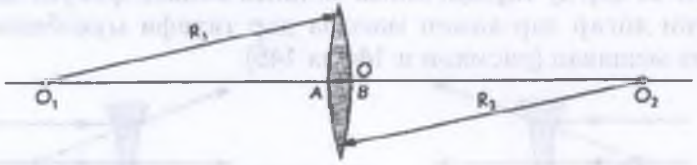


Расми 139.



Расми 140.

Мавриди соддатарин – нисбат ба радиусҳои сатҳҳои линза R_1 ва R_2 ва масофаи предмет то линза ниҳоят хурд будани ғафсии линза ℓ = АВ – ро дида мебароем.

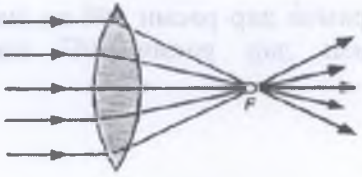


Расми 141.

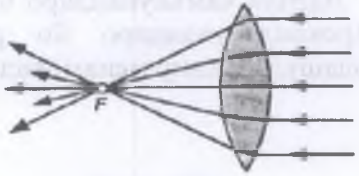
Ин гуна линзаро линзаи тунук меноманд. Дар оянда мо дар бораи линза сухан ронда, линзаи тунукро дар назар медорем.

Нуқтаҳои А ва В – қуллаҳои сегментҳои сферӣ – дар линзаи тунук он қадар наздик ҷойгиранд, ки онҳоро ҳамчун як нуқта қабул кардан мумкин аст. Ин нуқтаро маркази оптики линза меноманд ва бо ҳарфи О ишорат мекунанд. Шуои рӯшноии аз маркази оптики линза гузаранда дар амал намешиканад.

Хати рости $O_1 O_2$ – и аз марказҳои сатҳҳои сферии линзаро маҳдудкарда мегузаштагӣ меҳвари асосии оптикӣ номида мешавад. Меҳвари оптики линзаи тунук аз маркази оптикӣ мегузарад. Нуқтае, ки дар он шуоъҳои ба меҳвари асосии оптики линзаи ҷамъкунанда параллел афтанда пас аз шикаст бурида мешаванд., фокуси асосии линза номида мешавад ва онро бо ҳарфи F ишорат мекунанд (Расми 142)



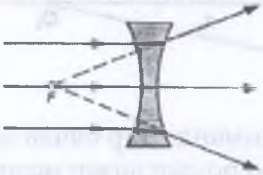
Расми 142.



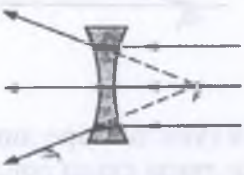
Расми 143.

Шуоъҳои ба меҳвари асосии оптикӣ параллелро ба линза аз тарафи муқобил низ равона кардан мумкин аст. Нуқтаи ҷамъшавии ин шуоъҳо баъди аз линза гузаштан низ яке аз фокусҳои асосӣ мебошад(расми 143). Ҳамин тариқ, линза дорои ду фокуси асосист. Дар муҳити якҷинса онҳо аз ҳарду тарафи линза дар ҳамон як дурӣ ҷойгиранд, ки он масофаи фокусии линза ном дорад. Масофаи фокусии линза одатан бо ҳарфе, ки фокус ишорат шуда буд, яъне F ишорат карда мешавад.

Линзаҳои фурӯҳамида линзаи пароканда кунанда мебошанд ва дар онҳо шуоъҳои шикаста пароканда шуда, давоми онҳо дар фокуси асосии линзаи пароканда кунанда бурида мешаванд ва аз линза дар масофаи F ҷойгир аст. Агар муҳит аз ҳар ду тарафи линза якҷинса бошад, фокуси мавҳуми асосии дигар дар ҳамон масофа дар тарафи муқобили линза воқеъ мешавад (расмҳои и 144 ва 145)



Расми 144.



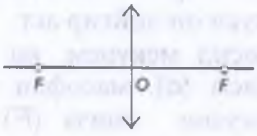
Расми 145.

Қувваи оптики линза. Бузургии ба масофаи фокусӣ чаппаро қувваи оптики линза меноманд. Онро бо ҳарфи D ишорат мекунанд: $D = \frac{1}{F}$

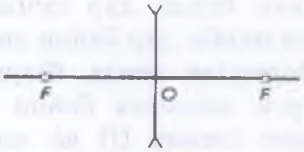
Фокусҳои линза ҳар қадар ба он наздиктар ҷойгир бошанд, линза шуоъҳоро ҳамон қадар зиёдтар шикаста, ҷамъ ё пароканда мекунанд ва қимати мутлақи қувваи оптики линза ҳамон қадар зиёд аст.

Қувваи оптики линзаро бо диоптрия (дптр) ифода мекунанд. Қувваи оптики линзаи масофаи фокусиаш 1 м ба 1 дптр баробар аст.

Линзаи ҷамъкунандаро бо рамзи дар расми 146 ва линзаи паракандакунандаро бо рамзи дар расми 147 нишон додашуда тасвир менамоянд.

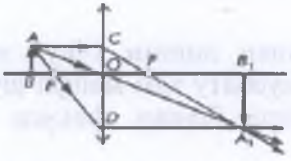


Расми 146.

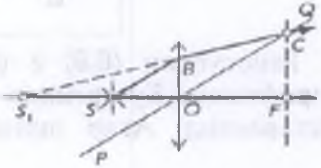


Расми 147.

Тасвири предмети AB – ро месозем(расми 148). Барои ёфтани тасвири нуқтаи A шуои AC – ро ба меҳвари асосии оптикӣ параллел карда равона мекунем. Шуои дигари AD – ро ба самти фокус равон кардан мумкин аст. Ин шуоъ баъди шикастан параллелан ба меҳвати асосии оптикӣ меравад. Дар нуқтаи буриши ин ду шуои шикаста тасвири нуқтаи A- нуқтаи A_1 ҷойгир аст. Нуқтаҳои дигари тасвирро айнан ҳамин тавр сохтан мумкин аст. Аммо гумон набояд кард, ки тасвир танҳо бо ин ду – се шуоъ ба вуҷуд меомада бошад, тасвир ба воситаи шуоъҳои бешумори аз нуқтаи A бароянда ва дар нуқтаи A_1 ҷамъшаванда ба вуҷуд меояд. Масалан, ба нуқтаи A_1 шуои AOA_1 низ меафтад, ки он аз маркази оптики линза O гузаштааст. Ҳамин тариқ барои сохтани тасвири нуқта аз се шуои «қулай»: 1) шуои аз маркази оптикӣ гузаранда, 2) шуои ба меҳвари асосии оптики линза параллел афтанда ва 3) шуои аз фокус гузарандаро истифода кардан мумкин аст.



Расми 148.



Расми 149.

Акнун сохтани тасвири нуқтаи дар меҳвари асосии оптикӣ ҷойгиршударо дида мебароем. Дар ин маврид ҳар се шуои «қулай» ба як шуои SF мубаддал шуда, бо меҳвари асосии оптикӣ ҳамҷоя шудаанд. Бинобарин зарур аст, ки роҳи шуои дилхоҳи SB –ро (расми 149) ки он ба нуқтаи B – и линза меафтад, муайян кунем. Барои сохтани шуои шикаста меҳвари ғайриасосии оптики PQ – и ба шуои SB параллелро мегузаронем. Баъд ҳамвории фокалиро сохта, нуқтаи буриши он бо меҳвари оптикии ғайриасосӣ C – ро муайян мекунем. Аз ҳамин нуқта шуои дар линза шикастаи BC мегузарад. Ҳамин тариқ, роҳи ду шуои аз нуқтаи S баромада муайян шуд. Ин

шуоъҳо баъди дар линза шикастан пароканда мешаванд, чунки манба дар байни линза ва фокуси он ҷойгир аст.

Формулаи линза. Формулаеро ҳосил мекунем, ки он се бузургӣ: масофаи байни линзаю ҷисм (d), масофаи байни линзаю тасвир (f) ва масофаи фокусии линза (F) – ро алоқаманд мегардонад.

Аз монандии секунҷаҳои AOB ва A_1B_1O (ба расми 148 ниг) таносуби

$$\frac{BO}{OB_1} = \frac{AB}{A_1B_1}$$ бармеояд.

Аз монандии секунҷаҳои COF ва FA_1B_1 навишта метавонем:

Аз ин ҷо $fF+Fd=fd$

Ҳамаи аъзоҳои баробарии ҳосилшударо ба Ffd тақсим карда , ҳосил мекунем:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F} \qquad (6.9)$$

$$\boxed{\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=D} \qquad (6.10)$$

Таносубҳои (6.9) ё (6.10) формулаи линзаи тунук ном гирифтаанд. Бузургиҳои d, f, F ҳам мусбату ҳам манфӣ шуда метавонанд. Агар линза ҷамъкунанда бошад, фокуси он ҳақиқист ва дар пеши аъзои $\frac{1}{F}$ «плюс» гузошта мешавад. Агар линза парокандакунанда бошад, $F<0$ мешавад ва бинобарин дар рости формулаи (6.10) бузургии манфии $-\frac{1}{F}$ ҳосил мегардад.

Нисбати андозаи хаттии тасвир A_1B_1 бар андозаи хаттии предмет AB калонкунии хаттии линза номида мешавад, ки онро бо ҳарфи Г ишора мекунанд:

$$Г = H / h \text{ ё } Г = f / d \qquad (6.11)$$

Дар ин ҷо H – андозаи хаттии тасвир ва h - андозаи хаттии предмет мебошад.

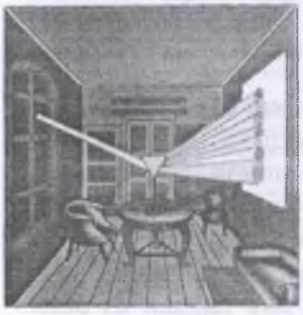
1. *Чиро шӯои рӯшноӣ мемонанд?*
2. *Оптикаи геометрӣ чиро меомӯзонад?*
3. *Чиро линза мемонанд?*
4. *Чиро фокуси асосии линза мемонанд?*
5. *Чиро қувваи оптики линза мемонанд?*
6. *Формулаи линзаи тунук ба чӣ баробар аст?*
7. *Чиро калонкунии хаттии линза мемонанд?*

§ 6. ДИСПЕРСИЯИ РӮШНОӢ

Қобилияти шуоъшикании модда ба кунҷи афтиши дастаи рӯшноӣ вобастагӣ надорад, аммо ба ранги рӯшноӣ вобаста мебошад. Ин кашфи Нютон аст.

Нютон ҳангоми такмили телескопҳо ошкор сохт, ки канорҳои тасвири ҳосилкардаи объектив ранга мешавад. Ин диққати Нютонро ҷалб кард ва ӯ аввалин шуда «гуногунии шуоъҳои рӯшноӣ ва хусусиятҳои аз ин ҷо сарзанандаи рангҳоро таҳқиқ кард». Гуногунии рангҳои тасвири ҳосилкардаи линза пеш аз Нютон низ мушоҳида шуда, инчунин ошкор гашта буд, ки канорҳои ҷисмҳои ба воситаи линза мушоҳидашаванда ранга менамоянд. Канорҳои дастаи аз призма гузаштаи рӯшноӣ низ рангоранг мешаванд.

Дар таҷрибаи ӯ дастаи рӯшноии Офтоб ба хонаи торик аз сӯрохи тиреза медаромад. Шуоъ ба призмаи шишагин зада, мешикаст ва дар девори муқобил тасвири дарозрӯи рангоранг (ба тартиби рангҳои тирукамон) ба вуҷуд меовард (рас. 150). Аз рӯи он, ки тирукамонро аз ҳафт ранг иборат медонистанд, Нютон низ шуоъи аз призма гузаштаро ба ҳафт ранг ҷудо кард: бунафш, нилобӣ, кабуд, сабз, зард, норинҷӣ ва сурх. Худи навори рангинкамонро Нютон спектр номид. (Спектр аз калимаи лотинии «spectrum» гирифта шуда, маънояш тасвир мебошад).



Расми 150.

Нютон сӯрохии тирезаро бо шишаи сурх пӯшида, дид, ки дар девор танҳо доғи сурх пайдо мешаваду ҳангоми бо шишаи нилобӣ пӯшидан – танҳо доғи нилобӣ ва ғ. Аз ин ҷо

Нютон хулоса баровард, ки сабаби пайдоиши рангҳо призма намебошад. Призма рӯшноиро тағйир намедиҳад, балки онро ба ҷузъҳои таркибӣ ҷудо мекунад.

Рӯшноии сафед таркиби мураккаб дорад. Аз ин рӯшноӣ дастаҳои гуногунранг ҳосил кардан мумкин аст ва танҳо таъсири якҷояи онҳо дар чашми мо эҳсосоти ранги сафедро ба вуҷуд меоварад. Дар воқеъ, агар бо ёрии призмаи дигаре, ки нисбат ба призмаи якум 180° гардонда шудааст, ҳама дастаҳои спектрро ҷамъ биёрем, мебинем, ки боз рӯшноии сафед ҳосил мешавад (ниг. варақаи ранга, рас. 11). аммо агар мо ягон қисми спектр, масалан сабзашро ҷудо кунему қисми боқимондаашро аз призмаи дигар гузаронем, ранги он дигар тағйир намепазирад.

Хулосаи муҳими дигаре, ки Нютон аз таҷрибаи худ гирифт, дар «Оптика» ном рисолаи ӯ ин тавр таъриф ёфтааст: «Шуоъҳои гуногунранги рӯшноӣ аз рӯи дараҷаи шикастшавандагии худ фарқ мекунанд» (барои онҳо шиша қобилияти шуоъшиканиии гуногун дорад). Бештар аз ҳама шуоъҳои бунафш мешикананду аз ҳама камтар – шуоъҳои сурх. **Нютон вобастагии дараҷаи шикасти рӯшноиро ба ранги он дисперсия номидааст**

(Дисперсия аз калимаи лотинии «dispersio» гирифта шуда, маъноияш пароканда намудан мебошад).

Чӣ тавре, ки аз мавзӯъҳои гузашта медонед, қобилияти шуоъшиканӣ ба суръати рафти рӯшноӣ дар модда вобаста мебошад. Қобилияти мутлақи шуоъшиканӣ $n=\frac{c}{\vartheta}$ аст. Шуоъи сурх аз он сабаб кам мешиканад, ки рӯшноии сурх дар модда суръати зиёдтарин дорад; ва шуоъи бунафш аз он сабаб зиёд мешиканад, ки рӯшноии бунафш дар модда бо суръати камтарин паҳн мешавад. Маҳз ҳамин аст, ки призма рӯшноии сафедро ба қисмҳо ҷудо мекунад. Дар ҷои вакуум суръати шуоъҳои гуногунранг ҳамон як қимат дорад. Агар ҳамин тавр намебуд, ҳамон радифи Муштарӣ – Ио дар лаҳзаи аз паси сайёра баромадан сурх метофт. Аммо воқеъият ин тавр нест.

Баъдҳо вобастагии ранг ба тавсифоти физикии мавҷи рӯшноӣ – ба басомади лаппиш ё дарозии мавҷ таҳқиқ карда шудааст. Дар заминаи ҳамингуна тадқиқот дисперсияро таърифи амиқтар додан мумкин аст (назар ба он ки Нютон додааст):

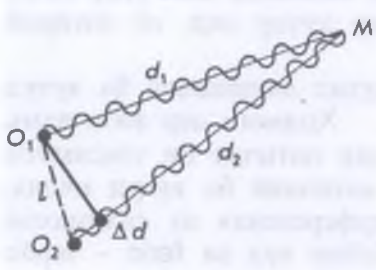
Дисперсия гуфта вобастагии қобилияти шуоъшиканиро ба басомади лаппиш ё дарозии мавҷ меноманд.

Таркиби мураккаб доштани рӯшноии сафедро дар мадди назар оварда, гуногунии ҳайратангези рангҳои табиатро шарҳ додан осон аст. Масалан, вараҳи когаз ҳама рангҳои ба рӯи он афтодаро инъикос кунад, сафед менамояд. Агар рӯи ҳамон вараҳи коғазро як қабати тунуки ранги сурх давонем рӯшноии соҳиби ранги нав ба вуҷуд намеорем, лекин ба воситаи когаз рӯшноии инъикосшавандаро нигоҳ дошта метавонем: дар ин маврид танҳо шуоъи сурх инъикос мешаваду шуоъҳои дигарро пардаи ранг фурӯ мебарад. Алаф ва барги дарахт дар назари мо аз он сабаб сабз метобанд, ки аз ҳама шуоъҳои ба рӯи онҳо афтидаи Офтоб танҳо шуоъҳои сабзро инъикос мекунанду ҳама шуоъҳои дигарро фурӯ мебаранд. Агар ба алаф аз тариқи шишаи сурх, ки танҳо шуоъҳои сурхро мегузаронад, назар андозем, алаф қариб сиёҳ менамояд.

1. *Чаро танҳо дастаи ба қадри кофӣ борики рӯшноӣ баъди аз призма гузаштан спектр медиҳаду дар мавриди истифода шудани дастаи васеъ танҳо канорҳои даста ранга менамояд?*
2. *Дисперсияи рӯшноӣ чист?*
3. *Спектри нури рӯшноии сафед аз чанд ранг иборат аст?*
4. *Ҳодисаи ба рангҳо ҷудо шудани рӯшноӣ аз тарафи кадом олим ба таври таҷрибавӣ муайян карда шудааст?*

§ 7. ИНТЕРФЕРЕНСИЯИ МАВҶҲОИ РӮШНОӢ.

Мо тарзҳои чен кардани суръати рӯшноиро муоина кардем ва фаҳмидем, ки рӯшноӣ дар ин ё он муҳит назар ба вакуум бо суръати пасттар паҳн мегардад. Ин дурустии принсипи Гюгенсро, ки ҳодисаҳои инъикос ва шикасти рӯшноиро ба хубӣ шарҳ додааст, тасдиқ мекунад.



Расми 151.

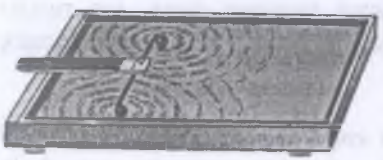
Аммо барои исботи он ки рӯшноӣ ҳангоми паҳн гаштан чун мавҷ рафтор мекунад, далелҳои ҷиддӣ овардан зарур

аст. Ҳаргуна ҳаракати мавҷиро ҳодисаҳои интерференсия ва дифраксия хос мебошанд.

Ба сифати далел дар таҷриба исбот кардан зарур аст, ки ҳодисаҳои мазкур ба рӯшноӣ низ хос аст. Барои хубтар дарк намудани моҳияти интерференсия аввал интерференсияи мавҷҳои механикиро ба хотир меорем.

Ҳолатҳое мешавад, ки дар як вақт дар муҳит чанд мавҷ паҳн мегардад. Чунончи, ҳангоми дар хона сӯҳбат доштани чанд нафар одамон мавҷҳои садоҳои онҳо рӯи ҳам меоянд. Ё агар мо ба рӯи об якбора ду санг партофта, ду ҳалқамавҷ ба вуҷуд биёрем, мебинем, ки ҳар як мавҷ аз даруни мавҷи дигар мегузарад ва тавре рафтор мекунад, ки гӯё мавҷи дигар тамоман вуҷуд надошта бошад.

Айнан ҳамин тавр адади зиёди мавҷҳои садо низ дар як вақт дар ҳаво бе халали якдигар паҳн гардида метавонанд. Овози чандин сарояндаи ҳамон як даста ва садои миқдори зиёди асбобҳои мусиқӣ дар ҳаво мавҷҳои гуногун ба вуҷуд меоваранд, аммо ҳамаи онҳо то ба гӯши шумо бетағйир мерасанд ва гӯши шумо онҳоро аз якдигар фарқ карда метавонад.



Расми 152.

Акнун биёед амиқтар бинем, ки дар ҷои ҷамъ омадани мавҷҳо чӣ ҳодиса рӯй медиҳад. Мавҷҳоеро, ки дар натиҷаи ба сатҳи об партофтани ду санг пайдо мешаванд, мушоҳида карда, мебинем, ки баъзе қитъаҳои сатҳи об ором мемонанду дар баъзе қитъаҳои дигар об ба изтироби сахт (ба ғалаён) меояд. Агар дар ҳамон як ҷо теғаи як мавҷ бо теғаи мавҷи дигар дучор ояд, изтироби об сахт мешавад, вале агар тегаи як мавҷ бо хамии мавҷи дигар дучор ояд, об изтироб намекунад.

Умуман, дар ҳар як нуқтаи муҳит лаппишҳои ба вуҷуд овардаи ду мавҷ ҷамъ мешаванд. Ҳодисаи дар фазо ҷамъ шудани ду (ё чанд) мавҷро, ки дар натиҷаи он тақсимоти доимии амплитудии лаппишҳои натиҷавӣ ба вуҷуд меояд, интерференсия меноманд. («Интерференсия» аз калимаҳои лотинии inter - мутақобилан, байни худ ва ferio - зарба мезанам, маҳв месозам таркиб ёфтааст)

Барои ба вуҷуд овардани манзараи интерференсионии пойдор зарур аст, ки басомади мавҷҳои ҳосилкардаи ҳарду манба якхела ва фарқи фазаҳои лаппишҳои онҳо доимӣ

Манбаҳоеро, ки ин шартҳоро қонеъ мегардонанд, манбаҳои когерентӣ (аз калимаи лотинии cohaereus – алоқаманд, ҳамбаста) ва мавҷҳои ҳосилкардаи онҳоро мавҷҳои когерентӣ меноманд.

бошанд.

Манзараи интерференсионии пойдор дар мавриди ҷамъ шудани мавҷҳои когерентӣ ба вуҷуд меояд. Танҳо мавҷҳои когерентӣ интерференсия карда метавонанд.

Агар рӯшноӣ аз сели мавҷҳо иборат бошад, пас ҳодисаи интереференсия шудани мавҷҳои рӯшноӣ бояд имконпазир бошад. Аммо ба вуҷуд овардани манзараи интереференсия ба воситаи ду манбаи бо якдигар ноалоқаманди рӯшноӣ, чунончи ба воситаи ду чароғи электрикӣ имконнопазир аст, зеро даргирондани чароғи дуюм равшании сатҳро зиёд кунад ҳам, дар офараниши максимумҳову минимумҳо «ҳисса гузошта» наметавонад. Сабаби ин дар чист ва интерференсияи рӯшноиро дар чигуна шароит мушоҳида кардан муяссар мегардад?.

Шарти когерентӣ будани мавҷҳои рӯшноӣ. Сабаби ду чароги электрикӣ манзараи интерференсияро ба вуҷуд оварда натавонистан дар он аст, ки мавҷҳои рӯшноии афкандаи манбаҳои гуногун бо якдигар чӯр нестанд; ҳол он ки барои ба вуҷуд овардани манзараи устувори интерференсия мавҷҳои ҳамчӯрро истифода кардан зарур аст. Ингуна мавҷҳо бояд дарозиҳои якхела дошта бошанд ва фарқи фазаҳошон дар ҳар нуқтаи фазо доимӣ бошад.

Мавҷҳои дарозиҳояшон якхела ва фарқи фазаҳояшон доимиро мавҷҳои когерентӣ меноманд.

Мавҷҳои афкандаи ду манбаро аз ҷиҳати дарозӣ бо якдигар қариб айнан баробар кардан душвор нест. Барои ин нурполоҳоеро истифода бурдан лозим аст, ки аз худ танҳо рӯшноии фосилаи бисёр танги дарозиҳои мавҷро гузаронанд.

Шумо ҳангоми аз кафки собун пуфак сохтан ё мавҷ задани рангҳои офаридаи пардаи карасин ё нафти рӯи обро мушоҳида намуда, манзараи интерференсияро борҳо дидаед.

Олими инглис Томас Юнг нахустин касе буд, ки ба чунин хулоса омад: рангҳои пардаҳои тунук дар натиҷаи ҷамъ шудани мавҷҳои 1 ва 2, ки яке (1) аз сатҳи берунӣ ва дигаре (2) аз сатҳи дарунии парда инъикос мегарданд, ба вуҷуд меоянд (Расми 151). Дар ин маврид интерференсияи мавҷҳо, яъне ҷамъ шудани ду мавҷе рӯй медиҳад, ки дар натиҷаи он дар нуқтаҳои гуногуни фазо лаппишҳои натиҷавии мавҷҳои рӯшноӣ зӯр ё суст мешаванд. Натиҷаи интерференсия (зӯр ё суст шудани лаппишҳои натиҷавӣ) ба кунҷи афтиши рӯшноӣ (ба сатҳи парда), ғафсии парда ва дарозии мавҷ вобаста мебошад. Рӯшноӣ он гоҳ зӯр мешавад, ки мавҷи шикаста (2) аз мавҷи инъикосшуда (1) ба қадри як ё чанд дарозии мавҷ ақиб монад. Лекин агар мавҷи дуюм аз мавҷи якум ба қадри ним дарозии мавҷ ё ба адади тоқи нимдарозиҳои мавҷ ақиб монад, рӯшноӣ суст мешавад.

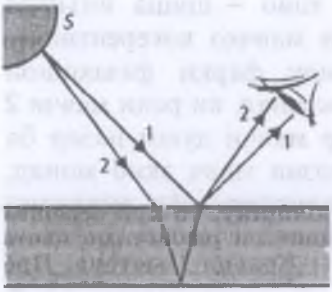
Мавҷҳои аз сатҳҳои дарунӣ ва берунии парда инъикосшаванда аз он сабаб когерентианд, ки ҳардуи онҳо ҷузъҳои ҳамон як дастаи рӯшноианд. Ба ибораи дигар, парда шаддаи мавҷҳои афкандаи ҳар як атомро ду ҷузъ мекунаду баъд ин ҷузъҳо ҷамъ омада, интерференсия медиҳанд.

Юнг инчунин фаҳмид, ки тафовути рангҳо бо тафовути дарозӣ (ё басомад)-и мавҷҳои рӯшноӣ алоқаманд аст. Дастаҳои рӯшноии гуногунранг дарозии мавҷи гуногун доранд. Барои он ки ду мавҷи гуногундарозии рӯшноӣ (кунҷҳои афтиши ҳарду мавҷро якхела мегирем) дар натиҷаи ҷамъ шудан якдигарро тақвият диҳанд, зарур аст, ки ғафсии парда гуногун бошад. Бинобар ин, агар ҳар ҷои парда ҳар хел гафс бошад, дар мавриди ба он афтидани рӯшноии сафед рангҳои гуногун пайдо мешаванд.

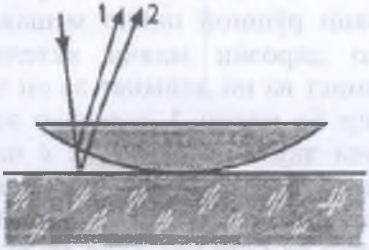


Томас Юнг (1773-1829) - олими аиглис, физик, духтур, ситорашинос ва муҳандиси боистеъдод. Комёбии асосии Юнг кашфи ҳодисаи интерференсия (истилоҳи интерференсия низ бо қалами ӯст) ва шарҳи ҳодисаи дифраксия (дар заминаи назарияи мавҷии рӯшноӣ) мебошад. Дарозии мавҷи рӯшноиро низ аввалин шуда Юнг чен кардааст.

Ҳалқаҳои Нютон. Манзараи интерференсионии содда, масалан дар қабати ҳавои байни шишаи ҳамвор ва линзаи



Расми 153.



Расми 154.

ҳамвори барҷастаи дар рӯи он гузошташуда ба вуҷуд омада метавонад. Ингуна манзара шакли ҳалқаҳои ҳаммарказе дорад, ки ҳалқаҳои Нютон ном гирифтаанд.

Линзаи ҳамвори барҷастае, ки радиуси каҷии сатҳи куравиаш хурд бошад, гирифта онро дар рӯи лавҳачаи шишагини ҳамвор мегузорем. Агар ба сатҳи шиша бодиққат (хубаш бо пурбин) назар андозем, дар ҷои расиши линзаву шиша як доғи тор ва дар атрофии он маҷмӯъ ҳалқачаҳои рангорангро мебинем.

Масофаи байни ҳалқаҳои ҳамсоя ба қадри зиёд шудани радиуси онҳо зуд кам мешавад (ниг. варақаи ранга, расми 111, 1). Инҳо ҳалқаҳои Нютон мебошанд.

Ин ҳалқачаҳоро Нютон на танҳо дар рӯшноии сафед, балки ҳангоми бо рӯшноии якранга (рӯшноии монохроматӣ) рӯшан сохтани линза низ мушоҳида ва таҳқиқ кард. Рӯшан гашт, ки радиусҳои ҳалқаҳои рақами тартибишон якхела дар мавриди аз канори бунафши спектр сӯи канори сурхи он омадан зиёд мешавад; ҳалқаҳои сурх радиуси зиёдтарин доранд (ниг. варақаи ранга, расми 111, 2, 3). Шумо ин ҳалқаҳоро дар таҷрибаҳои мустақилона мушоҳида карда метавонед.

Нютон пайдоиши ҳалқаҳоро шарҳи қобили қабул дода натавонист. Ин ба Юнг муяссар гардид. Муҳокимаҳои Юнг бар он асос ёфтаанд, ки рӯшноӣ табиати мавҷӣ дорад, рӯшноӣ мавҷ аст.

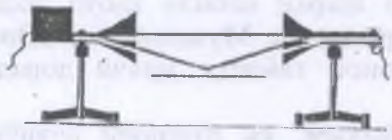
Акнун мавридеро дида мебароем, ки рӯшноии соҳиби дарозии муайяни мавҷ қариб амудан ба линзаи ҳамворбарҷаста мезанад (рас. 154). Мавҷи 1 дар натиҷаи аз

сатҳи барҷастаи линза дар сарҳади шиша – ҳаво ва мавҷи 2 дар натиҷаи аз шиша дар сарҳади ҳаво – шиша инъикос ёфтани рӯшноӣ пайдо мешаванд. Ин мавҷҳо когерентианд: онҳо дарозии мавҷи якхела доранду фарқи фазаҳошон доимист ва ин доимият аз он ҷо сар мезанад, ки роҳи мавҷи 2 назар ба мавҷи 1 дарозтар аст. Агар мавҷи дуюм назар ба мавҷи якум ба қадри як ё чанд дарозии мавҷ ақиб монад, мавҷҳо дар натиҷаи ҷамъ шудан якдигарро зӯр мекунанд (тақвият медиҳанд). Лаппишҳои офаридаи онҳо ҳамфаза меоянд ва баръакс, агар мавҷи дуюм назар ба якум ба қадри ним дарозии мавҷ ё адади тоқи нимдарозиҳои мавҷ ақиб монад, фазаҳои лаппишҳои ангехтаи онҳо муқобили якдигар хоҳад буд – дар ин маврид онҳо дар натиҷаи ҷамъ шудан ҳамдигарро маҳв мекунанд.

Агар радиуси каҷии сатҳи линза маълум бошад, бо роҳи ҳисобукитоб ёфтан мумкин аст, ки дар чигуна дурӣ аз нуқтаи расиши линза бо шишаи ҳамвор фарқи роҳҳои мавҷҳои дарозиашон муайян ҳамдигарро маҳв мегардонанд. Ана ҳамин масофаҳо радиусҳои ҳалқаҳои тираи нютонӣ мебошанд. Радиуси ҳалқаҳоро чен карда, дарозии мавҷҳоро ёфтан осон аст.

Дарозии мавҷи рӯшноӣ. Аз санҷиши дарозиҳои мавҷ барои ранги сурх қимати $\lambda = 8.10^{-7}$ м ҳосил шуду барои ранги бунафш қимати $\lambda = 4.10^{-7}$ м. Дарозиҳои мутобиқи мавҷҳои дигарранга дар байни ин ду қимат мехобанд. Дарозии мавҷҳои рӯшноӣ барои ҳама рангҳо бисёр кӯтоҳ аст. Тасаввуран мавҷи дарозиаш чандметриро он қадар калон кунед, ки тамоми уқёнуси Атлантикро аз соҳилҳои Аврупо то Амрико фаро гирад. Агар дарозии мавҷи рӯшноиро ба ҳамин андоза калон кунем, назар ба паҳноии ҳамин саҳифа танҳо андак зиёдтар мешавад.

Ҳамин тариқ, таҳқиқи интерференсия на танҳо хосиятҳои мавҷӣ доштани рӯшноиро исбот менамояд, балки имкон низ медиҳад, ки дарозии мавҷҳо чен карда шавад. Мисли он ки ғафсии садо ба басомади лаппишҳои савтӣ вобаста аст, ранги рӯшноӣ низ ба



Расми 155.

басомади лаппиш (ё худ ба дарозии мавҷ) вобаста мебошад.

Берун аз мо дар табиат ҳеҷгуна ранг вуҷуд надорад, танҳо мавҷҳои гуногундарозӣ мавҷуданд. Чашм асбоби мураккаби физикиест, ки фарқияти ночизи дарозиҳои мавҷи рӯшноӣ (тақрибан 10^{-8} м)-ро ҳис мекунад. Аксари ҳайвонҳо рангҳоро ҳис карда наметавонанд ва манзараи олами пурранги мо дар чашми онҳо танҳо сафедусиёҳ менамояд. Шахсони гирифтори бемории рангкӯрӣ (далтонизм) низ рангҳои гуногунро эҳсос карда наметавонанд.

Дар мавриди аз як муҳит ба муҳити дигар гузаштани рӯшноӣ дарозии мавҷ тағйир меёбад. Инро ошкор сохтан мушкил нест: фазои байни линзаву шишаро бо об ё моеъи дигари шаффофи қобилияти шуоъшиканиаш пур мекунем он гоҳ радиуси ҳалқаҳои интерференсионӣ кӯтоҳтар меоянд.

Сабаби ин дар чист? Шумо медонед, ки дар мавриди аз вакуум ба ягон муҳит гузаштани рӯшноӣ суръати он n бор кам мешавад. Азбаски $\vartheta = \lambda\nu$ аст, пас, ё басомад ё дарозии мавҷ дар ин маврид бояд n бор кам шавад. Вале радиуси ҳалқаҳо ба дарозии мавҷ вобастаанд. Пас, ҳангоми ба муҳит даромадани рӯшноӣ на басомад, балки маҳз дарозии мавҷи он n бор тағйир меёбад.

Интерференсияи мавҷҳои электромагнитӣ. Бо ёрии генератори фавқулбаландбасомад интерференсияи мавҷҳои электромагнитиро мушоҳида кардан мумкин аст.

Генератор ва қабулкунак мавҷҳоро рӯбарӯи якдигар ҷой медиҳанд (рас. 155). Баъд сафҳачаи металлиеро дар ҳолати уфуқӣ аз поён ба онҳо наздик мебаранд ва онро оҳиста-оҳиста боло бардошта, мебинанд, ки садо гоҳ баланд мешаваду гоҳ паст.

Қисме аз мавҷи афкандаи карнайи генератор бевосита ба карнайи қабул мезанаду қисми дигараш аз сафҳачаи металлӣ инъикос гашта, баъд ба карнайи қабул мерасад. Мо мавқеи сафҳачаи металлиро тағйир дода, фарқи роҳҳои мавҷҳои ростакӣ ва инъикосшударо каму зиёд мекунем – дар натиҷа мавҷҳо якдигарро ё тақвият медиҳанд ё маҳв месозанд.

Ҳамин тавр, мушоҳидаи интерференсияи рӯшноӣ нишон медиҳад, ки рӯшноӣ ҳангоми паҳншавӣ хусусиятҳои мавҷӣ зоҳир мекунад. Таҳқиқи интерференсия ва санҷишҳои интерференсионӣ имкон медиҳанд, ки дарозии мавҷҳои рӯшноӣ чен карда шавад.

1. *Мавҷҳои когерентӣ чигуна мавҷанд?*
2. *Чигуна рӯйдодро интерференсияи мавҷҳо меноманд?*
3. *Мавҷҳои когерентии рӯшноиро чӣ тавр ҳосил мекунанд?*
4. *Ҳодисаи интерференсияи рӯшноӣ чи моҳият дорад?*
5. *Тафовути рангии мавҷҳои рӯшноӣ бо чигуна бузургии физикии тавсифдиҳандаи рӯшноӣ алоқаманд аст?*

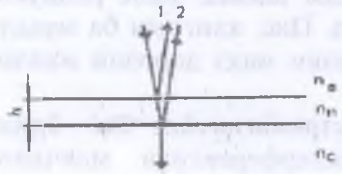
§ 8. БАЪЗЕ ТАТБИҚҲОИ ИНТЕРФЕРЕНСИЯ

Татбиқҳои интерференсия басо муҳим ва сершуморанд.

Интерферометр ном асбобҳое мавҷуданд, ки кори онҳо бар истифодаи ҳодисаи интерференсия асос ёфта, барои саҳеҳ чен кардани дарозии мавҷҳои рӯшноӣ, чен кардани қобилияти шуоъшикании газҳо ва ғайра истифода бурда мещавад.

Мо ин ҷо танҳо ду татбиқи интерференсияро муоина мекунем.

Санҷиши сифати пардози сатҳҳо. Ба воситаи ин асбоб сифати пардози сатҳи маснуотро бо саҳехияти то даҳяки дарозии мавҷ ё худ 10^{8} см санҷидан мумкин аст. Барои ин дар байни сатҳи намунаи санҷидашаванда ва сатҳи лавҳачаи хеле хуб сайқалёфтаи эталонӣ як қабати фонашакли тунуки ҳаво ба вуҷуд овардан мебояд.



Расми 156.

Он гоҳ ноҳамвориҳои сатҳ (то 10^{6} см) боиси каҷ омадани тасмаҳои интерференсионие мегарданд, ки онҳо дар натиҷаи аз сатҳи намунаи санҷидашаванда ва рӯяи поёнии лавҳачаи эталони инъикос ёфтани рӯшноӣ пайдо мешаванд.

Танвири асбобҳои оптикӣ. Объективҳои аппаратҳои суратгириву кинопроекторҳо, перископҳои киштиҳои зериобӣ ва асбобҳои дигари оптикӣ адади зиёди шишаҳои опиткӣ – линза, призма ва ғ. доранд. Дар ингуна асбобҳо рӯшноӣ аз чандин сатҳ инъикос мешавад. Адади сатҳҳои нуринъикоскунанда дар дастгоҳи суратгирии замони ҳозира ба 10, дар перископҳои киштии зериобӣ то ба 40 мерасад. Дар мавриди амудан ба сатҳи оптикӣ задани рӯшноӣ аз 5 то 9%-и энергияи он инъикос мешавад. Бинобар ин аз тамоми рӯшноии ба асбоб воридшаванда на бештар аз 10-20 % - аш то

ба ҷои мушоҳида мерасад – дар натиҷа равшании тасвир кам ва сифати он паст меояд. Як қисми дастаи рӯшноӣ бо вуҷуди инъикоси чандинкарата (аз сатҳҳои дарунии асбоб) то ба ҷои мушоҳида мерасад, вале ба сабаби пароканишҳои зиёд дар сохтани тасвири возеҳ иштирок намекунад. Барои бартараф сохтани ин ҳиссаи инъикосшавандаи энергияи рӯшноиро кам кардан зарур аст.. Он гоҳ тасвир равшантар, мунаввартар мешавад. Истилоҳи танвир аз ҳамин ҷост ва маънии «равшан кардан» дорад.

Танвири асбобҳои оптикӣ бар ҳодисаи интерференсия асос ёфтааст. Сатҳи шишаи оптикӣ, масалан, линзаро пардаи тунуке медавонанд, ки қобилияти шуоъшикании он n_0 назар ба қобилияти шуоъшикании шиша $n_ш$ кам бошад. Барои осонӣ мавриди амудан ба сатҳи парда задани рӯшноиро муоина мекунем (рас. 156).

Фарқи роҳҳои 1 ва 2, ки аз сатҳҳои болоӣ ва поёнии парда инъикос шудаанд, ба ғафсии дучандаи парда баробар аст. Дарозии мавҷ дар парда λ_n назар ба вакуум λ, n- маротиба кам аст:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n_n}$$

Барои он ки мавҷҳои 1 ва 2 якдигарро суст кунанд, фарқи роҳҳои онҳо бояд ба ними дарозии мавҷ дар парда баробар шавад:

$$2h = \frac{\lambda_n}{2} = \frac{\lambda}{2n_n} \qquad (6.12)$$

агар амплитудаи мавҷҳои инъикосшуда ҳамчен ё қариб ҳамчени якдигар бошанд, рӯшноӣ хомӯш мешавад. Барои ба ин муваффақ шудан қобилияти шуоъшикании пардаро қимати матлуб додан (яъне онро дуруст интихоб кардан) мебояд, зеро интенсивияти рӯшноии инъикосгашта ба нисбати коэффисентҳои шикасти ҳарду муҳити ҳамсарҳад вобаста мебошад.

Ба линза одатан рӯшноии сафед мезанад. Ифодаи (6.12) нишон медиҳад, ки гафсии матлуби пардаро вобаста ба дарозии мавҷ интихоб кардан мебояд. Аз ин рӯ мавҷҳои инъикосгаштаи дорои ҳама басомадҳоро хомӯшондан имконпазир нест. Ғафсии пардаро тавре интихоб мекунанд,

ки дар мавриди амудан ба сатҳи пардапӯш задани рӯшноӣ хомӯшшавии пурра ба дарозиҳои мавҷи соҳаи миёнаи спектр, яъне ба ранги сабз $\lambda = 5{,}5.10^{-5}$ см рост ояд.

Ғафсии матлуби парда ба чоряки дарозии мавҷ (дар парда) баробар аст:

$$h = \frac{\lambda_0}{4n_0}$$

Инъикоси рӯшноии мутобиқ ба қитъаҳои канории спектр яъне сурх ва бунафш ба қадри ночиз суст мешавад. Ҳамин аст, ки объективи танвиршуда дар рӯшноии инъикосшуда ранги бунафши рӯшан хоҳад гирифт. Ҳоло суратгиракҳои соддатарин ва арзонтарин ҳам шишаҳои танвиршуда доранд.

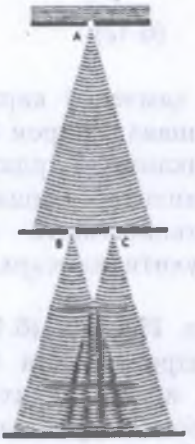
1. ***Бо ёрии интерферометр чиро чен мекунанд?***
2. ***Танвири асбобҳои оптикӣ ба кадом ҳодисаи физикӣ асос ёфтааст?***

§ 9. ДИФРАКСИЯИ РӮШНОӢ

Агар рӯшноӣ хосияти мавҷӣ дошта бошад, пас, гайр аз

Ҳодисаи аз рафти ростхатта майл хӯрдани мавҷҳо ҳангоми аз канори монеа гузаштани онҳо дифраксия номида мешавад.

интерференсия бояд ҳодисаи дифраксияи рӯшноӣ низ рӯй диҳад, зеро, чунонки болотар зикр кардем, дифраксия (яъне аз канори монеа давр зада гузаштани мавҷҳо) ҳама рӯйдодҳои мавҷиро хос мебошад. (Дифраксия аз калимаи лотинии «difractus» гирифта шуда, маъноаш шикаста мебошад).



Расми 157.

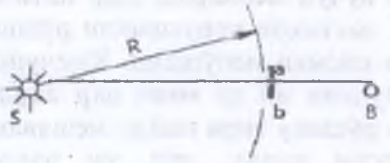
Дифраксия ҳам мисли интерференсия ҳама рӯйдодҳои мавҷиро хос мебошад.

Аммо мушоҳида кардани дифраксияи рӯшноӣ осон нест. Сабаб дар он аст, ки мавҷҳо аз рафти ростхаттаи худ ба дараҷаи намоён танҳо дар мавриди бо дарозии мавҷ қобили муқоиса будани андозаҳои садди роҳашон майл мехӯранд; вале мавҷҳои рӯшноӣ бағоят кӯтоҳанд.

Пас, онҳо чӣ тавр дифраксия дода

гуногуни дифраксияро дар таҷриба дақиққорона таҳқиқ кард, балки назарияи миқдории онро низ бунёд сохт. Ин назария имкон медод, ки манзараи дар натиҷаи ҳаргуна монеаро давр задани рӯшноӣ ҳосилшаванда ҳисобукитоб карда шавад. Ҳодисаи дар муҳити якҷинса ба таври ростхатта паҳн шудани рӯшноиро дар заминаи назарияи мавҷӣ низ Ференел шарҳи рушан додааст. Ӯ ин комёбиҳоро дар натиҷаи омезиш додани принсипи Гюгенс ва гояи интерференсияи мавҷҳои дуюмӣ ба даст овардааст. Ба ақидаи Ференел сатҳи мавҷӣ дар ҳаргуна лаҳзаи вақт нафақат хати фарогири мавҷҳои дуюмӣ, балки натиҷаи интерференсияи онҳо низ мебошад (принсипи Гюгенс – Френел).

Барои ёфтани амплитудаи мавҷи дар ин ё он нуқтаи фазо пайдошуда манбаи рушноиро фикран ба сатҳи сарбасте иҳота кардан мебояд. Он гоҳ интерференсияи мавҷҳое,ки аз манбаҳои дуюмии рӯи ин сатҳ бармеоянд, амплитудаи натиҷавиро дар ҳаргуна нуқтаи фазо боис гардида метавонад.

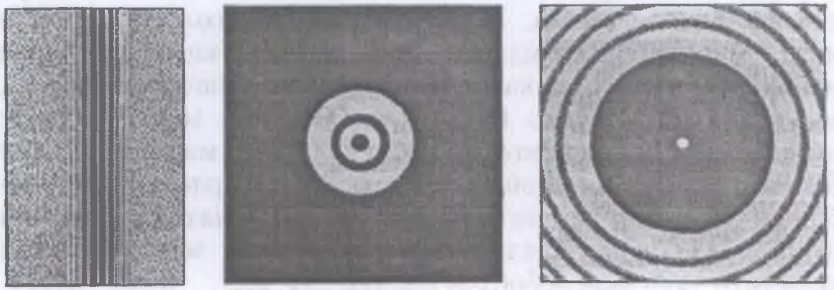


Расми 158.

Ингуна ҳисобу китоб дарки онро осон мекунад, ки рӯшнои аз манбаи нуқтагии S (ки мавҷи куравӣ меафканад) чӣ тавр то ба нуқтаи ихтиёрии B мерасад. Амали якҷояи манбаҳои дуввумии сатҳи мавҷии куравии радиусаш R–ро муойина карда нуқтаи муҳимеро фаҳмидан осон аст: натиҷаи интерференсияи мавҷҳои дуюмии афкандаи ин манбаҳо дар нуқтаи B онгуна хоҳад буд, ки гӯё ба ин нуқта танҳо манбаҳои дуюмии рӯи қитъаи куравии рӯшноӣ мефиристода бошанд. Мавҷҳои дуюмии афкандаи манбаҳо дар натиҷа интерференсия ҳамдигарро маҳв месозанд. Пас, ин ҳодиса тавре сурат мегирад, ки гӯё рӯшноӣ танҳо ба рафти хати рости SB, яъне ростхата паҳн мешуда бошад.

Манзараҳои дифраксионӣ аз монеаҳои гуногун. Азбаски мавҷи рӯшноӣ басо кӯтоҳ аст, бинобар ин барои ба вуҷуд овардани манзараи возеҳи дифраксия ё монеаҳои бисёр хурдро истифода кардан зарураст ё ин ки масофаи байни монеаи роҳи рӯшноиву пардаи намоишро ба қадри кофӣ дарозтар гирифтан лозим аст. Чунончи, дар мавриди тақрибан як метр будани масофаи байни монеа ва пардаи

намоиш андозаҳои монеа аз садяки миллиметр набояд зиёд бошад. Вале агар масофаи байни монеа ва парда (экран) чандсад метр ё чанд километр бошад, монеаи андозаҳояш чанд сантиметр ва ҳатто чанд метрро истифода кардан мумкин аст. Дар расми 159 фотосуратҳои манзараҳои дифраксионӣ барои монеаҳои зерин тасвир ёфтааст: а – сими борик, б – сӯрохи гирд ва в – диск.



а б в

Расми 159.

Чунонки мебинем, дар мавриди аввал ба ҷои сояи сим чанд рахи рӯшану тира пайдо мешавад; дар сурати дуюм дар маркази манзараи дифраксионии ҳосилкардаи сӯрохии гирд як доги тирагун ба вуҷуд меояду дар атрофаш – ҳалқаҳои сафеду сиёҳ (диаметри сӯрохро тағйир дода, дар маркази тасвир доғи рӯшан ва дар атрофаш ҳалқаҳои сиёҳу сафед ҳосил кардан мумкин аст); дар сурати охирин дар маркази тасвири сояи диск доғи рӯшане метобад, ки дар гирдаш ҳалқаҳои тирагуни ҳаммарказ дорад.

Ҳадди татбиқпазирии оптикаи геометрӣ. Ҳама назарияҳои физикӣ ҳодисаҳои дар табиат рӯйдиҳандаро танҳо тақрибан инъикос мекунанд ва барои ҳаргуна назария ҳудуди муайяни татбиқпазир будан ё набудани он вуҷуд дорад. Дар ин ё он мавриди қобили истифода будан ё набудани ин ё он назария ба он вобаста аст, ки аввалан, ин назария чигуна дараҷаи саҳеҳиро тахмин карда метавонад ва баъд, ҳалли ин ё он масъалаи амалӣ чигуна саҳеҳият мехоҳад. Ҳадди татбиқи назарияро танҳо баъди бунёд сохтани назарияи умумитаре муқаррар кардан мумкин аст, ки ҳодисаҳои муоинашавандаро фаро гирад.

Ҳамаи ин қоидаҳои умумӣ ба оптикаи геометрӣ низ тааллуқ доранд. Ин назария назарияи тақрибист ва аз ин рӯ

интерференсияву дифраксияи рӯшноиро шарҳ дода наметавонад. Назарияи умумитар ва дар айни ҳол саҳеҳтар оптикаи мавҷист. Қонуни рафти ростхаттаи рӯшноӣ ва қонунҳои дигари опиткаи геометрӣ танҳо дар мавриде ба қадри кофӣ саҳеҳ риоя мешаванд, ки андозаҳои садди роҳи рӯшноӣ назар ба дарозии мавҷи рӯшноӣ хеле зиёд бошад. Аммо ин қонунҳо ҳеҷ гоҳ ба дурустӣ риоя намешаванд.

Амали асбобҳои опиткӣ бо қонунҳои оптикаи геометрӣ тавсиф дода мешавад. Мувофиқи ин қонунҳо мо ҷузъиёти чизи мушоҳидашавандаро, ҳар қадаре ки онҳо хурд набошанд, гӯё фарқ карда метавониста бошем; ҳамчунин, мувофиқи ин қонунҳо ба воситаи телескоп мавҷудияти ду ҷузъи ҳамон як қушаситораро, ҳар қадаре ки масофаи кунҷии байни онҳо кӯтоҳ набошад, гӯё муқаррар карда метавониста бошем. Вале дар асл ин тавр нест ва танҳо назарияи мавҷии рӯшноӣ имкон медиҳад фаҳмем, ки сабаби маҳдуд будани қобилияти ҷудодиди асбобҳои оптикӣ дар чист.

Қобилияти ҷудодиди чизҳои хурд бо микроскоп ва телескоп. Табиати мавҷии рӯшноӣ имкони бо микроскоп дидани ҷузъиёти ин ё он чизҳои майдаро маҳдуд мегардонад. Ба сабаби мавҷудияти дифраксия тасвири ҷузъиёти майда возеҳ намебарояд, зеро дастаи дар микроскоп истифодашавандаи рӯшноӣ (мисли ҳаргуна дастаи дигари рӯшноӣ) на саҳеҳан ростхатта паҳн мешавад, балки канори ашёро давр мезанад. Ҳамин аст, ки тасвирҳо новозеҳ меоянд. Агар тасвирҳои новозеҳи ҷузъиёти мушоҳидшаванда як шаванд, ҳеҷ гуна дараҷаи калонкунӣ онҳоро намудор карда наметавонад. Ин ҳолат он гоҳ рӯй медиҳад, ки андозаҳои хаттии чизҳои мушоҳидашаванда назар ба дарозии мавҷи рӯшноӣ хурд бошанд.

Ҳодисаи дифраксия қобилияти ҷудодиди телескопро низ маҳдуд мегардонад: тасвири ситора дар объективи телескоп на дар шакли нуқта, балки дар шакли маҷмӯи ҳалқаҳои рӯшану тира падид мебошад. Дар мавриди хурд будани масофаи кунҷии байни ду ситора ин ҳалқаҳо рӯиҳам меоянд ва чашми мо дида наметавонад, ки тасвир аз чанд (як ё ду) нуқта иборат аст. Хурдтарин масофаи кунҷии байни ду нуқтаи намоён бо нисбати дарозии мавҷи рӯшноӣ бар диаметри объектив таъин мешавад.

Ин мисол далели он аст, ки дифраксия ҳамеша, барои ҳамагуна монеа вуҷуд дорад. Дифраксияи рӯшноӣ ҳадди татбиқи оптикаи геометриро муайян мекунад. Хосияти монеаҳоро давр задани рӯшноӣ қобилияти ҷудодиди муҳимтарин асбобҳои опитқӣ – микроскоп ва телескопро маҳдуд мегардонад.

1. ***Чаро бо микроскоп атомро дидан имконнопазир аст?***
2. ***Принсипи Гюгенс- Френелро таъриф диҳед.***
3. ***Таҷрибаи Юнгро доир ба дифраксия такрор кунед.***
4. ***Қонунҳои оптикаи геометрӣ дар кадом мавридҳо дурустанд?***

§ 10. ПАНҶАРАИ ДИФРАКСИОНӢ

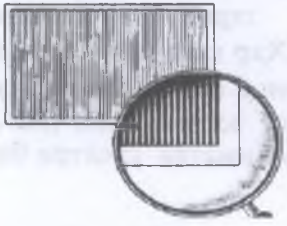
Ҳодисаи дифраксия дар асбоби оптикӣ – панҷараи дифраксионӣ истифода мешавад.

Панҷараи дифраксионӣ асбобест иборат аз адади зиёди рогҳои танге, ки аз якдигар бо фосилаҳои ношаффоф ҷудоанд (рас. 160). Панҷараи хубро ба воситаи мошини махсусе месозанд, ки он лавҳаи шишагинро роғ-роғ мекунад. Адади роғҳо дар ҳар миллиметр то ба чанд ҳазор расида метавонад; адади умумии роғҳо дар як панҷара одатан беш аз 100000 аст.

Панҷараи соддаро одатан аз желатин месозанд. Барои ин дар рӯи панҷараи хуб желатин давонда, аз он нусха мебардоранд ва онро дар байни ду лавҳаи шишагин мегиранд. Аммо беҳтарин панҷара панҷараи инъикоскунанда мебошад, ки аз тасмаҳои пай дар пайи инъикоскунандаву парокандаи рӯшноӣ иборат аст. Роғҳои рӯшноипарокандаро ба воситаи ранда дар лавҳаи металлии сайқалӣ «мекананд».

Агар бари роғҳои шаффоф (ё тасмаҳои инъикоскунанда) ба a ва бари фосилаҳои ношаффоф (ё тасмаҳои рӯшноипароканда) ба b баробар бошад, бузургии $d=a+b$ даври панҷарараро ифода мекунад.

Бигзор ба панҷара мавҷи якранга (монохроматӣ)-и ҳамвори дарозиаш λ занад (рас. 161). Манбаҳои дуюмӣ дар рогҳо мавҷҳое ба вуҷуд меоранд, ки онҳо ҳар сӯ паҳн мешаванд. Мавридеро муоина мекунем, ки ин мавҷҳо якдигарро тақвият медиҳанд. Барои ин мавҷҳоеро мегирем, ки таҳти



Расми 160.

кунҷи φ паҳн мегарданд. Фарқи роҳҳои мавҷҳои канории рогҳои ҳамсоя ба дарозии порчаи AC баробар аст. Агар дар ин порча адади томи дарозиҳои мавҷ ғунҷад, он гоҳ мавҷҳои ҳама рогҳо ҷамъ шуда, якдигарро тақвият медиҳанд. Дарозии порчаи AC-ро аз секунҷаи ABC ёфтан мумкин аст:

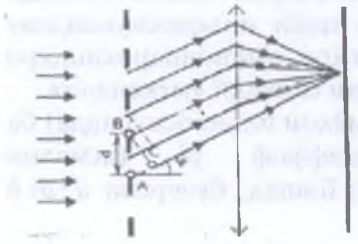
$$AC=AB\sin\varphi=d\sin\varphi$$

Максимумҳо таҳти кунҷҳое φ мушоҳида мешаванд, ки барои онҳо

$$d\sin\varphi = \kappa\lambda \quad (\kappa = 0,1,2,3\ldots) \text{ мебошад.} \quad (6.13)$$

Дар назар доштан зарур аст, ки дар мавриди риоя шудани шарти (6.13) на танҳо мавҷҳое қувват мегиранд, ки аз канорҳои поёнии рогҳо (аз рӯи расм) мебароянд, балки мавҷҳои аз ҳама нуқтаҳои дигари рогҳо оянда низ якдигарро қувват мебахшанд. Ба ҳар нуқтаи роғи якум дар роғи дуюм нуқтае рост меояд, ки масофааш аз нуқтаи якум d аст. Бинобар ин фарқи роҳҳои мавҷҳои дуюмии афкандаи ин нуқ таҳо $k\lambda$ мебошад ва онҳо ҳамдигарро тақвият мебахшанд.

Дар паси панҷара линзаи ҷамъоваранда ва дар ҳамвории конунии он экран (пардаи намоиш) мегузорем. Линза шуоъҳои параллелӣ (шуоъҳои мувозӣ)-ро дар як нуқта ҷамъ меоварад. Мавҷҳо маҳз дар ҳамин нуқта ҷамъ шуда, ҳамдигарро тақвият медиҳанд. Кунче (φ), ки шарти (5.13)-ро қонеъ мегардонад, мавқеи максимумҳоро дар экран муайян мекунад. Азбаски мавқеъи максимумҳо (ғайр аз максимуми марказӣ, ки барояш $\kappa = 0$ аст) ба дарозии мавҷ вобастагӣ дорад, пас, панҷара рӯшноии сафедро ба қисмҳо ҷудо мекунад, яъне онро ба ҷузъҳои таркибӣ тақсим мекунад (ниг. варақаи ранга, рас. IV.1). Ҳар қадаре ки λ зиёд бошад, ин ё он максимуми мутобиқ ба ин ё он қимати λ аз максимуми марказӣ ҳамон қадар дуртар ҷой мегирад (ниг. варақаи ранга, рас. IV. 2,3). Барои ҳар як қиматик спектри ба худ хос пайдо мешавад.



Расми 161.

Дар байни максимумҳо минимумҳои равшанӣ воқеъ мегарданд. Ҳар қадаре ки ададди рогҳо зиёд бошад, максимумҳо ҳамон қадар рӯшантар меоянд ва минимумҳои байни онҳо ҳамон қадар васеътар хоҳад буд. Энергияи рӯшноии ба панҷара зананда дар он тавре тақсим мешавад, ки қариб ҳамаи он ба максимумҳо рост меояд (ба соҳаҳои минимумҳо бошад, ҳиссаи багоят ками ин энергия мерасад).

Ба воситаи панҷараи дифраксионӣ дарозии мавҷро саҳеҳ чен кардан мумкин аст. Агар даври панҷара маълум бошад, муайян кардани дарозии мавҷ аз чен кардани кунҷи φ-е иборат хоҳад буд, ки мутобиқи самти максимум аст.

Мижаҳои мо низ то дараҷае панҷараи дифраксионӣ буда метавонанд: агар мо чашми худро нимпӯш карда, сӯи манбаи дурахшони рӯшноӣ нигарем, рангҳои рангинкамон ба назарамон мерасад, зеро рӯшноии сафед дар натиҷаи дар мӯйҳои милк дифраксия шудан ба рангҳо ҷудо мешавад. Сафҳаи граммофон бо ҷӯякчаҳои рӯяш ки ба ҳамдигар бисёр наздиканд, панҷараи дифраксионии инъикоскунандаро мемонад. Рӯшноии аз ингуна панҷара инъикосгаштаи, масалан, чароғи электрикӣ низ ба рангҳо ҷудо мешавад. Бо ин "асбоб" якбора чанд спектри ба қиматҳои гуногуни k мутобиқро мушоҳида кардан мумкин аст. Ин манзара он гоҳ возеҳ меояд, ки рӯшноии чароғ ба сатҳи сафҳа (пластинка) таҳти кунҷи калон афтад.

1. ***Сохти панҷараи дифраксиониро фаҳмонед.***
2. ***Оё мавқеъи максимумҳои ҳосилкардаи панҷараи дифраксионӣ ба ададди рогҳои он вобастагӣ дорад?***
3. ***Спектрҳои ҳосилкардаи призма аз спектрҳои дифраксионӣ чӣ фарқ доранд?***
4. ***Даври панҷараи дифраксионӣ ба чӣ баробар аст?***

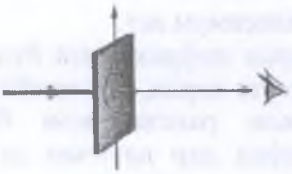
§ 11. ҚУТБИШИ (ПОЛЯРИЗАТСИЯ)-И РӮШНОӢ

Ҳодисаи интерференсия ва дифраксия далели он мебошанд, ки рӯшноӣ хосиятҳои мавҷӣ зоҳир мекунад. Аммо инҳо чигуна мавҷанд – арзӣ ё тӯлӣ?

Бунёдгузорони оптикаи мавҷӣ Юнг ва Фернел муддати дурудароз мавҷҳои рӯшноиро мавҷи тӯлӣ мепиндоштанд. Он вақтҳо мавҷҳои рӯшноиро чун мавҷҳои чандире муоина мекарданд, ки гӯё дар эфир ном муҳити фарзие паҳн шуда, тамоми фазоро пур мекарда бошанд ва ба даруни ҳама

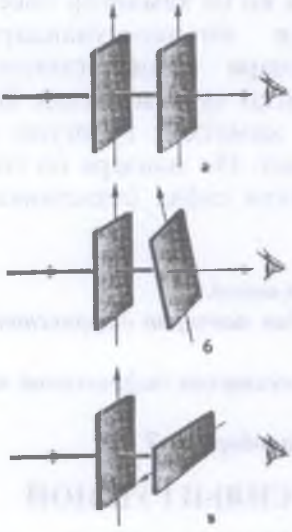
ҷисмҳо ворид шуда метавониста бошанд. Тавре ба назар мерасид, ки ингуна мавҷҳо арзӣ буда наметавонанд, зеро мавҷҳои арзӣ танҳо дар ҷисми сахт вуҷуд дошта метавонанд. Вале, ҷисмҳо дар эфири сахт чи тавр муқовимат надида ҳаракат карда метавонанд? Охир эфир набояд ҳаракати ҷисмҳоро монеъ шавад? Дар акси ҳол қонуни инерсия риоя намешуд.

Лекин оҳиста-оҳиста шумораи далелҳое меафзуд, ки онҳоро дар заминаи ақидаи тӯлӣ будани мавҷҳои рӯшноӣ шарҳ додан имконпазир буд.



Расми 162.

Таҷрибаҳо бо қаҳрабои асл (турмалин). Яке аз таҷрибаҳоеро муоина мекунем, ки басо содда, вале бағоят ҷолиб аст. Ин таҷрибаест бо қаҳрабои асл ном кристалли шаффофи сабзранг. Ин кристалл меҳвари симметрия дорад ва ба гурӯҳи кристаллҳои ба истилоҳ якмеҳвара дохил мешавад. Аз ин кристалл тавре як лавҳаи росткунҷа мебурем, ки як тарафи он ба меҳвари кристалл мувозӣ (параллел) бошад. Агар дастаи рӯшноии Офтоб ё чароғи электрикиро амудан ба сатҳи ин лавҳа равона созем ва лавҳаро гирди меҳвари дастаи рӯшноӣ гардиш диҳем, интенсивияти дастаи аз лавҳа гузаштаи рӯшноӣ тамоман тағйир намеёбад(рас.162).



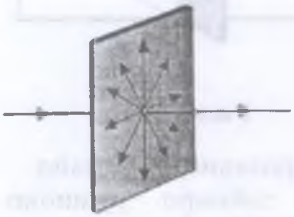
Расми 163.

Метавон гумон бурд, ки рӯшноӣ дар қаҳрабо танҳо қисман фурӯ бурда шуда, ранги сабзтоб гирифтааст ва диғар чизе рӯй надодааст. Аммо на ин тавр аст. Мавҷи рӯшноӣ хосиятҳои нав гирифтааст.

Ин хосиятҳоро дар ҳолате метавон ошкор сохт, ки дастаи рӯшноии аз лавҳаи қаҳрабо гузаштаро ба ҳамин гуна лавҳаи дигаре, ки ба лавҳаи якум мувозӣ (параллел) аст, равона созем (рас. 163, а). Дар мавриди ҳамсамт будани меҳварҳои

кристаллҳо дастаи рӯшноӣ дар натиҷаи дар лавҳаи дуюм фурӯ рафтан боз қадре сусттар мешавад.

Вале агар кристалли(булӯри) якумро қарор монда, кристалли дуюмро гардиш диҳем (рас. 163, б) ба қадри афзоиши кунҷи байни меҳварҳои кристаллҳо интенсивияти рӯшноӣ кам мешавад ва вақте ки меҳварҳо нисбат ба якдигар мавқеъи амудӣ мегиранд, рӯшноӣ аз кристалли дуюм гузашта наметавонад (рас. 163, в), зеро кристалли дуюм онро комилан фурӯ мебарад. Сабаби ин дар чист? Инро чӣ шарҳ додан мумкин аст?



Расми 164.

Арзияти мавҷҳои рӯшноӣ. Аз таҷрибаҳои муоинашуда ду хулоса сар мезанад: аввалан, мавҷи рӯшноии аз манбаи оянда нисбат ба самти рафти худ ба куллӣ симметрӣ мебошад (дар таҷрибаи якум ҳангоми гардиш додани кристалл интенсивияти рӯшноии гузашта тағйир намеёбад) ва мавҷи аз кристалли якум хориҷшуда симметрияи меҳварӣ надорад, зеро интенсивияти рӯшноии аз кристалли дуюм гузаранда вобаста ба кунҷи гардиши ин кристалл нисбат ба меҳвари шуоъ ин ё он бузургӣ хоҳад дошт.

Мавҷҳои тӯлӣ нисбат ба самти рафти худ симметрия доранд (мавҷҳо ба қади ҳамин самт лаппиш меҳӯранд ва ин самт меҳвари симметрияи мавҷ мебошад). Бинобар ин агар мавҷи рӯшноиро мавҷи тӯлӣ пиндорем, таҷрибаи гардиш додани кристалли дуюмро маънидод кардан илоҷ нахоҳад дошт.

Таҷрибаро дар заминаи ду фарз шарҳи қаноатбахш додан мумкин аст. Фарзи аввал. Мавҷи рӯшноӣ мавҷи арзӣ мебошад. Аммо дар дастаи рӯшноии афкандаи манбаи муқаррарӣ лаппишҳои ҳамасамте мавҷуданд, ки нисбат ба самти рафти мавҷҳо амудианд (расми 164).

Мувофиқи ин фарз мавҷи рӯшноӣ симметрияи меҳварӣ дорад ва дар айни ҳол арзӣ аст. Мавҷҳои рӯи об ингуна симметрия надоранд, зеро заррачаҳои об танҳо дар самти амудӣ ҷунбиш меҳӯранд.

Мавҷи рӯшноии лаппишҳояш ҳамасамтеро, ки ба самти рафти мавҷ амудӣ мебошанд, мавҷи табиӣ мегӯянд. Дар

Агар дар роҳи ин мавҷ айнан ҳамингуна қуттии дигаре гузорему онро нисбат ба қуттии якум 90° гардонем, лаппишҳо (мавҷҳои таноб) аз он намегузаранд: мавҷ хомӯш мешавад.

Поляроид (мавҷполо). Қобилияти қутбиятдиҳандагӣ на танҳо хоси кристаллҳои каҳрабои асл (турмалин) аст. Поляроид ном парда низ соҳиби ингуна хосият мебошад. Поляроид пардаи тунук, пардаи тақрибан 0,1 миллиметраи кристалли герапатитие аст, ки дар сатҳи селлулоид ё шиша давонда шудааст. Таҷрибаҳои дар боло тавсифшударо ба поляроид иҷро намудан мумкин аст. Бартарии поляроидҳо ин аст, ки ба воситаи онҳо сатҳҳои васеъи рӯшноиқутбиятдиҳанда ҳосил кардан душвор нест.

1. ***Нури рӯшноии табиӣ аз рӯшноии қутбишуда (поляризатсияшуда) чи тафовут дорад?***
2. ***Қисмҳои поляроидро номбар кунед.***
3. ***Мавҷҳои рӯшноӣ мавҷҳои арзианд ё тулӣ?***

§ 12. СПЕКТРҲО ВА ДАСТГОҲҲОИ СПЕКТРӢ

Тақсими энергия дар спектр. Ҳеҷ манба рӯшноии якранга (ё худ дарозии якхела) ё, чунонки мегӯянд, рӯшноии монохроматӣ намеафканад. Ин аз таҷрибаҳои оид ба дифраксия ва интерференсия аён аст.

Энергияи аз манба бо худ гирифтаи рӯшноӣ бо тарзи муайян ба мавҷҳои гуногундарозие тақсим мешавад, ки онҳо дар таркиби дастаи рӯшноӣ мавҷуданд. Энергия вобаста ба басомадҳо тақсим мешавад, зеро дарозии мавҷ ва басомад ин тавр алоқаманданд: $\lambda\nu = c$

Зичии сели нурҳои электромагнитӣ ё худ интенсивияти ингуна нурҳо бо энергияи «фарогирандаи» ҳама басомадҳо таъин мешавад. Барои тавсифи тақсимоти басомадии нурҳо ингуна мафҳуми нав ҷорӣ кардан мебояд: интенсивияти мутобиқ ба фосилаи воҳидии басомад. Ин бузургӣ зичии спектрии интенсивияти нурҳо ном гирифтааст. Онро бо $J(\nu)$ ишорат мекунем. Он гоҳ интенсивияти мутобиқ ба фосилаи басомадии $\Delta\nu$ -ро дар шакли $I(\nu)\Delta\nu$ ифода кардан мумкин аст. Баъд ингуна ифодаҳоро ҷамъ карда, зичии сели нурҳо I -ро меёбем.

Зичии спектрии сели нурҳоро бо роҳи таҷрибавӣ ёфтан мумкин аст. Барои ин бо ёрии призма спектри нурҳои

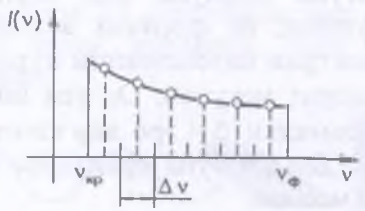
таркиби дастаи рӯшноии, камони электрикиро ба вуҷуд оварда, зичии сели нурҳои мутобиқ ба фосилаи басомадии паҳноиаш $\Delta\nu$-ро чен кардан лозим аст. Дар баҳодиҳии тақсимоти энергия ба чашми худ ба хатоги роҳ дода мешавад. Чунки чашм ҳар соҳаи спектрро ҳар хел ҳис мекунад ва ҳассосияти зиёдтарини он ба соҳаи зардусабзи спектр рост меояд. Беҳтар аст, ки чисми сип-сиёҳ истифода шавад: ингуна чисм рӯшноии ҳама дарозиҳои мавҷро қариб пурра фурӯ бурда, гарм мешавад. Пас, ҳарорати ин чисмро чен карда, дар боран миқдори энергияи дар воҳиди вақт фурӯбурдаи он хулоса баровардан мумкин аст.

Дар ингуна таҷриба ҳароратсанҷи муқаррариро истифода кардан натиҷаи доилхоҳ намедиҳад, зеро ки ҳассосияти он зиёд нест. Барои чен кардани ҳарорат асбобҳои ҳассостар заруранд. Ин ҷо ҳароратсанҷи электрикии муқовиматро истифода кардан беҳтар аст. Қисми ҳассоси ин ҳароратсанҷ лавҳачаи металлиест, ки рӯяш қабати тунуки дуда давонда шудааст. Дуди рӯшноӣ ҳамагуна дарозиҳои мавҷро қариб пурра фурӯ мебарад. Лавҳачаи гармиҳискунандаи асбобро дар ин ё он ҷои спектри призмавӣ ҷой додан мебояд (рас. 167). Тамоми соҳаи намоёни спектри дарозиаш ℓ-ро аз шуоъҳои сурх то бунафш фосилаи басомадии $\nu_с + \nu_б$ вале паҳноии $\Delta\ell$ -и лавҳачаи сиёҳро фосилаи танги $\Delta\nu$ мувофиқ меояд.

Аз рӯи ҳарорати лавҳачаи сиёҳ миқдори энергияеро метавон ёфт, ки ба фосилаи басомадҳои $\Delta\nu$ мансуб аст. Ҷои лавҳачаро қад-қади спектр тағйир дода, энергияи ба ҳар фосилаи басомади мувофиқояндаро чен карда, мебинем, ки



Расми 167.



Расми 168.

қисми зиёди энергия на ба соҳаи зарду сабзи спектр, чунонки дар чашм менамояд, балки ба соҳаи сурхи он рост меояд.

Аз рӯи натиҷаи ин таҷрибаҳо графики вобастагии зичии спектрии интенсивияти нурҳоро ба басомад месозанд. Зичии спектрии интенсивияти нурҳои таҳқиқшаван-даро, аз рӯи ҳарорати лавҳачаи сиёҳи асбоб меёбанд.

Дар тири уфуқии график қиматҳои басомадҳои мутобиқ ба мобайни фосилаҳои ν ва дар тири амудӣ зичии спектрии интенсивияти нурҳоро гузошта, чанд нуқтае ҳосил мекунем, ки аз пайвастани онҳо як хати каҷи равон ба вуҷуд меояд (рас. 168). Ин хати каҷ дар бораи тақсимоти энергия дар қисми намоёни спектри камони электрикӣ тасаввури аёнӣ медиҳад.

Асбобҳои спектрсанҷӣ. Барои таҳқиқи амиқи спектрҳо роғи танги маҳдудкунандаи дастаи рӯшноӣ ва призма кофӣ нестанд. Асбобҳое заруранд, ки спектри возеҳ дода тавонанд, яъне мавҷҳои гуногундарозиро нагз ҷудо карда тавонанд, то ки қитъаҳои алоҳидаи спектр якдигарро напӯшонанд. Ингуна асбобҳо асбобҳои спектрсанҷӣ ном гирифтаанд. Қисми асосии ингуна асбобро призма ё панҷараи дифраксионӣ ташкил медиҳад.

Сохти асбоби спектрсанҷии призмадорро дида мебароем (рас. 169). Дастаи шуоъи таҳқиқшаванда аввал ба коллиматор ном қисми асбоб дохил мегардад. Коллиматор лӯлаест, ки дар як нӯгаш пардаи роғдор ва дар нӯги дигараш линзаи ҷамъоваранда (L_1)дорад. Роги номбурда дар конуни линза воқеъ аст.

Бинобар ин дастаи паҳншавандаи рӯшноии аз рог ба линза зананда аз линза дар шакли дастаи параллелӣ берун омада, ба призмаи P мезанад.

Азбаски басомадҳои гуногунро қобилиятҳои



Расми 169.

шуоъшикании гуногун мувофиқ меояд, бинобар ин аз призма дастаи шуоъҳои паралелие мебарояд, ки яксамт нестанд. Онҳо ба линзаи L_1 мезананд. Дар ҳамвории конунии ин линза экран – шишаи ношаффоф ё фотолавҳа мегузоранд. Линзаи L_2 дастаҳои параллелии шуоъҳоро дар экран ҷамъ меоварад, ки дар натиҷа ба ҷои тасвири ягонаи роғ як қатор тасвирҳо пайдо мешавад: ба ҳар фосилаи танги спектрӣ як тасвири ба худ хос мувофиқ меояд. Ҳамаи ин тасвирҳо спектри таҳқиқшавандаро ба вуҷуд меоваранд.

Асбоби тавсифшуда спектрограф ном дорад. Агар ба ҷои линзаи дуюм ва экран лӯлаи дид истифода шавад, асбобро спектроскоп мегӯянд.

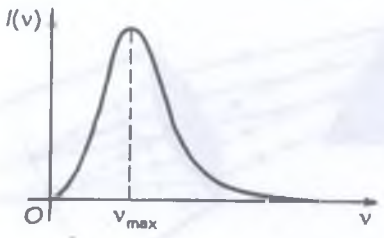
Шишагин будани призмаҳо ва дигар қисмҳои асбобҳои спектрсанҷӣ ҳатмӣ нест. Ба ҷои шиша маводи дигари шаффоф – кварс, намаксанг ва гайраро низ истифода кардан мумкин аст.

1. *Чӣ гуна асбобҳоро асбобҳои спектрсанҷӣ меноманд?*
2. *Сохти асбоби спектрсанҷие, ки дар он ба ҷои призма панҷараи дифраксионӣ истифода мешавад, бояд чигуна бошад?*
3. *Таркиби спектрии ин ё он навъи нурҳоро таҳқиқ кардан чӣ зарурат дорад?*
4. *Спектрограф чӣ гуна асбоб аст?*
5. *Асбоби спектрограф аз спектроскоп чӣ фарқ дорад?*

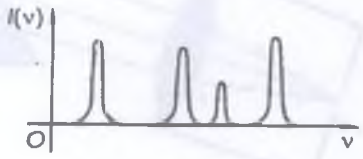
§ 13. НАВЪҲОИ СПЕКТРҲО

Таркиби спектрии нурҳои афкандаи моддаҳо гуногун мебошад. Бо вуҷуди ин ҳама спектрҳоро ба се навъ тақсим кардан мумкин аст.

Спектрҳои бефосила (пайваста). Спектри Офтоб ё спектри



Расми 170.



Расми 171.

фонуси камонӣ спектри бефосила(пайваста) мебошад. Ин нишони он аст, ки спектр аз мавҷҳои соҳиби ҳама дарозиҳо таркиб ёфтааст фосила надорад, пайваста мебошад. Ингуна спектр дар экрани спектрограф ба шакли тасмаи рангоранги пайваста пайдо мешавад.

Таҳсимоти басомадии энергия, яъне зичии спектрии интенсивияти нурҳо барои ҳар ҷисм ҳар хел аст. Чунончи, ҷисми сатҳаш бисёр сиёҳ мавҷҳои электромагнитии ҳамадарозӣ (ҳамабасомад) меафканад, аммо дар ин маврид хати каҷи вобастагии зичии спектрии интенсивияти нурҳо ба басомад дар басомади муайян максимум дорад (рас. 170). Энергияи ба басомадҳои хеле паст ва хеле баланд ростояндаи нурҳо басо кам аст. Дар мавриди зиёд кардани ҳарорат максимуми энергияи нурҳо сӯи мавҷҳои кӯтоҳ мекӯчад.

Спектри бефосила, хоси ҷисмҳоест, ки сахт ё моеъанд. Ингуна спектрро газҳои сахтфишурда низ хориҷ мекунанд. Барои ҳосил кардани спектри бефосила ҷисмро то ҳароратҳои баланд гарм кардан лозим аст.

Сохти спектри бефосила (пайваста) ба хосиятҳои атомҳои алоҳидаи нурафкан, балки ба андозаи зиёд ба таъсироти мутақобили атомҳо (бо якдигар) вобаста мебошад.

Плазмаи баландҳарорат низ спектри бефосила дорад. Мавҷҳои электромагнитие, ки плазма меафканад, асосан дар натиҷаи бархӯрдҳои электронҳо бо ионҳо ба вуҷуд меоянд.

Спектрҳои рахрах. Агар дар шӯълаи чароғи газӣ порчаи асбести намакоболударо дошта истем, дар спектроскоп дар заминаи (фон)-и базӯр намоёни спектри бефосилаи шӯъла раҳи зарди дурахшоне пайдо мешавад (ниг. Варақаи ранга, рас. 2) онро бухори натрий, ки дар натиҷаи дар шӯъла таҷзия шудани молекулаҳои намаки ошӣ ба вуҷуд омадаанд, ҳосил мекунад. Дар ҳамон варақаи ранга спектрҳои гидроген ва гелий низ оварда шудааст. Ҳар яки онҳо парчини хатҳои рангаи гуногундурахшест, ки бо тасмаҳои васеъи тира ҷудоанд. Ингуна спектрро спектри рахрах мегӯянд. Вуҷуди спектри рахрах нишони он аст, ки модда рӯшноии дарозии мавҷаш ба куллӣ муайян меафканад. Дар рас. 171 таҳсимоти таҳрибии зичии спектрии интенсивияти нурҳо дар спектри рахрах тасвир ёфтааст.

Спектри рахрах хоси ҳама ҷисмҳоест, ки дар ҳолати газии атом-атом воқеъанд. Дар ин маврид рӯшноӣ аз тарафи

атомҳое афканда мешавад, ки онҳо бо якдигар амалан таъсири мутақобил намекунанд. Ин асоситарин навъи спектрҳост.

Атомҳои ҷудогонаи ҳар як унсури химиявӣ мавҷҳои дарозиашон ба куллӣ муайян меафкананд.

Барои мушоҳидаи спектрҳои рахрах одатан нурафшонии бухори модда (дар рӯи шӯъла) ё нурафшонии рязряди газиро (дар ягон лӯлаи пури гази таҳқиқшаванда) истифода мекунанд.

Дар ҳолати афзудани зичии гази атомӣ хатҳои алоҳидаи спектр васеъ мешаванд ва баъд, ҳангоми хеле зиёд кардани зичии газ (яъне ҳангоми фишурдани он), вақте ки таъсироти мутақобили атомҳо роли муҳим пайдо мекунад, раххо якдигарро қисман пӯшонда, спектри пайваста (спектри бефосила) ба вуҷуд меоваранд.

Спектрҳои наворӣ.

Спектри наворӣ (ё тасма-тасма) аз наворҳои ҷудогонае таркиб меёбад, ки фосилаҳои байнашон ториканд. Бо ёрии асбоби спектрсанҷӣ дидан мумкин аст, ки ҳар як навор аз маҷмӯъи ададии зиёди хатҳои ҷафс иборат аст. Спектри навориро, бар хилофи спектри рахрах на атомҳо, балки молекулаҳои бо якдигар ноалоқаманд ё сусталоқаманд ба вуҷуд меоваранд.

Барои мушоҳида кардани спектрҳои молекулӣ низ мисли мавриди мушоҳидаи спектрҳои рахрах одатан нурафшонии бухори моддаҳо (дар шӯъла) ё нурафшонии разряди газӣ истифода мешавад.

Спектрҳои фурӯбурд. Ҳама моддаҳое, ки атомҳошон дар ҳолатҳои ангехта воқеъанд, мавҷи рӯшноӣ меафкананд. Энергияи ин мавҷҳо тибқи дарозиҳои худ бо тарзи муайян тақсим мешавад. Дар ин ё он модда фурӯ рафтани рӯшноӣ низ ба дарозии мавҷ вобаста мебошад. Чунончи, шишаи сурх мавҷҳои мутобиқи рӯшноии сурх($\lambda = 8.10^{-7}$) -ро аз худ мегузаронаду ҳама мавҷҳои дигарро фурӯ мебарад.

Агар рӯшноии сафедро аз даруни гази сарди нурнаафкананда гузаронем, дар замини спектри пайвастаи манба раххои тирагун (торик) пайдо мешавад (ниг. варақаи ранга, рас. V, 5-8). Газ бештар аз ҳама рӯшноии соҳиби ҳамон дарозиҳои мавҷро фурӯ мебарад, ки онро худ дар ҳолати сахттафсида меафканад. Раххои торик дар заминаи спектри

пайваста хатҳои фурӯбурди рӯшноианд. Маҷмӯъи онҳо спектри фурӯбурдро ташкил медиҳад.

1. *Чӣ гуна спектрҳоро спектри бефосила меноманд*?
2. *Оё спектри лампаи тафсониши спектри пайваста* (*бефосила*) *аст*?
3. *Спектри рахрах аз спектрҳои пайваста ва наворӣ чӣ тафовути асосӣ дорад*?

§ 14. ТАҲЛИЛИ СПЕКТРӢ

Спектрҳои рахрах нақши бағоят муҳим доранд, зеро сохтори онҳо бевосита бо сохти атом алоқаманд аст ва онҳоро атомҳое ба вуҷуд меоваранд, ки аз беруни худ таъсире намебинанд. Аз ин рӯ таҳқиқи спектри рахрах дар роҳи омӯзиши сохти атомҳо қадами нахустин мебошад. Мушоҳидаи ин спектрҳо имкон дод, ки олимон ба қаъри атомҳо «назар андозанд». Хосияти асосии спектри рахрах ин аст, ки дарозиҳои мавҷҳо (ё басомадҳо)-и хоси ингуна спектри ягон модда танҳо ба хосиятҳои атомҳои ҳамин модда вобаста асту ба тарзи ангезиши атомҳо тамоман вобастагӣ надорад. Атомҳои ин ё он унсури химиявӣ спектри ба худ хос доранд: онҳо маҷмӯъи мавҷҳои дарозишон муайян мебошанд.

Усули аз рӯи спектри модда муайян кардани таркиби химиявии он, яъне таҳлили спектрӣ бар ҳамин хосият асос ёфтааст. Спектрҳои рахрах мисли нақши ангуштони одамон сифати хусусии нотакрор доранд. Нотакрор будани нақши рӯи пӯсти ангушт ёфтани шахси ҷинояткардаро осон мегардонад. Мисли ҳамин, спектри хоси атомҳо имкон медиҳад, ки ба ҷисми таҳқиқшаванда даст нарасонда, таркиби химиявии онро муайян кунем.

Ба воситаи таҳлили спектрӣ таркиби намунаи мураккаби унсури таҳқиқшавандаро ҳатто дар мавриди хеле ночиз будани миқдори он ошкор сохтан мумкин аст. Барои ин дар таркиби намуна мавҷуд будани ҳамагӣ 10^{-10} г унсур кофист, ки таҳлили спектрӣ онро «ҳис» кунад, яъне ин усули бағоят баландҳассосият мебошад.

Таҳлили миқдории таркиби модда аз рӯи спектри он мушкилтар аст, зеро дараҷаи дурахшонии хатҳои спектр на танҳо ба массаи модда, балки ба тарзи ангезиши атомҳо (ё худ нурафшонии онҳо) низ вобастагӣ дорад. Чунончи, дар ҳароратҳои паст баъзе хатҳои спектр умуман пайдо

намешаванд. Бо вуҷуди ин дар мавриди истифода шудани тарзҳои самарбахши ангезиши атомҳо таҳлили спектрии миқдорӣ натиҷаи дилхоҳ дода метавонад.

Бо ёрии таҳлили спектрӣ чанд унсури нав – рубидий, сезий ва ғ кашф шудаанд. Унсурҳои навро аксаран аз рӯи ранги дурахшонтарин рахи спектри онҳо ном мениҳоданд. Ранги хатҳои рубидий сурхи ҷигарӣ, лаългун аст; калимаи сезий бошад, маънии нилгун дорад – хатҳои асоси спектри сезий маҳз ҳамингуна ранг доранд.

Таркиби химиявии Офтобу ситораҳо низ маҳз ба воситаи ҳамин усул муайян карда шудааст. Маълум гашт, ки ситораҳо ҳам аз унсурҳои химиявии заминӣ таркиб ёфтаанд. Гелий аввал аз рӯи спектри Офтоб ва баъд дар атмосфераи Замин ошкор шудааст. Номи ин унсур гелий (лотиниаш – Helium , ки аз калимаи юнонии helios- Офтоб) таърихи кашфи онро ба ёд меорад: калимаи гелий маънии офтобӣ дорад.

Таҳлили спектрӣ дар металлургия, мошинсозӣ, индустрияи атомӣ истифода бурда мешавад.. Бо ин усул таркиби химиявии намунаҳои маъданҳову минералҳоро муайян мекунанд.

Таркиби омехтаҳои мураккаб, хусусан омехтаҳои органикиро одатан аз рӯи спектрҳои молекулии онҳо муайян мекунанд.

Таҳлили спектриро на танҳо аз рӯи спектрҳои афканиш (яъне аз рӯи нурҳои афкандашаванда), инчунин аз рӯи спектрҳои фурӯбурд (хатҳои фурӯбурд) низ анҷом додан мумкин аст. Маҳз хатҳои фурӯбурд дар спектри Офтобу ситораҳо имкон медиҳад, ки таркиби химиявии онҳоро таҳқиқ кунем. Сатҳи дурахшони Офтоб (фотосфераи он) спектри пайваста дорад. Атмосфераи Офтоб рӯшноии афкандаи фотосфераро интихобан фурӯ мебарад, ки дар натиҷа дар заминаи спектри пайвастаи фотосфера хатҳои фурӯбурд пайдо мешаванд.

Худи атмосфераи Офтоб ҳам нур меафканад. Дар лаҳзаҳои гирифти Офтоб, вақте ки Моҳ курси Офтобро панаҳ мекунад, хатҳои спектри Офтоб “чаппа” мешаванд: дар ҷои хатҳои фурӯбурд хатҳои афканиш пайдо мешаванд.

Таҳлили спектрӣ дар астрофизика барои муайян кардани таркиби химиявии ситораҳо ва аз рӯи спектрҳо муайян кардани ҳарорат, фишор, суръати ҳаракат, индуксияи

магнитии онҳо низ истифода бурда мешавад. Таркиби ситораҳову галактикаҳоро танҳо бо ёрии таҳлили спектрӣ муайян кардан имконпазир аст.

1. ***Чиро таҳлили спектрӣ мениманд?***
2. ***Барои бо ёрии таҳлили спектрӣ муайян кардани таркиби химиявии пораи модда чигун амалҳоро анҷом додан мебояд?***
3. ***Хатҳои фурӯбурди спектри Офтоб чиро нишон медиҳад – таркиби атмосфераи Офтоб ё таркиби моддаҳои қабатҳои чуқури онро?***
4. ***Татбиқи амалии таҳлили спектриро номбар кунед.***

§ 15. НУРҲОИ ИНФРАСУРХ ВА УЛТРАБУНАФШ

Тадқиқотҳо нишон доданд,ки спектри рӯшноии ҷисмҳои тафсон гайр аз нурҳои намоён нурҳои нонамоёне низ доранд.

Яке аз ин нурҳои нонамоёнро соли 1820 олими англис В.Гершел дар қафои спектри сурх муайян намуд, ки онро нурҳои инфрасурх номид. (аз калимаи лотинии infra- зерӣ гирифта шудааст)

Гершел ба воситаи термоэлементи ҳассос дар паси канори спектри намоёни бунафш нурҳои нонамоёнеро мушоҳида намуд,ки онро нурҳои ултрабунафш номид.(аз калимаи лотинии ultra – гирифта шуда, маънояш дуртар,баландтар, аз сарҳад берун мавҷудбуда мебошад.)

Нурҳои инфрасурх. Ба таҷрибае бармегардем, ки дар § 12 баён шуда буд. Он ҷо сухан дар бораи таҳҳиқи тақсимоти энергия дар спектри камони электрикӣ мерафт. Дар мавриди сӯи канори сурхи спектр бурдани қисми ҳассоси асбоби спектрсанҷӣ дидан мумкин аст, ки ҳарорати лавҳача меафзояд. Агар лавҳачаро аз канори сурх ҳам, ки чашм дар он чизеро дида наметавонад, онсӯтар барем, ҳарорати

Мавҷҳои электромагнитиеро, ки сабаби ингуна афзоиши ҳарорат мебошанд, мавҷҳои инфрасурх меноманд.

лавҳача боз ҳам зиёдтар мешавад.

Онҳоро ҳаргуна ҷисми тафсида (ҳатто дар мавриди рӯшноӣ наафканданаш) хориҷ карда метавонад. масалан, печи тафсон ё батареи гармоиши хона мавҷҳои инфрасурхе меафкананд, ки онҳо ҷисмҳои атрофро гарм мекунанд. Аз ин сабаб ин мавҷҳоро мавҷҳои ҳароратӣ низ меноманд.

Мавҷҳои инфрасурх, ки барои чашм ҳиснопазиранд, назар ба рӯшноии сурх дарозии зиёдтар доранд. Максимуми энергияи тобиши камони электрикӣ ва чароғи электрикӣ ба соҳаи шуоъҳои инфрасурх рост меояд. Тобиши инфрасурх барои хушкондани пӯшишҳои рангуборӣ, сабзавот, мева ва ғ. истифода мешавад.

Асбобҳое сохта шудаанд, ки тасвири инфрасурхи нонамоёни ҷои мушоҳидашаванда ё объектро ба тасвири намоён табдил медиҳанд. Дурбинҳо ва асбобҳои нишонагирие мавҷуданд, ки бинишро дар торикӣ ҳам имконпазир мегардонанд.

Нурҳои ултрабунафш. Аз канори бунафши спектр ҳам дур кардани лавҳачаи сиёҳи асбоби спектрсанҷӣ боиси афзудани ҳарорати лавҳача мегардад, ҳарчанд, ки ин афзоиш хеле кам аст.

Мавҷҳое мавҷуданд, ки назар ба дарозии мавҷи рӯшноии бунафш кӯтоҳтаранд. Онҳоро мавҷҳои ултрабунафш меноманд.

Тобиши ултрабунафшро бо ёрии экране метавон окшор кард, ки бо моддаи люминессентӣ пӯшида аст. Ингуна экран бо таъсири нурҳои ултрабунафш рӯшноии сабзи кабудтоб меафшонад.

Нурҳои ултрабунафш "фаъолияти" зиёди химияви доранд. Онҳоро фотоэмулсия хуб ҳис мекунад; агар дастаи шуоъҳои ултрабунафшро дар хонаи торик ба фотокоғаз равона кунем, баъди падид овардани коғаз мебинем, ки соҳаи паси канори бунафши спектр назар ба соҳаи таъсири нури сафед бештар тира мешавад.

Нурҳои ултрабунафш тасвири аён ба вуҷуд намеоваранд; онҳо нонамоёнанд. Аммо ин нурҳо ба шабакияи чашм ва пӯсти одам таъсири сахт ва харобиовар расонда метавонанд. Тобиши ултрабунафши Офтоб дар қабатҳои болоии атмосфера пурра фурӯ бурда намешавад. Бинобар ин дар кӯҳҳои баланд дар рӯи барф бе айнаки тира ва муддати дурудароз бе либос будан зараровар мебошад.. Шиша нурҳои ултрабунафшро хуб фурӯ мебарад. Пас, айнаки муқаррарии шишагин чашмро аз таъсири зараровари нурҳои ултрабунафш ба хубӣ ҳифз мекунад.

кунад. Ӯ когазеро дар маҳлули платиносионати барий тар карда, найчаи разрядиро дар он печонд ва ҳангоми кори ояндаи найча дид, ки коғаз рӯшноӣ медиҳад. Вақте ки Рентген дасти худро дар байни найча ва когази номбурда ҷой дод, дид, ки дар он когази барийолуд (экран) сояи гафси устухонҳои даст пайдо мешавад (Расми 172). Рентген пай бурд, ки ҳангоми кор кардани найчаи разрядӣ тобиши то он вақт номаълуми баланднуфузе ба вуҷуд меояд. Ӯ ин тобишро х-нурҳо номид. Ин навъи тобиш дар мамлакати мо номи «нурҳои рентгенӣ» гирифт.

Ин шуоъҳо аз тариқи чисмҳои барои рӯшноии муқаррарии ношаффоф гузашта метавонанд. Дараҷаи фурӯбурди нурҳои рентгенӣ ба зичии модда вобаста мебошад. Бинобар ин бо ёрии нурҳои рентгенӣ сурати сохти узвҳои дарунии одамро ҳосил кардан имконпазир аст. Дар ингуна мавридҳо устухонҳо ва ҷойҳои дигаргуншудаи бофтаҳои мулоим басо возеҳ акс меёбанд

Рентген ошкор сохт, ки тобиши нав дар ҷои ба девори шишагини найча задани нурҳои катодӣ (яъне сели электронҳои баландсуръат) ба вуҷуд меоянд. Ин ҷои шиша рӯшноии сабзтоб медод.

Таҷрибаҳои баъдина нишон дод, ки нурҳои рентгенӣ дар натиҷаи дар ҳаргуна монеъа, масалан, дар электроди металлӣ тормоз хӯрдани электронҳои баландсуръат ҳосил мешаванд.

Хосиятҳои нурҳои рентгенӣ. Нурҳои рентгенӣ фотолавҳаро тирагун ва ҳаворо ионизатсия мекарданд, вале аз ин ё он модда ба дараҷаи намоён инъикос намегаштанд ва намешикастанд. Майдони электромагнитӣ ба самти рафти нурҳои рентгенӣ ҳеҷгуна таъсир надошт. Он гоҳ ингуна гумон рафт: нурҳои рентгенӣ мавҷҳои электромагнитие мебошанд, ки дар натиҷаи якбора тормоз хӯрдани электронҳо ба вуҷуд меоянд. Бар хилофи нури рӯшноии қитъаи намоёни спектр ва шуоъҳои ултрабунафш мавҷҳои рентгенӣ хеле кӯтоҳанд. Ҳар қадаре ки энергияи электронҳои ба катод зананда бештар бошад, нурҳои рентгении дар ин маврид ҳосилшаванда ҳамон қадар кӯтоҳмавҷтар (яъне баландэнергиятар) хоҳанд буд. Соҳиби қобилияти баланди нуфуз будани нурҳои рентгенӣ ва хусусиятҳои дигари ин нурҳо маҳз бо кӯтоҳии мавҷи онҳо алоқаманд дониста мешуд. Вале ин тахмин исбот мехост. Исбот пас аз 15 соли баъди сари Рентген муяссар гашт.



Рентген Вилгелм (1845 – 1923) – физики барҷастаи олмонӣ, ки с. 1895 як навъи нурҳои электромагнитиро кашф кард, ки он нурҳо нурҳои рентгенӣ ном гирифтанд. Кашфи нурҳои рентгенӣ ба рафти тараққиёти минбаъдаи физика таъсири инқилобӣ расонд ва боиси кашфи ҳодисаи радиоактивият гашт.

Рентген барои дар соҳаи тиб татбиқи амалӣ ёфтани кашфиёти худ кӯмаки зиёде кард.

Нахустин мукофоти нобелии соҳаи физика ба В. Рентген насиб гардидааст.

Дифраксияи нурҳои рентгенӣ. Агар тобиши рентгенӣ мавҷи электромагнитӣ бошад, вай бояд дифраксия шавад, зеро ҳодисаи дифраксия ҳама мавҷҳоро хос мебошад. Дар ин роҳ нурҳои рентгениро аз рогҳои танги лавҳаҳои сурбӣ гузаронданд. Аммо ҳеҷ ҳодисаи ба дифраксия монанд рӯй надод. Олими олмонӣ Макс Лауэ изҳори ақида кард, ки нурҳои рентгенӣ басо кӯтоҳмавҷанд ва бинобар ин дар монеаҳои сунъӣ дифраксия карда наметавонанд. Дар ҳақиқат, роги андозаҳош 10^{-8} см сохтан имкон надорад, зеро андозаи худи атомҳо ҳамин қадар аст. Хуб, агар дарозии мавҷҳои рентгенӣ тақрибан ҳамин қадар бошад-чӣ?



Расми 173.

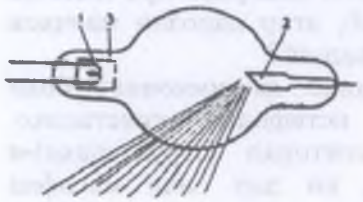
Он гоҳ танҳо як имконият боқӣ мемонад – истифодаи кристаллҳо. Кристаллҳо сохторҳо (структураҳо)-и мураттабеанд, ки дар онҳо масофаи байни атомҳои алоҳида аз ҷиҳати бузургӣ ба андозаи худи атомҳо яъне тақрибан ба 10^{-8} см баробар аст. Маҳз ҳамингуна кристалл ҳамон «асбоби» табииест, ки дар он нурҳои рентгенӣ бояд дифраксия диҳанд, ба шарте, ки дарозии мавҷи онҳо тақрибан 10^{-8} см бошад.

Ва биёем ба сари таҷриба. Дастаи борики нури рентгенӣ сӯи порчаи кристалл равона карда шуд. Дар паси кристалл фотолавҳа воқеъ буд. Натиҷаи таҷриба пешгӯиҳои ҳатто хушбиноатаринро тасдиқ кард. Дар баробари доғи калони марказӣ, ки онро шуоъҳои ростакӣ (шуоъҳои ростраванда

ҳосил мекарданд, догчаҳое пайдо мешуданд, ки дар атрофи доғи марказӣ бо як тартиби муайян ҷой мегирифтанд (рас. 173). Сабаби пайдоиши ин догчаҳо танҳо ҳодисаи дифраксияи нурҳои рентгенӣ буда метавонист, ки дар сохтори мураттаби кристалл ба вуҷуд меомаданд.

Таҳқиқи манзараи дифраксия имкон дод, ки дарозии мавҷи нурҳои рентгенӣ муайян карда шавад. Дарозии ин мавҷҳо назар ба мавҷҳои ултрабунафш кӯтоҳтар ва аз ҷиҳати бузургӣ ба андозаи атом (10^{-8} см) баробар будааст.

Истифодаи нурҳои рентгенӣ. Нурҳои рентгенӣ бисёр соҳаҳои муҳими истифода доранд; дар тиб барои ташхиси беморӣ ва муолиҷаи саратон; дар таҳқиқоти илмӣ – ин ҷо нуқтаҳои истифода бешуморанд; чунончи: аз рӯи манзараи дифраксияе, ки дар мавриди аз тариқи кристалл гузаштани нурҳои рентгенӣ пайдо мешавад, тартиби ҷой ғирифтани атомҳоро дар фазо, яъне сохти кристаллро дарёфтан мумкин аст – ин барои моддаҳои кристаллии гайриорганикӣ начандон мушкил будааст; ғайр аз ин ба воситаи таҳлили рентгении дифраксионӣ (ё худ таҳлили рентгеноструктурӣ ё таҳлили рентгенӣ-сохторӣ) сохти пайвастагиҳои мураккабтарини органикӣ, аз ҷумла сафедаҳо муайян карда шуд – чунончи, сохти молекулаи гемоглобин, ки даҳҳо ҳазор атом дорад, бо ҳамин усул ташхис шудааст ва ғ.



Расми 174.

Ин комёбиҳо дар он замина ба даст омад, ки нурҳои рентгенӣ ба дараҷаи зарурӣ кӯтоҳмавҷанд – маҳз ҳамин буд, ки «дидани» сохтори молекулӣ муяссар гардид. Аммо ин «дидан» на ба маънои аслии калима аст. Гап ин ҷо дар бораи ҳосил кардани манзараи дифраксиониест, ки баъди бо машаққати зиёд «хондану» шарҳ додани он мавқеъи фазоии атомҳоро муайян кардан мумкин аст. Аз татбиқҳои дигари нурҳои ретгенӣ нуқсшиносӣ (дефектоскопия)-и рентгениро ном бурдан мумкин аст. Ин усули ошкор сохтани нуқсонҳои рехтаҳои металлӣ, релсҳо ва ғ. мебошад. Нуқсшиносии рентгенӣ бар санҷиши тағйироти фурӯбурди нурҳои рентгении аз тариқи маснуоти бенуқсу нуқсдор асос ёфтааст.

Сохти лӯлаи рентгенӣ. Дар замони ҳозира барои ҳосил кардани шуоъҳои рентгенӣ асбобҳои мукаммале бунёд шудааст, ки лӯлаи рентгенӣ (ё найчаи рентгенӣ) ном гирифтаанд.

Дар рас. 174 тарҳи соддашудаи лӯлаи рентгенӣ тасвир ёфтааст. Катоди 1 сими волфрамиест, ки дар натиҷаи эмиссияи термоэлектронӣ электрон меафканад. Силиндри 3 сели электронҳоро даста карда, сӯи аноди металлии 2 равона месозад,ки дар натиҷаи ба анод задани онҳо нури рентгенӣ ҳосил мешавад.

Шиддати байни катоду анод даҳҳо киловолт буда метавонад. Ҳавои даруни найча то дараҷае кашида мешавад, ки фишори газ дар он на бештар аз 10^{-5} мм сут, сим. бошад.

Дар лӯлаҳои рентгении пуриқтидор анодро бо об хунук кардан лозим меояд, зеро ҳангоми ба анод задани сели электронҳо боиси тафсидани он мегардад. Танҳо 3 %-и энергияи электронҳо ба нури рентгенӣ «табдил» меёбад.

1. *Сохти лӯлаи рентгенӣ чигуна аст?*
2. *Сабаб чист, ки микроскопи рентгенӣ бунёд нашудааст?*
3. *Соҳаҳои татбиқи нурҳои рентгениро номбар кунед.*
4. *Нахустин мукофоти нобелии соҳаи физика насиби кӣ гардидааст?*

§ 17. ШКАЛАИ МАВҶҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Мо дидем, ки дарозии мавҷҳои электромагнитӣ гуногун буда метавонад – аз радиомавҷҳои дарозии километрӣ дошта, то нурҳои рентгении дарозии мавҷашон тақрибан 10^{-10} м. иборат бошанд.

Ин мавҷҳо ба соҳаҳои зерин тақсим шудаанд: нурҳои пастбасомад, нурҳои инфрасурх, рӯшноии намоён, нурҳои ултрабунафш, нурҳои рентгенӣ ва гамма-нурҳо. Шумо бо ҳамаи ин нурҳо, ба истиснои гамма – нурҳо, шинос ҳастед. Мавҷҳои кӯтоҳтарин гамма- нурҳоро ядроҳои атомҳо ба вуҷуд меоранд.

Ҳамаи онҳо мавҷҳои электромагнитӣ мебошанд, ки аз тарафи зарраҳои электрнок афканда мешаванд. Мавҷҳои электромагнитӣ аз рӯи хосияти ба зарраҳои электрнок таъсир оварданашон ошкор карда мешаванд. Дар вакуум нури дорои ҳаргуна дарозии мавҷ бо суръати доимии 300 000 км/с

паҳн мегардад. Сарҳадҳои байни соҳаҳои гуногуни шкалаи мавҷҳо басо шартианд.

Ҳама навъҳои нобурдаи мавҷҳои электромагнитиро ҷирмҳои кайҳонӣ низ афканда метавонанд. Мавҷҳои кайҳонӣ ба воситаи мушакҳо (ракетаҳо) радифҳои маснӯъи Замин ва киштиҳои кайҳонӣ таҳқиқ карда мешаванд. Истифодаи ин тарзи санҷиш хусусан дар таҳқиқи нурҳои ренгтенӣ ва гамма-нурҳо муҳим аст, зеро атмосфераи Замин ин навъи нурҳоро фурӯ мебарад.

Ба андозаи кӯтоҳ шудани дарозии мавҷ тафовути миқдории дарозиҳои мавҷ боиси ба миён омадани тафовути басо муҳими сифатӣ мегардад.

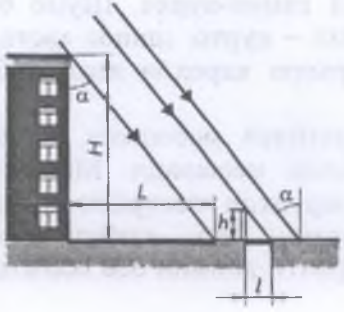
Нурҳои дарозиашон гуногун аз ҷиҳати дар моддаҳо фурӯ рафтанашон аз якдигар тафовути зиёд доранд. Нурҳои кӯтоҳмавҷ (нурҳои рентгенӣ ва хусусан гамма-нурҳо) кам фурӯ бурда мешаванд. Моддаҳои барои соҳаи оптикӣ ношаффоф барои ин нурҳо шаффофанд. Коэффисенти инъикоси мавҷҳои эжлектромагнитӣ низ ба дарозии мавҷ вобастагӣ дорад. Аммо фарқи асосии нурҳои кӯтоҳмавҷ ва дарозмавҷ ин аст, ки нурҳои кӯтоҳмавҷ хосияти заррагӣ зоҳир мекунанд.

1. ***Мавҷҳои электромагнитиро номбар кунед.***

2. ***Радиомавҷҳоро чӣ тавр қайд мекунанд? Нурҳои соҳаи оптикиро чӣ? Нурҳои рентгениро чӣ?***

3. ***Тасвияҳоеро, ки дар рӯяҳои дарунии муқоваи китоб оварда шудаанд, муоина карда, фосилаҳои ҳама навъҳои нурҳоро нишон диҳед, нишон диҳед, ки кадом фосила аз куҷо то ба куҷост.***

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО



Расми 175.

1.Бинои дар рас. 175 тасвирёфта дар партави Офтоб сояе меафканад, ки он L= 36 м дарозӣ дорад. Дар ҳамон шароит чӯби дарозиаш h =2,5 м сояи дарозиаш ℓ = 3 м меафканад. Баландии иморатро ёбед.

0,4 м баробарро гузоштан лозим аст, ки дар экран тасвири калон намудаи лампаро ҳосил кунем?

Д. ш.аст.

$F = 0{,}4$ м

$f = 2 - d - po$

$d + f = 2$ м

---

d - ?

Ҳал: Дар формулаи линза $f = 2 - d - po$ гузошта

ҳосил мекунем: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{2-d}$

$d(2 - d) = 2F$, $d(2 - d) = 0{,}8$

$d^2 - 2d + 0{,}8 = 0$

$d_1 = 1 \pm \sqrt{1 - 0{,}8} \approx 1 \pm 0{,}45$

$d_1 \approx 0{,}55$ м; $d_2 = 1{,}45$ м.

Тасвири калон кардашуда ба қимати $d_1 \approx 0{,}55$ м; мувофиқат мекунад.

МАШҚИ 6

1. Масофа аз Офтоб то Замин $1{,}5 \cdot 10^8$ км аст. Рӯшноӣ аз Офтоб то Замин дар чанд вақт омада мерасад?

(*Ҷавоб*: 500 *с*)

2. Сабаби пайдоиши рангҳои: а) осмони кабуд; б) шишаи кабуд; в) вараҳи қоғази кабудро фаҳмонед.

3. Чаро пеш аз рентген кардани меъда, ба бемор атолаи барий мехӯронанд?

5. Чаро дар кӯҳи баланд Офтоб пӯстро зуд месӯзонад?

6. Баландии оинаи ҳамвори амудан овехташуда бояд чиқадар бошад, ки одами қадаш Н дар он сар то пои худро бубинад?

(*Ҷавоб*: *H*/2)

7. Барои рӯшноии маълум дарозии мавҷ дар об 0,46 мкм аст. Дарозии мавҷ дар ҳаво чанд аст?

(*Ҷавоб: 0,6 мкм)*

8. Қувваи оптикии линза 2,5 дптр аст. Масофаи фокусии онро ҳисоб кунед. Чӣ гуна линза аст: ҷамъкунанда ё паҳнкунанда?

(Ҷавоб: 40 см)

9. Ягон чизро ба воситаи призмаи секунҷа муоина карда, мебинем, ки тасвир як тараф кӯчида менамояд. Кадом тараф мекӯчад он тасвир?

10. Баъзе автомобилҳо чарогҳои иловагии рӯшноии зард доранд. Чаро ин чароғҳо дар ҳавои туман ҳам роҳро равшан мекунанд?

10. Суръати мавҷи кӯтоҳ ба чанд баробар аст?.

A) 30 км/с; B) 300 000 км/с; C) 3000 км/с; D) 30 000 км/с.

11. Дарозии мавҷи кӯтоҳ ба чанд баробар аст?.

A) λ= 10 – 100 м; B)) λ < 10 м; C)) λ > 100 м; D)) λ = 100 – 1000 м.

ХУЛОСАҲОИ БОБИ ШАШУМ

1. Суръати рӯшноӣ дар вакуум ба таври тақрибавӣ ёфта шудааст. Ин суръат тақрибан ба 300 000 км/с баробар мебошад. Суръати рӯшноӣ дар ҳама муҳитҳо назар ба вакуум кам аст.

2. Шикасти рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит натиҷаи он аст, ки суръати рӯшноӣ ҳангоми аз як муҳит ба муҳити дигар гузаштан тағйир меёбад. Қобилияти шуоъшикании нисбии ду муҳит ба нисбати суръатҳои рӯшноӣ дар ин муҳитҳо баробар аст.

3. Қобилияти шуоъшиканӣ ба ранги рӯшноии шикананда вобаста мебошад. (Инро бори нахуст Нютон дарк кардааст). Ранги рӯшноӣ бошад, ба басомади лаппиш (ё дарозии мавҷ) вобаста аст. Вобастагии қобилияти шуоъшикании муҳит ба басомад дисперсия ном гирифтааст. Дисперсия боиси он мегардад, ки призма рӯшноии сафедро ба рангҳои таркибиаш ҷудо мекунад. Суръат ва дарозии мавҷи рӯшноӣ дар мавриди аз вакуум ба ин ё он муҳит гузаштани он кам мешавад, вале басомади лаппиш дар ин маврид доимӣ мемонад.

4. Мавҷҳои рӯшноии дарозиашон якхела дар мавриди доимӣ будани фарқи фазаҳояшон мавҷҳои когерентӣ номида шудаанд. Дар мавриди баҳам омадани мавҷҳои когерентӣ (ҷамъ шудани онҳо) ҳодисаи интерференсия рӯшноӣ мушоҳида мешавад. Мавҷҳо вобаста ба фарқи роҳҳои рафташон ҳамдигарро тақвият медиҳанд ё маҳв мекунанд. Мавҷҳои когерентӣ дар натиҷаи аз ҳарду сатҳи пардаи тунук инъикос гардидани мавҷҳои рӯшноӣ ба вуҷуд меоянд. Азбаски фарқи фазаҳои лаппиши мавҷҳои интерференсияшаванда на танҳо ба гафсии парда, инчунин ба дарозии мавҷ низ вобаста мебошад, пас, дар мавриди бо нури сафед рӯшан гардондани парда манзараи рангаи интерференсия ба вуҷуд меояд.

5. Мавҷҳои рӯшноӣ монеаҳои андозаҳошон бо дарозии мавҷ баробарро давр зада метавонанд – ин падида моҳияти ҳодисаи дифраксияро ташкил медиҳад. Мушоҳидаи дифраксия ба сабаби бағоят кӯтоҳмавҷ будани мавҷҳои рӯшноӣ мушкилиҳо дорад ва асбоби махсус мехоҳад. Мавҷудияти дифраксияи рӯшноӣ қобилияти ҷудо- ҷудо дидани чизҳои майдаро бо микроскоп, телескоп ва асбобҳои дигари оптикӣ маҳдуд мегардонад.

6. Қонунҳои оптикаи геометрӣ дар мавриди назар ба дарозии мавҷҳои рӯшноӣ зиёд будани андозаҳои садди сари роҳи рӯшноӣ танҳо тақрибан риоя мешаванд.

7. Ҳодисаи дифраксия дар панҷараи дифраксионӣ ном асбобе истифода мешавад, ки он аз маҷмӯи роғҳои сершумори бо тартиби муайян воқеъшуда иборат мебошад. Панҷара нури сафедро ба рангҳо ҷудо мекунад. Ба воситаи панҷара дарозии мавҷҳои рӯшноиро чен кардан мумкин аст.

8. Мавҷҳои рӯшноӣ мавҷҳои арзианд. Инро мушоҳидаи ҳодисаи аз тариқи муҳитҳои анизотропӣ – кристаллҳо гузаштани рӯшноӣ тасдиқ кард. Мавҷеро аз мавҷҳои рӯшноӣ, ки дар он лаппишҳо дар ҳамвории муайян рӯй медиҳанд, мавҷи қутбишуда (поляризатсияшуда) меноманд.

9. Мувофиқи назарияи электромагнитии рӯшноӣ, рӯшноӣ мавҷи электромагнитии арзӣ мебошад. Исботи тачрибавии арзияти мавҷҳои рӯшноӣ марҳалаи муҳиме буд дар роҳи эътироф шудани назарияи элдектромагнитии рӯшноӣ.

10. Рӯшноӣ зодаи заррањои электрнок – электронҳо мебошад, электронҳое, ки дар атомҳо гирди ядроҳои атомӣ гардонанд. Барои он ки атом нур афканда тавонад, зарур аст, ки аз берун энергия гирад.

Бештар аз ҳама манбаҳои ҳароратии рӯшноӣ маъмуланд: Офтоб, чароги электрикии тафсиш, шӯълаи оташ ва г.

11. Спектрҳои афканиш ба воситаи асбобҳои спектрсанҷӣ таҳқиқ карда мешаванд. Қисми асосии асбоби спектрсанҷӣ призма ё панҷараи дифраксионӣ мебошад.

12. Рӯшноӣ мавҷи электромагнитиест, ки дарозиҳои фосилаи $4.10^{-7} - 8.10^{-7}$ м - ро фаро мегирад. Нурҳои соҳиби дарозиҳои кӯтоҳтар аз дарозиҳои мавҷҳои сурх (8.10^{-7} м) нури инфрасурх ном гирифтаанд. Ҳаргуна ҷисми тафсида манбаи нурҳои инфрасурх буда метавонад.

Мавҷҳои электромагнитие, ки дарозиашон кӯтоҳтар аз 4.10^{-7} м аст, мавҷи ултрабунафш ном доранд. Ин навъи нурҳо фаъолияти химиявии моддаҳоро афзоиш медиҳанд.

13. Нурҳои назар ба нурҳои ултрабунафш кӯтоҳмавҷтар нурҳои рентгенианд. Дарозии мавҷи нурҳои рентгенӣ тақрибан ҳамчени андозаҳои атомист. Ин нурҳо дар натиҷаи якбора тормоз хӯрдани электронҳое ба вуҷуд меоянд, ки онҳоро шиддати электрикии чанд киловолт шитоб дода бошад. Нурҳои рентгенӣ дар тиб барои ташхис ва муолиҷаи бемориҳо, дар техника барои нуқсшиносӣ, дар тадқиқоти илмӣ ва г. истифода мешаванд.

14. Шкалаи мавҷҳои электромагнитӣ аз радиомавҷҳои дароз ($\lambda > 1$ км) то гамма-нурҳо ($\lambda < 10^{-10}$ м) ҳама дарозиҳои мавҷро фаро мегирад.

Боби VII. АСОСҲОИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ

Мувофиқи тасаввуроти классикӣ дар бораи вақту фазо, ки асрҳо пойдор дониста мешуданд, ҳаракат ба ҷараёни вақт гӯё таъсире надорад (вақт мутлақ аст) ва андозаи хаттии ҳаргуна ҷисм гӯё ба он вобастагӣ надорад, ки ҷисм қарор аст ё ҳаракат мекунад (дарозӣ мутлақ аст).

Назарияи махсуси нисбияти Эйнштейн таълимоти навест дар бораи вақту фазо, ки ба ҷои тасаввуроти кӯҳна, яъне ба ҷои тасаввуроти классикӣ ба майдон омадааст.

§ 1. ҚОНУНҲОИ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ВА ПРИНСИПИ НИСБИЯТ

Пас аз бунёди электродинамика ба дурустии принсипи нисбияти Галилей дар ҳодисаҳои электромагнитӣ шакку шубҳа ба миён омад.

Баъди он ки дар нимаи дуюми асри XIX Максвелл қонунҳои асосии электродинамикаро таъриф дод, савол ба миён омад, ки принсипи нисбият (ки барои ҳодисаҳои механикӣ дуруст аст) барои ҳодисаҳои электромагнитӣ низ қобили истифода ҳаст ё не?. Ба иборати дигар, оё рӯйдодҳои электромагнитӣ (таъсироти мутақобили заррaҳои электрноку ҷараёнҳо, ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ, паҳншавии мавҷҳои электромагнитӣ ва ғ.) дар ҳама системаҳои инерсиалии сарҳисоб як хел ҷараён мегиранд? Ё шояд, ҳаракати ростхаттаи мунтаззам, ки дар ҳодисаҳои механикӣ асаре надорад ба ҷараёни рӯйдоди ҳодисаҳои электромагнитӣ ягон навъ таъсир бахшад?

Барои ба ин саволҳо ҷавоб додан аниқ кардан зарур буд, ки оё қонунҳои асосии электродинамика ҳангоми аз як системаи инерсиалӣ ба ҳамингуна системаи дигар гузаштан тағйир меёбанд ё мисли қонунҳои Нютон бетағйир мемонанд. Танҳо дар мавриди охирин мо метавонем, ки дурустии принсипи нисбиятро дар рӯйдодҳои электромагнитӣ эътироф кунем ва ин принсипро чун қонуни умумии табиат пазирем.

Қонунҳои электродинамика мураккабанд ва ҳалли ҷиддии ин масъала кори қсон нест. Лекин мулоҳизаҳои содда гӯё имкон медиҳад, ки ба ин савол ҷавоби дуруст ёбем. Мувофиқи қонунҳои электродинамика суръати рафти мавҷҳои электромагнитӣ дар вакуум дар ҳама самтҳо якхела: $c = 3.10^8$ м/с аст. Вале, аз тарафи дигар, мувофиқи қонуни нютонии ҷамъбандии суръатҳо, суръат танҳо дар як системаи сарҳисоби интихобшуда баробари с буда метавонад. Дар ҳаргуна системаи сарҳисоби дигаре, ки нисбат ба ин системаи интихобшуда бо суръати ϑ ҳаракат мекунад, суръати рӯшноӣ бояд ба $c-\vartheta$ баробар бошад. Ин онгуна маънӣ дорад, ки агар қонуни номбурдаи ҷамъбандии суръатҳо дуруст бошад, дар мавриди аз як системаи инерсиалӣ ба системаи дигар гузаштан қонунҳои электродинамика бояд тавре тағйир дода шаванд, ки дар ин системаи нав суръати

рӯшноӣ на ба с, балки ба с-ϑ баробар бошад.

Ҳамин тариқ, дар байни электродинамика ва механикаи Нютон (ки қонунҳои он ба принсипи нисбият ҳамоҳангӣ доранд), як навъ зиддият ба миён омад. Ин душвориҳоро бо се тарзи зерин бартараф сохтанӣ буданд:

Имкони якум ин буд, ки принсипи нисбият барои ҳодисаҳои электромагнитӣ татбиқнопазир дониста шавад. Ин нуқтаи назарро физики бузурги голландӣ, бунёдгузори назарияи электронӣ Х. Лоренс тарафдор шуд. Ҳодисаҳои электромагнитиро ҳанӯз аз замони Фарадей чун падидаҳое муоина мекарданд, ки гӯё дар муҳити махсус – «эфири ҷаҳонӣ» воқеӣ мешуда бошанд. Системаи инерсиалии сарҳисоби нисбат ба эфир қарор ба ақидаи Лоренс, системаи махсуси бартариятдорест, ки дар он қонунҳои электродинамикаи Максвелл дурустанд ва шакли соддатарин доранд. Танҳо дар ҳамин системаи сарҳисоб суръати рӯшноӣ дар вакуум барои ҳама самтҳо як аст.

Имкони дуюм ин буд, ки худи қонунҳои Максвеллро нодуруст шуморида, онҳоро тавре тағйир диҳанд, ки дар мавриди аз як системаи инерсиалӣ ба системаи дигар гузаштан тағйир напазиранд. Соҳиби ингуна кӯшиш аз ҷумла Г.Ҳертс буд. Ба ақидаи ӯ ҷисмҳои ҳаракаткунанда эфирро ҷалб мекунанд ва бинобар ин ҳодисаҳои электромагнитии дар эфир рӯйдиҳанда новобаста ба ҳолати ҳаракат ё ороми ҷисмҳо ҳамон як хел ҷараён мегиранд. Принсипи нисбият дуруст аст.

Имкони сеюм аз миён бардоштани душвориҳои номбурда даст кашидан аз тасаввуроти классикӣ дар бораи вақту фазо буд, то ки ҳам принсипи нисбият барҷой бимонаду ҳам қонунҳои Максвелл. Илоҷи беҳтарин ҳамин аст, зеро талаб мекунад, ки тасаввуроти амиқтарину асоситарини физикӣ аз сари нав муоина шавад. Аз ин нигоҳ на муодилаҳои майдони электромагнитӣ, балки муодилаҳои механикаи Нютон (ки дар заминаи тасаввуроти кӯҳнаи доир ба вақту фазо ба майдон омадаанд) носаҳеҳанд, яъне барои аз миён бурдани душвориҳои зикршуда на қонунҳои электродинамикаи Максвелл, балки қонунҳои механикаи Нютонро тағйир додан мебояд.

Имкони ягонаи дуруст маҳз имкони сеюм буд. А. Эйнштейн онро суботкорона инкишоф дода, дар бораи вақту фазо тасаввуроти нав бунёд сохт. Ду «имкони» аввалро, чунонки маълум шуд, таҷриба рад мекунад.

Г. Ҳертс дар натиҷаи кӯшишҳои тағйир додани қонунҳои электродинамикаи Максвелл ошкор сохт, ки муодилаҳои нав дар шарҳи як қатор далелҳои таҷрибавӣ оҷизанд. Чунончи, ба ақидаи Гертс оби равон рӯшноии дар он паҳншавандаро бояд бо худ барад, зеро он об эфирро бо худ мебарад ва рӯшноӣ бошад, гӯё дар ҳамин эфир паҳн мегардад. Аммо таҷриба инро рад кард.

Нуқтаи назари Лоренс ҳам (ки мувофиқи он бояд системаи сарҳисоби интихобие вуҷуд дошта бошад, ки бо эфири ҷаҳонии мутлақо қарор алоқаманд аст) дар таҷрибаҳои бевосита рад шуд.



Эйнштейн Алберт (1879-1955) – физики бузурги асри XX. Таълимоти нав дар бораи вақту фазо – назарияи махсуси нисбият маҳсули заковати ӯст. Ӯ ин назарияро барои системаҳои ғайриинерсиалии сарҳисоб умумият дода, назарияи умумии нисбиятро, ки назарияи муосири ҷозиба мебошад, бунёд кард. Бунёдгузори тасаввурот доир ба заррачаҳои рӯшноӣ – фотонҳо низ Эйнштейн аст. Асари ӯ оид ба назарияи ҳаракати броунӣ боиси ғалабаи қатъии назарияи ҷунбишҳои молекулавии модда гардид.

Агар суръати рӯшноӣ танҳо дар системаи сарҳисоби алоқаманд бо эфир 300 000 км/с мебуд, онро дар системаи инерсиалии ихтиёрӣ чен карда, ҳаракати ин системаро нисбат ба эфир ошкор сохтан ва суръати ин ҳаракатро ёфтан имконпазир мебуд. Мисли он ки дар системаи сарҳисоби нисбат ба ҳаво ҳаракаткунанда шамол ба вуҷуд меояд, ҳангоми нисбат ба эфир (албатта, агар эфир вуҷуд дошта бошад) ҳаракат кардан низ бояд «шамоли эфирӣ» пайдо шавад. Таҷрибаи доир ба ошкор сохтани «шамоли эфирӣ»-ро аз рӯи ақидаи 12 сол муқаддам баёнкардаи Максвелл с. 1881 олимони амрикоӣ А.Майкелсон ва Э. Морлӣ карданд.

Дар ин таҷриба суръатҳои рӯшноӣ дар самти ҳаракати Замин ва дар самти нисбат ба он амудӣ муқоиса карда шудааст. Таҷриба ба воситаи асбоби бағоят дақиқ –

интерферометри Майкелсон гузаронида шудааст. Таҷриба дар соатҳои гуногуни шабонарӯз ва дар фаслҳои гуногуни сол борҳо такрор карда шуда бошад ҳам, ҳамеша натиҷаи манфӣ додааст: нисбат ба эфир ҳаракат доштани Заминро ошкор кардан муяссар нагардид.

Ҳамаи ин ба он монанд мебуд, ки шумо сари худро аз тирезаи мошини суръати ҳаракаташ 100 км/с берун бароварда, шамоли пешорӯро ҳис накунед.

Хулоса, ғояи мавҷудияти системаи сарҳисоби бартариятдор аз санҷиши таҷрибавӣ нагузашт, ҳеҷгуна муҳити махсус – «эфири рӯшноибаре», ки ингуна системаи бартариятдорро бо он алоқаманд кардан мумкин бошад, вуҷуд надорад.

§ 2. ПОСТУЛАТҲОИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ

Назарияи нисбият дар заминаи ду постулат бунёд шудааст.

Барои шарҳи натиҷаҳои манфии таҷрибаи Майкелсон ва таҷрибаҳои дигаре, ки мебоист мавҷудияти ҳаракати Заминро (нисбат ба эфир) исбот мекарданд, фарзияҳои гуногун пешниҳод мешуд. Мақсад аз ин таҷрибаҳо дарёфти шарҳи ин буд, ки чаро мавҷудияти системаи бартариятдори сарҳисобро ошкор кардан муяссар намегардад(гӯё ин гуна система дар ҳақиқат вуҷуд дошта бошад).

Ҳалли ба кулли дигаргунии ин масъаларо Эйнштейн нишон дод: дар шарҳи натиҷаҳои манфии ҳама кӯшишҳое, ки барои дидани тафовути байни системаҳои инерсиалӣ дода шудаанд, фарзияҳои гуногун пеш овардан зарурият надорад. Қонуни табиат ин аст, ки ҳама системаҳои инерсиалии сарҳисоб на танҳо барои ҳодисаҳои механикӣ, балки барои рӯйдодҳои электромагнитӣ низ комилан баробарҳуқуқанд; ҳолати оромӣ аз ҳолати ҳаракати ростхаттаи мунтазам тафовуте надорад.

Принсипи нисбият постулати асосии назарияи Эйнштейн мебошад. Онро ин тавр таъриф додан мумкин аст:

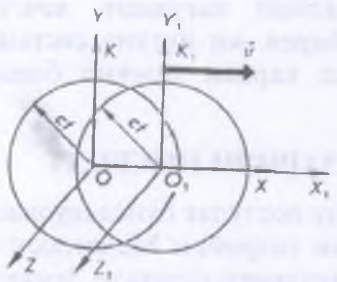
Ҳама рӯйдодҳои табиӣ дар ҳаргуна системаи инерсиалии сарҳисоб як хел ҷараён мегиранд

Яъне дар ҳама системаҳои инерсиалӣ қонунҳои физикӣ як шакл хоҳанд дошт. Ҳамин тариқ, принсипи нисбияти механикаи классикӣ барои ҳама рӯйдодҳои табиӣ аз ҷумла барои рӯйдодҳои электромагнити умумият дода мешавад.

Назарияи нисбият постулати дигаре низ дорад:

Суръати рафти рӯшноӣ дар вакуум барои ҳама системаҳои инерсиалии сарҳисоб як аст; вай на ба суръати манба вобастагӣ дораду на ба суръати ҳаракати асбоби қайдкунандаи сигнали рӯшноӣ.

Чунонки аз постулатҳои назарияи нисбият бармеояд, суръати рӯшноӣ дар вакуум зиёдтарин суръати имконпазири нақли таъсироти мутақобил дар табиат мебошад.



Расми 177.

Барои таъриф додани постулатҳои назарияи нисбият ҷасорати бузургӣ илмӣ зарур буд, зеро онҳо хилофи тасаввуроти классикӣ (дар бораи вақту фазо) буданд.

Бигзор дар лаҳзаи ҳамҷо будани сари координатҳои системаҳои сарҳисоби К ва K_1, ки нисбат ба якдигар бо суръати ϑ ҳаракат мекунанд, дар сари координатҳо шӯълаи кӯтоҳмуддате рӯй диҳад. Дар муддати t системаҳо нисбат ба якдигар ба масофаи ϑt мекӯчанд. (рас. 177). Суръати рӯшноӣ дар ҳардуи системаҳои К ва K_1 як аст. Пас, дар назари мушоҳиде, ки бо системаи К алоқаманд мебошад, маркази кура дар нуқтаи О вале дар назари мушоҳиди алоқаманд бо системаи K_1 он марказ дар нуқтаи O_1 воқеъ мегардад. Вале маркази ҳамон як сатҳи куравӣ дар ҳамон як лаҳза ҳам дар нуқтаи О ва ҳам дар нуқтаи O_1 воқеъ гашта наметавонад! Ин зиддияти ошкоро аз ақидаҳое бармеояд, ки онҳо дар чорчӯбаи постулатҳои назарияи нисбият бунёд шудаанд.

Ин ҷо зиддият на дар дохили назарияи нисбият аст. Моҳияти ин назария ба тасаввуроти классикии оид ба вақту фазо, ки барои суръатҳои баланди ҳаракат нодурустанд, зиддият дорад.

1. *Постулатҳои назарияи нисбиятро таъриф диҳед.*
2. *Назарияи нисбият бар чигуна асос, бар кадом нуқтаҳои умумӣ бино ёфтааст?*
3. *Тафовути байни постулати якуми назарияи нисбият ва принсипи нисбияти механикӣ дар чист?*

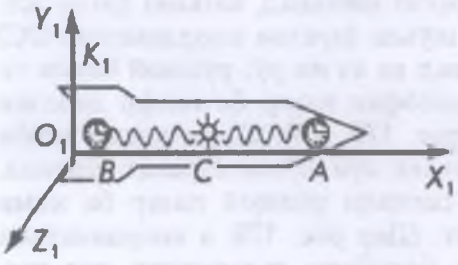
§ 3. НИСБИЯТИ ҲАМЗАМОНӢ

Сабаби беасос будани тасаввуроти классикӣ дар бораи вақту фазо ин аст, ки дар онҳо дар хусуси имкони дар як лаҳза аз як нуқтаи фазо ба нуқтаи дигари он расидани таъсироти мутақобил ва сигналҳо фарзи нодуруст пазируфта шудааст. Охирнок будани суръати густариши таъсироти мутақобил зарурати ба дараҷаи хеле амиқ тагйир додани тасаввуроти муқаррарии оид ба вақту фазоро ба миён меорад. Тасаввурот дар бораи мутлақ будани вақт, ки гӯё ҳамеша бо ҳамон як оҳанг, тамоман новобаста ба материя ва ҳаракати он ҷорӣ бошад, ғалат будааст.

Агар фарз кунем, ки сигналҳо дар як он паҳн мешаванд, изҳори он ки ин сигналҳо ба ду нуқтаи ҷудогонаи фазо А ва В дар як вақт мерасанд, маънии мутлақ хоҳад дошт (расми 178).

Дар нуқтаҳои А ва В ду соат гузошта, онҳоро ба воситаи сигналҳои лаҳзагӣ ҳамзамон мегардонем (ё, чи хеле ки мегӯянд, синхронизатсия мекунем). Агар ин сигнал аз нуқтаи А дар лаҳзаи 0 соату 45 дақ фиристода шавад ва он ҳамон лаҳза (аз рӯи соати В) ба нуқтаи В ояд, пас, ҳарду соат ҳамон як вақтро нишон медиҳанд, яъне гашти онҳо ҳамзамон мебошад. Вале агар соатҳо ҳамзамон (синхронӣ) набошанд, соати ақибмондаро ба қадри зарурат пеш бурда, онҳоро ҳамзамон кардан мумкин аст, то ки дар лаҳзаи фиристодани сигнал ҳамон як вақтро нишон диҳанд.

Ду ҳодиса, чунончи, ду рӯйдоди барқ он гоҳ ҳамзамонанд, ки дар лаҳзаи рӯйдоди онҳо соатҳои ҳамоҳанг ҳамон як вақтро нишон диҳанд.



Расми 178.

Дар хусуси ҳамзамон будан ё набудани ду ҳодисаи дар нуқтаҳои А ва В рӯйдиҳанда он гоҳ хулоса метавон кард, ки дар он нуқтаҳо соатҳои ҳамоҳангона коркунанда дошта бошем. Лекин агар суръати паҳншавии сигналҳо на беинтиҳо зиёд бошад, пас, соатҳои аз якдигар дар ин ё он дурӣ воқеъ гардидаро чи тавр ҳамоҳангӣ додан имконпазир аст?

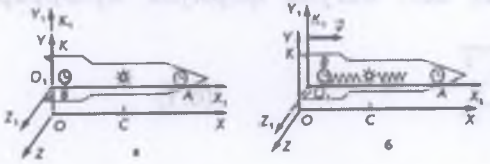
Барои ҳамоҳанг гардонидани кори соатҳо сигналҳои рӯшноӣ ё умуман сигналҳои электромагнитӣ истифода мешавад, чунки суръати мавҷҳои электромагнитӣ дар вакуум ба таври дақиқ чен карда шудааст ва саҳеҳан маълум мебошад.

Дар санҷиши соатҳо аз рӯи сигналҳои радиоӣ маҳз ҳамин усул истифода мешавад. Сигналҳои радиоӣ имкон медиҳанд, ки шумо соати худро бо соати дақиқи намунавӣ (соати эталонӣ) ҳамзамон гардонед. Масофаи байни маркази радио (радиостансия) ва хонаи худро дониста, муддати таъхири сигналро муайян кардан осон аст. Ин фосилаи вақт (ислоҳ) хеле ночиз аст ва дар ҳаёти ҳамарӯзаи мо роле намебозад, вале барои масофаҳои дури кайҳонӣ хеле бузург буда метавонад.

Биёед усули соддаеро муфассалтар бинем, ки барои ҳамзамон гардондани соатҳо ҳеҷгуна ҳисобукитоб талаб накунад. Бигзор, кайҳоннавард донистан хоҳад, ки соатҳои А ва В-и воқеъ дар қисми пеш ва қисми ақиби киштии кайҳонӣ (рас. 175), чиқадар мутобиқат доранд. Бо ин мақсад ӯ ба воситаи манбаи нисбат ба танаи киштӣ беҳаракати рӯшноӣ дар миёнаҷои киштӣ як шӯълаи кӯтоҳмуддати рӯшноӣ ба вуҷуд меорад. Рӯшноӣ то ҳарду соат дар як вақт мерасад. Агар ҳарду соат дар ин лаҳза ҳамон як вақтро нишон диҳанд, метавон гуфт, ки кори онҳо ҳамоҳанг аст.

Аммо ин танҳо нисбат ба системаи сарҳисоби бо киштӣ алоқаманди $К_1$ дуруст аст. Вале дар системаи сарҳисоби К, ки киштӣ нисбат ба он дар ҳаракат мебошад, вазъият дигар аст. Соати А аз ҷои пайдоиши шӯъла (нуқтаи координаташ ОС) бо мурури замон дур мешавад ва аз ин рӯ, рӯшноӣ барои то ба соати А расидан бояд масофаи назар ба нисфи дарозии киштӣ бештарро паймояд (рас. 179, а,б). Соати қисми ақиби киштӣ – соати В бошад, баръакс, сӯи шӯъла ҳаракат мекунад, яъне дар ин маврид роҳи сигнали рӯшноӣ назар ба ними дарозии киштӣ кӯтоҳтар аст. (Дар рас. 179, а координатҳои ҳангомии пайдоиши шӯъла баробари якдигаранд: дар рас. 176, б лаҳзае тасвир ёфтааст, ки дар он рӯшноӣ то ба соати В мерасад). Бинобар ин мушоҳиди алоқманд бо системаи К хулоса мегирад, ки сигнал то ҳарду соат на дар як вақт мерасад.

Ду ҳодисаи дар нуқтаҳои А ва В рӯйдиҳандае, ки дар системаи K_1 ҳамзамонанд, дар системаи К ҳамзамон нестанд. Аммо ҳарду система ба тақозои принсипи нисбият баробарҳуқуқанд ва ҳеҷ яки онҳо дар муқобили дигарӣ бартарият надорад. Пас, чунин хулоса баровардан мумкин аст, ки ҳамзамонияти ҳодисаҳои фазо нисбист. Сабаби нисбияти ҳамзамоният, ниҳоӣ будани суръати рафти сигналҳо мебошад.



Расми 179.

Расидани рӯшноӣ ба нуқтаҳои сатҳи кӯравии марказаш О танҳо дар чашми мушоҳиде ҳамзамон менамояд, ки ӯ нисбат ба системаи К қарор бошад. Дар назари мушоҳиди алоқаманд бо системаи K_1 бошад, рӯшноӣ ба он нуқтаҳо дар лаҳзаҳои гуногун мерасад. Мавриди акси ин низ дуруст мебошад: дар системаи К рӯшноӣ ба нуқтаҳои сатҳи кӯраи марказаш нуқтаи O_1 на дар як вақт, чунонки дар чашми мушоҳиди алоқаманд бо системаи K_1 менамояд, балки дар лаҳзаҳои гуногун мерасад. Пас, ин ҷо ҳеҷгуна парадокс ҷой надорад.

Ҳамзамонияти ҳодисаҳо нисбист. Инро ба таври аёнӣ тасаввур кардан, «эҳсос кардан» аз доираи имкони мо берун аст, зеро суръати рӯшноӣ назар ба суръатҳое, ки хоси ҳаракатҳои мост, садҳо бор зиёд мебошад.

1. *Чигуна рӯйдодҳоро ҳодисаҳои ҳамзамон мегӯянд?*
2. *Сабаби нисбияти ҳамзамонияти ҳодисаҳо дар фазо аз чӣ иборат аст?*

§ 4. НАТИҶАҲОИ АСОСИЕ, КИ АЗ ПОСТУЛАТҲОИ НАЗАРИЯИ НИСБИЯТ БАРМЕОЯНД

Аз постулатҳои назарияи нисбият чанд натиҷае бармеояд, ки хосиятҳои вақту фазоро ифода мекунанд. Акнун ба тавсифи мухтасари ин натиҷаҳо шурӯъ мекунем.

Нисбияти масофаҳо. Масофа бузургии мутлақ нест. Масофаи тайшуда ба суръати ҳаракати ҷисм (нисбат ба ин ё он системаи сарҳисоб) вобастагӣ дорад.

Бигзор милае дар системаи К қарор бошад. Дарозии миларо бо ℓ_0 ишорат мекунем. Назарияи нисбият барои дарозии ин мила дар системаи K_1, ки мила нисбат ба он бо суръати ϑ дар ҳаракат аст, ингуна формула муқаррар кардааст:

$$\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \frac{\vartheta^2}{c^2}} \qquad (6.1)$$

яъне дар асоси назарияи нисбият $\ell < \ell_0$ мебошад. Ин маврид кӯтоҳшуди релятивии андозаи ҷисм (дарозии ҷисм) дар системаи ҳаракаткунандаи сарҳисоб ном гирифтааст. (Калимаи «релятивӣ» барои ифода кардани мавридҳое истифода мешавад, ки дар онҳо ҳаракати муоинашаванда бо суръатҳои наздик ба суръати рӯшноӣ рӯй медиҳад).

Нисбияти фосилаҳои вақт. Бигзор фосилаи вақти байни ду ҳодисаи дар ҳамон як нуқтаи системаи инерсиалии К рӯйдиҳанда τ_0 бошад. Ин ду ҳодисае, масалан ду зарби паёпайи метрономе буда метавонанд, ки ҳар сонияро қайд мекунад.

Дар ин маврид фосилаи вақти байни ин ҳодисаҳо дар системаи сарҳисоби K_1, ки нисбат ба системаи К бо суръати $\vec{\vartheta}$ ҳаракат мекунад, ин тавр ифода карда мешавад:

$$\tau = \tau_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad (6.2)$$

Пайдост, ки $\tau > \tau_0$ мебошад. Ин мавриди кӯтоҳшуди релятивии фосилаи вақти байни ду рӯйдоди паёпай дар системаи сарҳисоби ҳаракаткунанда аст.

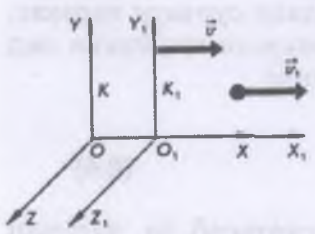
Дар сурати $\vartheta \ll c$ будан дар формулаҳои (6.1) ва (6.2) бузургии $\frac{\vartheta^2}{c^2}$ -ро ба эътибор нагирифтан равост. Он гоҳ $\ell \approx \ell_0$ ва $\tau \approx \tau_0$ мешавад, яъне дар ин маврид кӯтоҳшуди релятивии андозаҳои ҷисм ва фосилаҳои вақтро дар системаи

сарҳисоби ҳаракаткунанда ба эътибор нагирифтан мумкин аст.

Қонуни релактивии ҷамъбандии суръатҳо. Тасаввуроти нави релятивӣ – дар бораи вақту фазо қонуни нави ҷамъ шудани суръатҳоро талаб мекунад. Маълум аст, ки қонуни классикии ҷамъбандии суръатҳо дар ин маврид нодуруст мебуд, зеро он мухолифи хулосаи доимӣ будани суръати вакуумии рӯшноӣ аст.

Агар вагоне бо суръати υ дар ҳаракат бошад ва дар даруни он ба самти ҳаракат мавҷи рӯшноӣ паҳн шавад, суръати он нисбат ба Замин бояд боз ҳам ба c баробар бошад, на ба $c+\upsilon$. Қонуни нави ҷамъбандии суръатҳо бояд маҳз ҳамин натиҷаро ифода кунад.

Мо қонуни ҷамъбандии суръатҳоро барои мавриди хусусие менависем, ки ҷисм ба рафти тири и системаи сарҳисоби K_1 дар ҳаракат бошад ва системаи K_1 дар навбати худ нисбат ба системаи К бо суръати ϑ ҳаракат кунад. Зимнан, ҳангоми ҳаракат тирҳои координатии $0X$ ва $0X_1$ ҳамеша рӯиҳам меоянду тирҳои $0y$ ва $0y_1$ ва инчунин $0Z$ ва $0Z_1$ ба худ мувозӣ (параллел) мемонанд (рас. 180).



Расми 180.

Суръати ҳамон як ҷисмро нисбат ба K_1 бо ϑ_1 ва нисбат ба K_2 бо ϑ_2 ишорат мекунем. Он гоҳ қонуни релятивии ҷамъбандии суръатҳо шакли зайл хоҳад дошт:

$$\vartheta_2 = \frac{\vartheta_1 + \vartheta}{1+\frac{\vartheta_1 \vartheta}{c^2}} \qquad (6.3)$$

Дар сурати $\vartheta \ll C$ ва $\vartheta_1 \ll C$ будан қисми $\frac{\vartheta \vartheta}{c^2}$-ро дар махраҷи (6.3) ба эътибор нагирифта, боз ҳамон қонуни классикии ҷамъбандии суръатҳоро ҳосил мекунем:

$\vartheta_2 = \vartheta_1 + \vartheta$ Агар $\vartheta_1 = C$ бошад, суръати ϑ_2 низ баробари C хоҳад буд, чунонки инро постулати дуюми назарияи нисбият тақозо мекунад. Дар ҳақиқат,

$$\vartheta_2 = \frac{\vartheta_1 + \vartheta}{1 + \frac{\vartheta_1 \vartheta}{c^2}} = c\frac{\vartheta + c}{\vartheta + c} = C$$

Хосияти аҷиби қонуни релятивии ҷамъшуди суръатҳо ин аст, ки барои ҳамагуна суръатҳои υ_1 ва υ (ки назар ба с зиёд буда наметавонанд) суръати натиҷавӣ υ_2 назар ба с зиёд намешавад.

1. ***Дар чигуна суръатҳои ҳаракат қонуни релятивии ҷамъшуди суръатҳо (ё худ қонуни ҷамъбандии суръатҳо) ба ҳамингуна қонуни классикӣ (қонуни Галилеӣ) табдил меёбад?***

2. ***Суръати рӯшноӣ аз суръатҳои ҳаракати ҳама ҷисмҳои дигар чӣ тафовути куллӣ дорад?***

§ 5. ВОБАСТАГИИ МАССА БА СУРЪАТ. ДИНАМИКАИ РЕЛЯТИВӢ.

Қонунҳои механикаи Нютон дар суръатҳои баланди ҳаракат бо тасаввуроти нави оид ба вақту фазо ноҷӯрӣ пайдо мекунанд. Танҳо дар мавриди паст будани суръати ҳаракат, яъне дар мавриди дуруст будани тасаввуроти классикии оид ба вақту фазо шакли қонуни дуюми Нютон

$$m \cdot \frac{\Delta \vec{\vartheta}}{\Delta t} = \vec{F} \qquad (6.4)$$

ҳангоми аз як системаи инерсиалии сарҳисоб ба дигараш гузаштаи тағйир намеёбад (принсипи нисбият риоя мешавад).

Вале дар суръатҳои баланд ин қонун дар шакли маъмулии худ (яъне дар шакли классикӣ) нодуруст аст.

Мувофиқи қонуни дуюми Нютон (6.4.) қувваи доимии ба ҷисм муддати тӯлонӣ таъсиркунанда ҷисмро суръати баланди дилхоҳ бахшида метавонад. Аммо дар воқеъ суръати рӯшноӣ дар вакуум суръати ниҳоӣ аст ва дар ҳеҷ гуна шароит ҷисм бо суръати бештар аз он ҳаракат кардан наметавонад. Тағйири андаке мебояд, ки муодилаи ҳаракати ҷисм барои суръатҳои баланд саҳеҳ шавад.

Биёед аввал қонуни дуюми динамикаро дар шакле нависем, ки онро худи Нютон истифода кардааст:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \qquad (6.5)$$

Ин ҷо $\vec{p} = m\vec{\vartheta}$ импулси ҷисм мебошад. Дар ин муодила массаи ҷисм ба суръат новобаста пиндошта мешуд.

Барои суръатҳои баланд на шакли муодилаи (6.5.), балки танҳо массаи ҷисм тағйир меёбад. Ҳангоми зиёд кардани суръати ҷисм массаи он доимӣ намемонад, балки меафзояд.

Вобастагии массаро ба суръат дар заминаи фарзе метавон ёфт, ки қонуни бақои импулс аз нуқтаи назари тасаввуроти нави оид ба вақту фазо низ дуруст аст. Вале мо ба сабаби мураккаб будани ин ҳисобукитоб ин ҷо танҳо натиҷаи онро меорем.

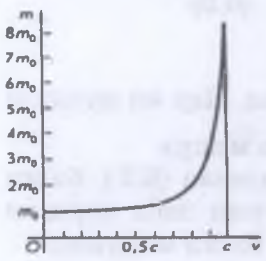
Массаи ҷисми қарорро бо m ишорат мекунем. Он гоҳ массаи ҳамон ҷисм дар мавриди бо суръати ϑ ҳаракат кардан чунин хоҳад буд:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad (6.6)$$

Вобастагии масса ба суръати ҳаракати он дар рас. 181 тасвир ёфтааст. Чунонки мебинем, ҳар қадаре ки суръати ҷисм ба суръати рӯшноӣ наздик бошад, афзоиши массаи он ҳамон қадар зиёдтар хоҳад буд.

Дар суръатҳои назар ба суръати рӯшноӣ хеле кам қимати ифодаи $\sqrt{1 - \frac{\vartheta^2}{c^2}}$ аз як басо кам фарқ мекунад. Чунончи, барои суръати мушаки кайҳонӣ $\vartheta \approx 10$км/с $\sqrt{1 - \frac{\vartheta^2}{c^2}} = 0{,}999$ 999 99944 аст. Аз ин рӯ афзоиши массаро ҳангоми зиёд шудани суръат дар мавриди ин қадар кам будани ϑ ошкор

сохтан амри маҳол аст. Аммо заррањои элементарӣ дар мошинҳои суръатфизои муосир то ба суръатҳои хеле баланд шитоб дода мешаванд. Чунончи, агар электрон бо суръате ҳаракат кунад, ки он аз суръати рӯшноӣ ҳамагӣ 90 км/ с кам (яъне 299910 км/с) бошад, массааш 40 бор меафзояд. Мошинҳои суръатфизои электронҳо ин заррањоро онқадар шитоб дода метавонанд, ки суръати онҳо аз суръати рӯшноӣ ҳамагӣ 40-50 м/с камӣ мекунад. Массаи ингуна электрон назар ба массаи электрони қарор тақрибан 2000 бор зиёд хоҳад буд. Барои дар мадори доиравӣ устуворона ҳаракат кардани ингуна электрон майдони магнитӣ ба он бояд бо қуввае таъсир бахшад, ки он аз қувваи зарурии мутобиқи мавриди ба ҳисоб нагирифтани вобастагии масса ба суръат тақрибан 2 000 бор зиёд бошад.



Расми 181.

Барои ҳисоби траекторияи зарраи баландсуръат механикаи Нютон натиҷаи галат медиҳад. Ба ибораи дигар, дар ҳама мавридҳои бо суръати баланд ҳаракат кардани заррањо формулаи (6.6)-ро ба эътибор гирифтан мебояд. Дар ин мавриди импулси ҷисм бояд ин тавр ёфта шавад:

$$P=\frac{m_0 \vartheta}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad (6.7)$$

Вале қонуни асосии динамикаи релятивӣ бояд дар ҳамон шакли пешина навишта шавад:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \qquad (6.8)$$

Аммо импулси ҷисм дар ин мавриди аз ҳосили зарби $m_0\vartheta$ фарқ мекунад ва бояд аз рӯи формулаи (6.7) ёфта шавад.

Ҳамин тариқ, масса, ки дар тӯли дуним асри баъди сари Нютон доимӣ пиндошта мешуд, дар воқеъ ба суръат вобаста будааст: ба андозаи афзудани суръати ҳаракат массаи ҷисм зиёд мешавад. Дар мавриди $\vartheta \to c$ будан массаи ҷисм мувофиқи (6.6) беҳад меафзояд ($m \to \infty$); бинобар ин шитоби

ҷисм ба сифр майл мекунад ва бо вуҷуди муддати дурудароз таъсир доштани қувва суръати ҷисм дигар амалан намеафзояд.

Зарурати дар ҳисобукитоби суръатфизоҳои заррањои электрнок истифода кардани муодилаи релятивии ҳаракат далели он аст, ки назарияи нисбият дар замони мо ба илми инженерӣ табдил ёфтааст.

Қонунҳои механикаи Нютонро чун мавриди хусусии механикаи релятивӣ (ки барои суръатҳои назар ба суръати рӯшноӣ) хеле кам дуруст мебошад муоина кардан мебояд.

1. ***Формулаи вобастагии массаи ҷисмро ба суръати ҳаракати он нависед.***

2. ***Ба чӣ шарт метавон гуфт, ки массаи ҷисм ба суръати ҳаракати он вобастагӣ надорад?***

§ 6. РОБИТАИ БАЙНИ МАССА ВА ЭНЕРГИЯ

Робитаи байни масса ва энергия бевосита аз қонуни бақои энерғия ва аз он далел бармеояд, ки массаи ҷисм ба суръати ҳаракати он вобастагӣ дорад. Ин аз мисоли зерин аён аст. Дар мавриди дар ягон зарф гарм кардани газ ба он энергияи муайяне дода мешавад. Суръати ҳаракати бетартибонаи молекулаҳо ба ҳарорат вобаста мебошад ва ба қадри гарм шудани газ меафзояд. Афзоиши суръати ҳаракати молекулаҳо мувофиқи формулаи (6.6.) аз афзудани массаҳои ҳамаи онҳо далолат мекунад. Пас, массаи гази даруни зарф дар натиҷаи афзудани энергияи дохилии он зиёд мешавад, яъне дар байни массаи газ ва энергияи он алоқамандие, робитае вуҷуд дорад.

Формулаи Эйнштейн. Эйнштейн бо ёрии назарияи нисбият алоқамандии байни масса ва энергияро муқаррар кард:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad (6.9)$$

Энергияи ҷисм ё маҷмӯъи ҷисмҳо ба ҳосили зарби масса ва дараҷаи дуюми суръати рӯшноӣ баробар мебошад.

Дар мавриди тағйир ёфтани энергияи система массаи он низ тағйир меёбад:

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} \qquad (6.10)$$

Азбаски коэффисенти $\frac{1}{c^2}$ басо хурд аст, бинобар ин тағйироти намоёни масса танҳо дар мавриди хеле зиёд будани тағйироти энергия имконпазир мебошад. Дар реаксияҳои химиявӣ ё ҳангоми гарм кардани ҷисмҳо дар шароити муқаррарӣ тағйироти энергия онқадар кам аст, ки тағйироти ба он мутобиқи массаро дар таҷриба ошкор сохтан имконпазир нест. Чойнаки гарм назар ба чойнаки сард массаи бештар дорад; аммо ин тафовут ҳатто бо дақиқтарин тарозу «ҳис» намешавад. Танҳо дар табдилоти ядроӣ ва заррaҳои элементарӣ тағйироти энергия ва тагйироти ба он алоқаманди масса хеле зиёд аст.

Дар натиҷаи таркиши бомбаи гидрогенӣ энергияи бағоят зиёд – қариб 10^{17} Ҷ ба вуҷуд меояд, ки ин аз энергияи электрикии дар тамоми кураи Замин дар муддати чанд рӯз истеҳсолшаванда зиёд аст. Ин энергия (энергияи таркиш)-ро нурҳои ҳосилшуда бо худ мебаранд.

Энергияи оромиш. Мувофиқи формулаи (6.9) ҷисм дар мавриди ба сифр баробар будани суръаташ низ соҳиби энергия мебошад. Ин энергияи оромиш ном дошта, ин тавр ифода карда мешавад:

$$E_0 = m_0 c^2 \qquad (6.11)$$

Ҳаргуна ҷисм танҳо ба сабаби мавҷудияти худ аллакай соҳиби энергия мебошад ва миқдори ин энергия ба массаи оромиш мутаносиб аст.

Исботи мавҷудияти энергияи оромиш ин аст, ки дар табдилоти заррaҳои элементарии дорои массаи оромиш ($m_0 \neq 0$) ба заррaҳои бемассаи оромиш ($m_0 = 0$) энергияи оромиш ба энергияи кинетикии заррaҳои навзод мубаддал мешавад.

1. *Қонуни робитаи мутақобили масса ва энергия чӣ моҳият дорад?*
2. *Энергияи оромиш чист?*
3. *Чаро ҳангоми гарм кардани ҷисм афзоиши массаи онро ошкор сохтан муяссар намегардад?*

МАШҚИ 7

1. Массаи протони суръаташ $2{,}4.10^8$ м/с (ба ҳисоби в. а. м. – воҳиди атомии масса) чанд аст? Массаи оромиши протонро 1 в. а. м. қабул кунед.

(*Ҷавоб*: 1,7 *в. а. м.*)

2. Массаи электрони ҳаракаткунанда назар ба массаи электрони қарор 40 000 бор зиёд аст. Электрони ҳаракаткунанда чигуна суръат дорад?

(*Ҷавоб*: *Суръати электрон назар ба суръати рӯшноӣ тақрибан* 10 *см/с кам аст.*)

3. Агар як киллограм об 50^0 К гарм карда шавад, массааш чиқадар меафзояд?

(*Ҷавоб: 2,3.*10^{-12} *кг)*

4. Оё электрон дар ин ё он муҳит бо суръате ҳаракат карда метавонад, ки он назар ба суръати рӯшноӣ дар ҳамон муҳит зиёд бошад?

5. Массаи поезди ором истода 2000 т аст. Ҳангоми бо суръати 15 м/с ҳаракат кардани он массааш чӣ қадар меафзояд?

(*Ҷавоб*: $2.5.10^{-9}$ *кг*)

ХУЛОСАҲОИ БОБИ ҲАФТУМ

Назарияи нисбияти Эйнштейн бар ду постулат асос ёфтааст. Постулат якум : ҳама рӯйдодҳои олам дар ҳама системаҳои инерсиалии сарҳисоб ҳамон як хел ҷараён мегиранд. Постулати дуюм : суръати рӯшноӣ дар вакуум барои ҳама системаҳои инерсиалии сарҳисоб ҳамон як қимат дорад ва на ба суръати манба вобаста асту на ба суръати асбоби қайди сигнали рӯшноӣ.

Назарияи нисбият таълимоти навест дар бораи вақту фазо, ки бар ивази тасаввуроти кӯҳнаи классикӣ ба майдон омадааст. Мувофиқи назарияи нисбият ҳамзамонияти рӯйдодҳо, масофаҳо ва фосилаҳои вақт нисбӣ буда, ба системаи сарҳисоб вобастаанд.

Аз назарияи нисбият бармеояд, ки суръати рӯшноӣ дар вакуум зиёдтарин суръати имконпазири интиқоли таъсироти мутақобил мебошад.

Дар мавриди зиёд шудани суръати ҳаракати ҷисм массаи он доимӣ намемонад, балки ба таври зайл меафзояд:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

ки ин ҷо m_0 - массаи ҷисм барои мавриди қарор будани он мебошад.

Энергияи ҷисм ё системаи ҷисмҳо E ба ҳосили зарби масса ва дараҷаи дуюуми суръати рӯшноӣ баробар аст:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

Бузургии $E_0 = m_0 c^2$ - энергияи оромишро ифода мекунад.

Дар мавриди суръатҳои ҳаракат назар ба суръати рӯшноӣ хеле кам будан тасаввуроти классикӣ дар бораи вақту фазо ва қонунҳои механикаи Нютон дурустанд.

ФИЗИКАИ КВАНТӢ

Боби VIII. Квантҳои рӯшноӣ
§1.НАЗАРИЯИ КВАНТИИ РӮШНОӢ

Бузургтарин инқилоб дар илми физика ба ибтидои асри XX рост омад. Саъю кӯшиши шарҳ додани қонуниятҳое дар спектри тобиши ҳароратӣ (тобиши электромагнитии ҷисмҳои тафсида) тақсим шудани энергия, ки аз таҷриба бармеомаданд, беҳуда менамуд.

Электродинамикаи Максвелл муҳаққиқонро ба хулосаи бемаъние мебурд, ки мувофиқи он ҷисми гарм дар натиҷаи бефосила хориҷ кардани мавҷҳои электромагнитӣ энергияи худро гум карда, мебоист то ҳарорати сифри мутлақ сард мешуд. Мувофиқи назарияи классикӣ мувозинати ҳароратӣ дар байни модда ва нури афкандаи он имконпазир нест. Аммо таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки дар асл ҳаргиз ин тавр нест. Ҷисми гарм на ҳамаи энергияи худро барои афканиши мавҷҳои электромагнитӣ сарф мекунад.

Дар ҷустуҷӯи роҳи ҳалли ин зиддияти назария ва таҷриба олими олмонӣ Макс Планк ақидае изҳор кард, ки атомҳо энергияи электромагнитиро ҳисса-ҳисса ё худ квант-квант меафканад. Энергияи ҳар як ҳисса ё худ квант E ба басомади ҷаппиши мавҷи электромагнитӣ υ мутаносиб мебошад:

$$E=h\upsilon$$

Коэффисенти мутаносиби h- доимии Планк ном гирифтааст.

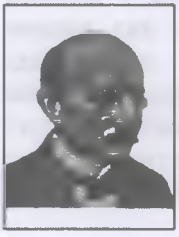
Фарзи Планк амалан ифодаи он буд, ки қонунҳои физикаи классикӣ дар ҳодисаҳои микроолам қобили истифода нестанд.

Назарияи нурафканиши ҳароратие, ки Планк бунёд кард, бо таҷриба мутобиқати аъло дошт. Аз рӯи қиматҳои таҷрибавии тақсимоти басомадии энергия қимати доимии Планк муайян карда шуд, ки ин бузургии басо хурд будааст:

$$h=6{,}626.10^{-34}\ Ҷ.с.$$

Дар мавзӯъҳои оянда мо ҳодисаи дигари физикиеро муоина мекунем, ки бо ёрии он доимии Планкро бо роҳи нисбатан осонтар ёфтан мумкин аст.

Баъди кашфиёти Планк назарияи ба куллӣ нав ва амиқи физикие ба вуҷуд омада, тараққӣ кард, ки назарияи квантӣ ном гирифтааст. Планк чораи бартараф сотани мушкилоти назарияи нурафканиши ҳароратиро нишон дод. Аммо ин комёбӣ бар ивази он ба даст омад, ки қонунҳои физикаи классикӣ дар доираи системаҳои микроскопӣ истифоданопазир пиндошта шаванд.



Планк Макс (1858- 1947) – физики олмонӣ, бунёдгузори назарияи квантӣ-назарияи муосири ҳаракат, таъсироти мутақобил ва табдилоти мутақобили зарраҳои микроскопӣ. Соли 1900 Планк дар асари ба тобиши мувозинатии ҳароратӣ бахшидааш бори аввал фарзе ба миён оварад, ки энергияи оссиллатор (системаи физикии гармоники лаппишхӯранда) қиматҳои ба басомади лаппишҳо мутаносиби дискретӣ мегирад. Оссиллатор энергияи электромагнитиро ҳисса-ҳисса ё квант-квант меафканад. Планк инчунин дар тараққӣ додани термодинамика саҳми бузург гузоштааст.

1. *Назарияи квантии рӯшноиро таъриф диҳед.*
2. *Қимати доимии Планк ба чӣ баробар аст?*

§ 2. ФОТОЭФФЕКТ ВА ҚОНУНҲОИ ОН

Қадами қатъӣ дар пешбурди тасаввурот оид ба табиати рӯшноӣ омӯзиши ҳодисаи аҷибе буд, ки онро олими олмонӣ Г. Ҳертс ошкор сохт ва олими рус А.Г. Столетов ҳаматарафа

Ҳодисаи бо таъсири рӯшноӣ аз модда канда шудани электронҳоро фотоэффект меноманд.

таҳқиқ кард. Ин ҳодиса фотоэффект, яъне эффекти фотоэлектрикӣ ном гирифтааст.

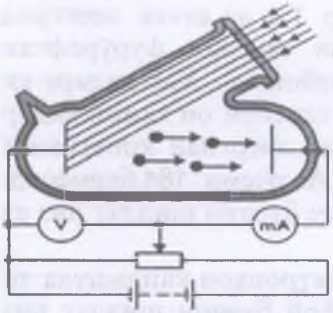
Барои ошкор сохтани фотоэффект электрометреро истифода мебарем, ки бо лавҳаи руҳӣ пайваст бошад. (рас. 182). Агар лавҳаро заряди электрикии мусбат диҳему баъд рӯшноии камони электрикиро сӯи он равона созем, суръати безаряд шудани электрометр кам намешавад. Аммо агар лавҳаро манфӣ электрнок кунем, такрори таҷриба нишон хоҳад дод, ки сели рӯшноии камони электрикӣ онро зуд безаряд мекунад. Сабаб дар он аст, ки рӯшноӣ электронҳои сатҳи лавҳаро зада мебарорад; агар лавҳа манфӣ электрнок бошад, электронҳо аз сатҳи он тела мехӯранд ва электрометр безаряд мешавад. Лекин агар лавҳа заряди электрикии мусбат дошта бошад, вай электронҳои кандашударо ҳамон лаҳза ба худ мекашад ва аз ин рӯ электрометр безаряд намешавад.



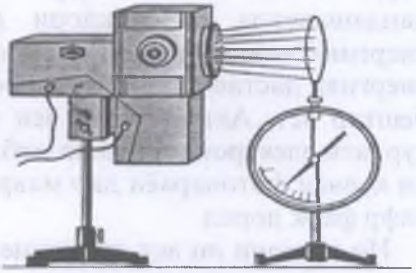
Столетов Александр Григорйевич (1839-1896)-физики рус. Таҳқиқи фотоэффект Столетовро шӯхрати ҷаҳонӣ бахшид. Ӯ имкони истифодаи амалии фотоэффектро низ нишон дод. Столетов дар рисолаи докториаш «Таҳқиқи ҷараёни магнитнок шудани оҳани нарм» усули тадқиқи ферромагнетикҳоро таҳия кард ва шакли хатти каҷи магнитнокшавиро муқаррар сохт. Ин асари ӯ дар амалии офариниши мошинҳои электрикӣ истифода шудааст.

Аммо агар дар роҳи сели рӯшноӣ шишаи муқаррарӣ гузорем, сарфи назар аз интенсивияти дастаи рӯшноӣ лавҳаи манфиэлектрнок электронҳои худро дигар намеафканад. Азбаски шиша нурҳои ултрабунафшро фурӯ мебарад, пас, метавон гуфт, ки сабабгори ҳодисаи фотоэффект маҳз ҳамин нурҳои ултрабунафш мебошанд. Ин далелро дар чорчӯбаи назарияи мавҷии рӯшноӣ шарҳ додан имкон надорад. Маълум нест, ки чаро мавҷҳои пастбасомади рӯшноӣ ҳатто дар мавриди зиёд будани амплитудаи мавҷ (яъне зиёд будани қувваи ба электронҳо таъсиркунанда) электрон канда наметавонанд.

Қонунҳои фотоэффект. Барои дар бораи фотоэффект маълумоти пурра гирифтан пеш аз ҳама муайян кардан лозим аст, ки адади электронҳои бо таъсири рӯшноӣ аз сатҳи



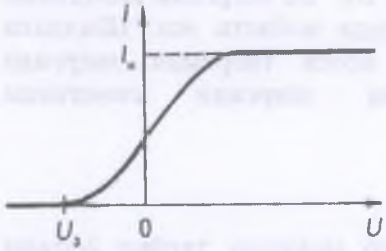
Расми 182.



Расми 183.

модда кандашуда – фотоэлектронҳо ва суръат ё энергияи кинетикии онҳо ба чӣ вобаста аст.

Барои рӯшанӣ андохтан дар ин масъала таҷрибаҳое анҷом дода шудаанд, ки якеи онҳо дар рас. 183 тасвир ёфтааст.



Расми 184.

Ҳавои баллони шишагинеро, ки дар дохилаш ду электрод дорад, мекашанд. Баллон равзанаи кварсие дорад, ки на танҳо барои рӯшноӣ, балки барои нурҳои ултрабунафш шаффоф аст. Шиддати ба электродҳо додашавандаро бо ёрии потенсиометр тағйир додан ва ба воситаи волтметр чен кардан мумкин аст. Электроди нурбороншавандаро бо қутби манфии батарея мепайванданд. Ин электрод бо таъсири рӯшноӣ электрон меафканад. Электронҳо ҳангоми дар майдони электрикӣ ҳаракат кардан ҷараён ба вуҷуд меоваранд. Дар мавриди кам будани шиддати байни электродҳо на ҳама электронҳои кандашуда то ба электроди дигар мерасанд. Агар фарқи потенсиалҳои байни электродҳоро зиёд кунем, бо вуҷуди бетағйир мондани сели рӯшноӣ қувваи ҷараён меафзояд ва дар яғон қимати шиддат максимум гирифта, баъд доимӣ мемонад (рас. 184). **Зиёдтарин қимати қувваи ҷараён ҷараёни сер ном гирифтааст. Бузургии**

ҷараёни сер ба адади электронҳое вобаста мебошад, ки аз электрод дар муддати 1 с канда мешаванд.

Дар ин таҷриба тағйир додани интенсивият рӯшноии ба электрод зананда имкон дод, ки ингуна вобастагӣ муқаррар карда шавад: адади электронҳои дар 1 с аз сатҳи электрод кандашаванда ба миқдори дар ин муддат фурӯрафтаи энергияи мавҷи рӯшноӣ мутаносиб мебошад. Ҳар қадаре ки энергияи дастаи рӯшноӣ зиёд бошад, таъсири он ҳамон қадар бештар аст. Акнун тарзи чен кардани энергияи кинетикӣ ё суръати электронҳоро дида мебароем.Аз расми 184 бармеояд, ки қувваи фотоҷараён дар мавриди ҳеҷ будани шиддат низ аз сифр фарқ дорад.

Ин нишони он аст, ки қисме аз электронҳои кандашуда то ба электроди дигар дар мавриди сифрӣ будани шиддат низ мерасад (ниг. рас. 184). Агар қутбияти батареро тағйир диҳем, қувваи ҷараён кам мешавад ва дар ягон қимати $U_Б$ -и қутбияти чаппа ҷараён қатъ мегардад: дар ин мавриди майдони электрикӣ ҳама электронҳоро аввал бозмедорад ва баъд ақиб мегардонад.

Бузургии шиддати бозторанда $U_Б$ ба энергияи кинетикии зиёдтарини электронҳои кандашуда вобаста аст. Шиддати бозторандаро чен карда дар асоси теоремаи энергияи кинетикӣ қимати зиёдтарини энергияи кинетикии электронҳоро ёфтан мумкин аст.

$$\frac{m\vartheta^2}{2}=eU_Б$$

Таҷрибаҳо нишон доданд, дар мавриди тағйир ёфтани интенсивияти рӯшноӣ (ё худ зичии сели рӯшноӣ) бузургии шиддати бозторанда тағйир намеёбад. Ин нишони он аст, ки энергияи кинетикии электронҳо тағйир намеёбад.

Ин далел аз нуқтаи назари назарияи мавҷии рӯшноӣ номафҳум аст: тавре ба назар мерасад, ки интенсивияти рӯшноӣ ҳарчи зиёдтар бошад, аз тарафи майдони электромагнитии мавҷи рӯшноӣ ба электронҳо қувваи ҳамон қадар бештар таъсир мекунад ва гӯё ба электронҳо энергияи ҳамон қадар бештар бахшида мешавад.

Таҷрибаҳо нишон доданд, ки энергияи кинетикии фотоэлектронҳо танҳо ба басомади мавҷи рӯшноӣ вобаста мебошад. Қимати зиёдтарини энергияи кинетикии фотоэлектронҳо дар мавриди афзудани басомади мавҷи

рӯшноӣ ба таври хаттӣ зиёд мешавад ва ба интенсивияти дастаи рӯшноӣ вобастагӣ надорад. Агар басомади мавҷи рӯшноӣ аз басомади камтарини барои ҳар модда хос буда хурд бошад, ҳодисаи фотоэффект рӯй намедиҳад.

1. ***Чигуна ҳодисаҳоро фотоэффект меноманд?***
2. ***Қонунҳои асосии фотоэффект чигунаанд?***

§ 3. МУОДИЛАИ ФОТОЭФФЕКТ

Ҳама саъю кӯшиши дар заминаи қонунҳои электродинамикаи Максвел (ки мувофиқи онҳо рӯшноӣ мавҷи электромагнитии дар фазо бефосила паҳншуда мебошад) шарҳ додани ҳодисаи фотоэффект бенатиҷа баромад. Маълум набуд, ки чаро энергияи фотоэлектронҳо танҳо ба басомади рӯшноӣ вобаста аст ва чаро электронҳо фақат ҳангоми кӯтоҳ будани дарозии мавҷ канда мешаванд.

Инро с. 1905 А. Эйнштейн дар асоси ғояи Планк оид ба масъалаи квант-квант афканда шудани рӯшноӣ шарҳ дод. Дар зуҳуроти қонунҳои таҷрибавии фотоэффект Эйнштейн исботи онро медид, ки рӯшноӣ сохти зарра-зарра дорад ва бо ҳиссаҳои алоҳида (яъне зарра-зарра) фурӯ бурда мешавад.

Энергияи ҳар як ҳиссаи рӯшноӣ E (мувофиқи фарзияи Планк) ба басомад мутаносиб мебошад:

$$E=h\nu \qquad (8.1)$$

ки ин ҷо h- доимии Планк аст.

Аз он ки рӯшноӣ, чунонки Планк нишон дод, квант-квант (яъне зарра-зарра) хориҷ мегардад, ҳанӯз барнамеояд, ки рӯшноӣ сохти зарра-зарра дорад. Танҳо ҳодисаи фотоэффект нишон дод, ки рӯшноӣ сохтори канда-канда дорад: ҳиссаи афкандашудаи энергияи рӯшноӣ минбаъд – дар чараёни паҳн гаштани рӯшноӣ ҳам сифати хусусии худро нигоҳ медорад. Ҳиссаҳо танҳо том-том фурӯ бурда мешаванд.

Энергияи кинетикии фотоэлектронро бо ёрии қонуни бақои энергия ёфтан мумкин аст. Энергияи ҳиссаи рӯшноӣ барои ичро кардани кори бароварди А (яъне коре, ки барои аз сатҳи металл канда баровардани электрон бояд ичро шавад) ва барои ба он электрон бахшидани энергияи кинетикӣ сарф мешавад:

$$h\nu = A + \frac{m\vartheta^2}{2} \qquad (8.2)$$

Ин муодила мушкилиҳои асосии ба фотоэффект дахлдорро шарҳ медиҳад. Интенсивияти рӯшноӣ, ба гуфти Эйнштейн, ба адади квант (ҳисса)-ҳои энергия (дар дастаи рӯшноӣ) мутаносиб мебошад ва аз ин рӯ, адади электронҳои аз сатҳи металл кандашударо ифода мекунад. Суръати электронҳо бошад, мувофиқи (8.2) танҳо ба басомади мавҷи рӯшноӣ ва кори бароварди вобастагӣ дорад, вале ба интенсивияти рӯшноӣ вобаста нест. (Кори бароварди, дар навбати худ ба навъи металл ва ҳолати сатҳи он вобаста мебошад).

Барои ин ё он модда фотоэффект дар мавриде мушоҳида мешавад, ки басомади мавҷи рӯшноӣ назар ба қимати камтарини A зиёд бошад, зеро барои аз сатҳи метал кандани электрон ҳатто дар мавриди ба он набахшидани энергияи кинетикӣ кори бароварди А-ро иҷро кардан мебояд. Пас, энергияи квант бояд бештар аз А бошад, яъне

$$h\nu > A$$

Басомади сарҳадии ν_{max} сарҳади сурхи фотоэффект ном гирифтааст ва ин тавр ифода карда мешавад:

$$\nu_{max} = \frac{A}{h}$$

Кори бароварди ба навъи модда алоқаманд мебошад. Бинобар ин сарҳади сурхи фотоэффект ν_{max} ҳам барои ҳар модда ҳар хел аст.

Чунончи, барои рӯҳ сарҳади сурх ба дарозии мавҷи $\lambda_{max} = 3{,}7 \cdot 10^{-7}$ м (тобиши ултрабунафш) рост меояд. Сабаби қатъ гаштани фотоэффект дар мавриди дар роҳи рӯшноӣ гузоштани лавҳаи шишагин, ки нурҳои ултрабунафшро фурӯ мебарад, низ ҳамин аст.

Кори бароварди барои алюмин ё оҳан назар ба рӯҳ зиёдтар мебошад. Барои металҳои ишқорӣ кори бароварди, баръакс кам, вале дарозии мавҷи мутобиқи сарҳади сурх λ_{max} зиёд аст. Чунончи, барои натрий $\lambda_{max} = 6{,}8 \cdot 10^{-7}$ м мебошад.

Бо ёрии муодилаи Эйнштейн (8.2) доимии Планк h -ро ёфтан осон аст. Барои ин дар таҷриба басомади мавҷи рӯшноиву кори баровардро муайян ва энергияи кинетикии

фотоэлектронҳоро чен кардан лозим аст. Аз ингуна таҷрибаҳо қимати $h=6{,}626.10^{-34}$ Ҷ.с. ҳосил мешавад.

1. ***Кадом далелҳо шаҳодат медиҳанд, ки рӯшноӣ хосиятҳои заррагӣ зоҳир мекунад?***

2. ***Сарҳади сурхи фотоэффект чист ва чиро ифода мекунад?***

§ 4. ФОТОНҲО. ИСТИФОДАИ ФОТОЭФФЕКТ ДАР АМАЛИЯ

Дар физикаи муосир фотон чун яке аз зарраҳои элементарӣ муоина мешавад. Чанд даҳсола аст, ки ҷадвали зарраҳои элементарӣ аз фотон сар мешавад.

Энергия ва импулси фотон. Рӯшноӣ ҳам ҳангоми тавлид ёфтан ва ҳам ҳангоми фурӯ рафтан чун сели зарраҳое рафтор мекунад, ки энергияи $E=h\nu$ дорад, яъне энергияи онҳо ба басомад вобаста мебошад. «Ҳиссаи» рӯшноӣ ғайричашмдошт ба чизе монандӣ пайдо кард, ки зарра ном гирифтааст. Хосиятҳои ҳангоми афканиш ва фурӯбурд зоҳиршавандаи рӯшноиро хосиятҳои заррагӣ (ё корпускулӣ) ва худи зарраи рӯшноиро фотон ё кванти нури электромагнитӣ меноманд.

Фотон мисли зарраҳо энергияи муайян –энергияи $h\nu$ дорад. Энергияи фотонро одатан на бо басомади ν балки бо басомади доиравии $\omega=2\pi\nu$ ифода мекунанд. Дар ин ҳолат ба сифати коэффисенти мутаносибӣ ба ҷои бузургии h бузургии $\hbar$ (яъне «ҳэ»-и миёнбаста)-ро истифода мекунанд, ки тибқи маълумоти ҳозира қимати зайл дорад:

$$\hbar = 1{,}0545887.10^{-34}\ \text{Ҷ.с}$$

Пас, энергияи фотонро ин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$E=h\omega \qquad (8.4.)$$

Мувофиқи назарияи нисбият энергия ва масса ҳамеша ин тавр ҳамбастагӣ доранд: $E=\mathbf{mc}^2$. Азбаски энергияи фотон ба $h\nu$ баробар аст, пас, массаи онро ин тавр ёфтан мебояд:

$$\boxed{m=\frac{h\nu}{c^2}} \qquad (8.5)$$

Фотон массаи оромиш (m_0) надорад, яъне дар ҳолати оромӣ (қарор) вуҷуд дошта наметавонад. Ин «зарра» баъди тавлид ёфтан соҳиби суръати с мешавад. Массаи бо формулаи (8.5) муайяншаванда массаест, ки онро фотон дар мавриди

ҳаракат соҳиб мебошад. Аз рӯи массаву суръати муайян импулси фотонро ёфтан осон аст:

$$P=mc=\frac{h\nu}{c}=\frac{h}{\lambda} \qquad (8.6)$$

импулси фотон ба самти шуоъи рӯшноӣ равона мебошад.

Ҳар қадаре ки басомад зиёд бошад, энергияву импулси фотон ҳамон қадар зиёд хоҳад буд ва хосиятҳои заррагии «заррачаҳои» рӯшноӣ ҳамон қадар рӯшантар зоҳир хоҳанд гашт. Энергияи фотонҳои рӯшноии намоён баъзан кам аст.

Фотон зарраи элементарист, ки аз массаи оромиш ва заряди электрикӣ маҳрум мебошад. вале энергияву импулс дорад. Фотон кванти майдони электромагнитӣ мебошад.

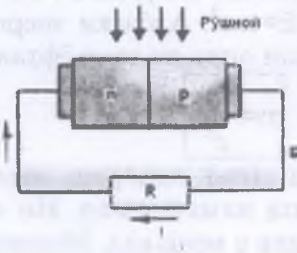
Чунончи, фотонҳои рӯшноии сабз энергияи 4.10^{-19} Ҷ доранд.

Бо мадади фотоэффект кино «ба гап даромад», бо ёрии он нақл кардани тасвирҳои ҳаракаткунанда имконпазир гашт. Истифодаи асбобҳои фотоэлектронӣ офаридани дастгоҳҳоеро имконпазир гардонд, ки аз рӯи нақшаи муайян бе дахолати одам ҳаргуна маснуот тайёр мекунанд. Асбобҳое, ки бар ҳодисаи фотоэффект асос ёфтаанд, андозаҳои маснуотро беҳтар аз ҳаргуна одам назорат мекунанд, чароғҳои кӯчаву биноҳоро сари вақт дармегиронанд ва г. Ҳамаи ин дар натиҷаи ихтироъи фотоэлемент ном асбобе имконпазир гардид, ки дар он энергияи рӯшноӣ энергияи ҷараёни электрикиро идора мекунад ё ба он табдил меёбад.

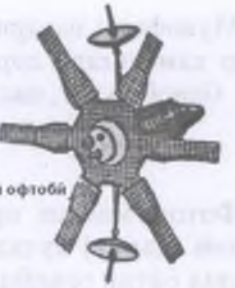
Фотоэлементҳои вакуумӣ. Фотоэлемент колбаи шишагинест (рас. 185), ки қисми сатҳи дарунии он бо қабати тунуки



Расми 185.



Расми 186.



Расми 187.

металлии кори баровардаш кам пӯшонда шудааст. Ин қисми фотоэлемент катоди он (1) мебошад. Рӯшноӣ ба даруни колба аз «равзанаи» шаффоф медарояд. Дар мобайни он ҳалқаи симин ё гирди 2 шинонда шудааст, ки чун анод хизмат мекунад. Анод ба қутби мусбати батарея пайваст мешавад. Фотоэлементҳои ҳозира рӯшноии намоён ва ҳатто нурҳои инфрасурхро ҳис мекунанд.

Дар мавриди ба катоди фотоэлемент афтидани рӯшноӣ дар занҷир ҷараёни электрикие ба вуҷуд меояд, ки ин ё он релеро ба кор медарорад. Яке аз онҳо автомати метро мебошад. Агар пешакӣ маблағи роҳкиро ба рогаи махсус андохта нашавад, автомат роҳро мебандад.

Ингуна фотоэлемент фалокатҳои гуногунро низ пешгирӣ карда метавонад. Чунончи, агар дасти одам тасодуфан дар ҷои хавфноки пресс воқеъ шавад, фотоэлемент прессро қарор медиҳад.

Бо ёрии фотоэлементҳо садои дар навори кино сабтшударо бозгӯӣ кардан мумкин аст.

Фотоэлементҳои нимноқилӣ. Дар баробари фотоэффекти берунӣ, ҳодисаи фотоэффекти дарунӣ низ ҷой дорад, ки дар нимноқилҳо, аз ҷумла дар фотомуқовиматҳо (асбобҳое, ки муқовимати онҳо ба равшанӣ вобаста аст) истифода мешавад. Ғайр аз ин фотоэлементҳои нимноқилие сохта шудаанд, ки энергияи рӯшноиро бевосита ба энергияи ҷараёни электрикӣ табдил медиҳанд ва қувваи электрҳаракатдиҳанда (ҚЭҲ) ба вуҷуд меоваранд. ҚЭҲ-и дар ин маврид мушоҳидашаванда дар p-n гузариши ду нимноқил дар мавриди рӯшноиборон кардани ин соҳа ба вуҷуд меояд. Ин ҚЭҲ фотоҚЭҲ ё худ ҚЭҲ-и фотоэлектрикӣ ном гирифтааст. Бо таъсири рӯшноӣ дар соҳаи номбурда ҷуфтҳои иборат аз як электрону як ҷои холӣ ба вуҷуд меояд. Дар соҳаи p-n гузариш майдони электрикӣ вуҷуд дорад. Ин майдон ноқилони ғайриасосии нимноқилҳоро маҷбур мекунад, ки аз тариқи ҷои тамоси ҳарду нимноқил бигзаранд. Ҷойҳои холии нимноқили навъи *n* ба нимноқили навъи **p** меғузаранду электронҳо аз нимноқили навъи *n* ба соҳаи навъи **p** мекӯчанд – дар натиҷа дар нимноқилҳои навъҳои *n* ва *p* миқдори ноқилони асосӣ меафзояд. Дар натиҷаи гузаришҳои номбурда потенсиали нимноқили навъи p зиёд, вале потенсиали нимноқили навъи n кам мешавад. Ин то даме идома меёбад, ки ҷараёни ноқилони

гайриасосии аз тариқи соҳаи p-n гузариш ҷоришаванда ба ҷараёни ноқилони асосии аз ҳамин соҳа ҷоришаванда баробар нашавад. Дар натиҷа дар байни нимноқилҳо фарқи потенсиалҳои баробар ба фотоҚЭҲ муқаррар мегардад.

Агар занҷир ба воситаи муқовимати R-и рас. 186 сарбаст карда шавад, дар занҷир ҷараёне ҷорӣ мегардад, ки бузургии он ба фарқи ҷараёнҳои ноқилони гайриасосӣ ва асосӣ баробар хоҳад буд. Қувваи ҷараён дар ин маврид ба интенсивияти нурҳои ба фотоэлемент зананда ва муқовимати R вобастагӣ дорад.

Фотоэлементҳое, ки дар онҳо p-n гузариш истифода мешавад, ҚЭҲ-и баробар ба 1-2 В ба вуҷуд оварда метавонанд. Тавоноии баромадгоҳи фотоэлементҳо дар мавриди тақрибан 20% будани коэффисенти кори фоиданок то ба садҳо ватт мерасад. Фотоэлементҳои тавоноиашон кам дар нурсанҷҳо (фотоэкспонометрҳо) истифода мешаванд. Фотоэлементҳои нимноқилӣ дар батареҳои офтобӣ (рас. 187) майдони васеъи татбиқ ёфтаанд, ки онҳо дар киштиҳои кайҳонӣ истифода мешаванд.

1. *Энергия, масса ва импулси фотон ба чӣ баробар аст?*
2. *Принсипи кори фотоэлементҳои вакуумӣ ва нимноқилиро фаҳмонед.*
3. *Соҳаҳои татбиқи фотоэлементҳоро номбар кунед.*

§5. ДУАЛИЗМИ КОРПУСКУЛАВИЮ МАВҶИИ РӮШНОӢ.

Дар бораи чӣ будани рӯшноӣ ва табиати он ду назарияи гуногун қариб дар як вақт дар асри XVII ба миён омад.

Яке аз ин назарияҳо бо номи Нютон алоқаманд асту назарияи дигар бо номи Гюгенс.

Нютон тарафдори назарияи корпускулии рӯшноӣ буд (аз калимаи лотинии corpusculum - зарра). Мувофиқи ин назария:

Рӯшноӣ сели зарраҳое мебошад, ки аз манба ба ҳар тараф паҳн мегарданд.

Аммо мувофиқи назарияи Гюгенс:

Рӯшноӣ сели мавҷҳое мебошад, ки дар эфир ном муҳити махсус (муҳити тамоми фазоро фарогиранда ва ба даруни ҳама ҷисмҳо дохилшаванда) паҳн мешавад.

Ҳарду назария дар баробари якдигар муддати тӯлоние вуҷуд доштанд ва ба ҳеҷ яки онҳо ғолибият насиб намешуд.

Дар заминаи назарияи корпускулӣ фаҳмидан душвор буд, ки чаро дастаҳои дар фазо якдигарро бурандаи рӯшноӣ ба ҳамдигар асаре надоранд. Зарраҳои рӯшноӣ дар ин маврид бояд ба якдигар бархӯрда, пароканда шаванд. Аммо назарияи мавҷӣ инро бо осони шарҳ медод. Мавҷҳо масалан, дар сатҳи об ба ҳамдигар таъсире нарасонда, аз дохили якдигар озодона гузашта метавонанд.

Аммо ҳодисаи ростхатта паҳншавии рӯшноиро, ки боиси дар паси ашё пайдо шудани соя мегардад, дар чорчӯбаи назарияи мавҷӣ шарҳ додан мушкил аст, ҳол он ки назарияи корпускулӣ ростхатта паҳншавии рӯшноиро чун натиҷаи қонуни инерсия медонад.

Ингуна ҳолати номуайянӣ дар масъалаи дарки табиати рӯшноӣ то аввалҳои асри XIX то даврае, ки ҳодисаи монеаҳоро давр зада тавонистани рӯшноӣ (дифраксия) ва ҳодисаи зӯр ё суст шудани равшанӣ дар мавриди рӯиҳам афтидани дастаҳои рӯшноӣ (интерференсия) кашф нашуда буданд, идома дошт.

Ин ду ҳодиса танҳо ҳаракати мавҷиро хос мебошанд. Онҳоро дар заминаи назарияи корпускулӣ шарҳ додан имкон надорад. Бинобар ин тавре ба назар мерасид, ки гӯё назарияи мавҷӣ комилан голиб омада бошад. Ингуна боварӣ хусусан баъди он ки дар нимаи дуюми асри XIX Масквел ҳолати хусусии мавҷҳои электромагнитӣ будани рӯшноиро исбот кард, пайдор гашт. Таҳқиқоти Масквелл заминаи назарияи электромагнитии рӯшноӣ гардид.

Баъди он ки Ҳертс мавҷҳои электромагнитиро ошкор сохт, шубҳае намонд, ки рӯшноӣ ҳангоми паҳн шудан чун мавҷ рафтор мекунад. Вале аввали асри XX тасаввуроти мавҷуда дар бораи табиати рӯшноӣ ба куллӣ тағйир ёфт. Рӯшан гашт, ки рафтори рӯшноӣ ҳангоми хориҷ гардидан ва фурӯ рафтани он ба рафтори сели зарраҳо монандӣ дорад. Баъдтар хосиятҳои квантии рӯшноӣ ошкор гардиданд. Дар натиҷа ҳодисаҳои дифраксияву интерференсияро мисли пештара дар чорчӯбаи назарияи мавҷӣ ва ҳодисаҳои афканишу фурӯбурдро дар заминаи назарияи корпускулии рӯшноӣ шарҳ додан мумкин буд. Ҳамин тариқ зарур омад, ки рӯшноиро чун сели зарраҳо пиндошта шавад. Ба назар чунин менамояд,

ки ин гуё бозгашт ба назарияи заррагӣ (корпускулӣ)-и Нютон бошад. Аммо набояд фаромӯш кард, ки интерференсия ва дифраксияи рӯшноӣ шаҳодати хосияти мавҷӣ доштани рӯшноӣ мебошад. Рӯшноӣ дуализми ба худ хос дорад. Ҳангоми паҳн гардидани рӯшноӣ хосиятҳои мавҷии он зоҳир мешаванду дар мавридии бо моддаҳо таъсири мутақобил кардан (яъне ҳангоми афканда шудан ва фурӯ рафтани рӯшноӣ) – хосиятҳои заррагии он.

Бо мурури замон ошкор гашт, ки электрон ва дигар заррaҳои элементарӣ низ хосияти дуализмӣ доранд. Аз ҷумла, электрон дар баробари хосиятҳои заррагии худ хосиятҳои мавҷӣ низ зоҳир мекунад. Чунончи, дастаи электронҳо интерференсия ва дифраксия ба вуҷуд оварда метавонанд.

1. *Назарияи мавҷии рӯшноиро маънидод кунед.*
2. *Назарияи корпускулавии рӯшноиро маънидод кунед.*

§ 6. ФИШОРИ РӮШНОӢ

Максвелл дар заминаи назарияи электромагнитии худ пешгӯӣ кард, ки рӯшноӣ бояд ба монеаи сари роҳи худ фишор биёрад.

Бо таъсири майдони электрикии мавҷи рӯшноӣ электронҳо дар ҷисм лаппиш мехӯранд. Ҷараёни электрикие ба вуҷуд меояд, ки он ба самти шиддати майдони электрикӣ равона аст.

Ба электронҳои ботартибона ҳаракаткунанда аз тарафи майдони магнитӣ қувваи лоренсии F таъсир мекунад. Ин қувва ба рафти мавҷ равона мебошад. Ҳамин аст қувваи фишори рӯшноӣ(Расми 188).

Барои исбот кардани дурустии назарияи Максвелл чен кардани фишори рӯшноӣ зарур буд. Аммо бисёр муҳаққиқон ба чен кардани фишори рӯшноӣ муваффақ нагаштанд, зеро фишори рӯшноӣ бағоят кам аст: ҳатто дар рӯзи офтобӣ ба сатҳи масоҳаташ 1 м^2 қувваи ҳамагӣ 4.10^{-8} Н таъсир меоварад.

Чен кардани фишори рӯшноӣ бори аввал с. 1900 ба олими рус П.Н. Лебедев муяссар гашт. Асбоби Лебедев аз милаи бағоят борике иборат буд, ки он дар риштаи борики шишагин овезон буд ва канорҳои мила болчаҳои сабуке дошт (рас. 189).

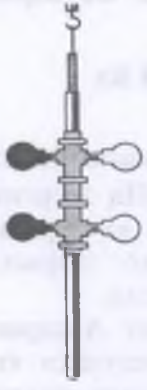


Лебедев Пётр Николаевич (1866-1912)- физики рус, бори нахуст фишори ба ҷисмҳои сахт ва газҳо овардаи рӯшноиро чен кардааст. Ин таҳқиқоти Лебедев назарияи Максвеллро миқдоран тасдиқ кард. Лебедев дар роҳи ҷустуҷӯи исботи таҷрибавии назарияи электромагнитии рӯшноӣ мавҷҳои электромагнитии миллиметри дарозӣ доштаро ҳосил кард ва ҳама хосиятҳои онҳоро омӯхт. Нахустин мактаби физикиро дар Русия Лебедев кушодааст. Бисёр олимони барҷастаи шӯравӣ дастпарварони ҳамон мактабанд. Пажӯҳишгоҳи физикаи Академияи улуми собиқ ИҶШС ба номи Лебедев гузошта шудааст.

Асбобро дар зарфе ҷой дода, ҳавои онро мекашиданд. Рушноӣ ба сатҳи болчаҳои як тарафи мила зада, ба он фишор меовард. Бузургии фишор аз рӯи кунҷи тобхӯрди ришта ёфта мешуд. Аммо зарфро аз ҳаво тамоман холӣ кардан имкон надошт. Он ҷо молекулаҳои ҳаво камубеш боқӣ мемонданд, ки онҳо дар натиҷаи на якхела гарм шудани болчаҳову деворҳои зарф ба ҳаракат даромада, боиси тоб хӯрдани ришта гардида метавонистанд. Ғайр аз ин, якхела гарм нашудани рӯяҳои болчаҳо (рӯяи рӯшноираси болча назар ба рӯяи дигари он бештар гарм мешавад) низ боиси тобхӯрди ришта мегардад. Молекулаҳои аз рӯяи гармтари болча инъикосишаванда назар ба молекулаҳои аз рӯяи сардтар инъикосшаванда болчаро импулси зиёдтар мебахшад (Расми 189).



Расми 188.



Расми 189.

Лебедев бо вуҷуди паст будани дараҷаи техникаи таҷрибавии он давра ҳамаи ин душвориҳоро бартараф сохта тавонист: ӯ зарфро хеле калон ва болчаҳоро хеле тунук гирифта, исбот намуд, ки рӯшноӣ ба ҷисмҳои сахт фишор меоварад ва ӯ ин фишорро чен кард. Қимати ҳосилкардаи ӯ ба қимати пешгӯикардаи Максвелл мувофиқат дошт. Пас

аз се соли таҳқиқот ӯ фишори ба газҳо овардаи рӯшноиро чен кард.

Пайдоиши назарияи квантии рӯшноӣ имкон дод, ки сабаби фишоровар будани рӯшноӣ шарҳи содда дода шавад. Фотонҳо мисли зарраҳои дорои массаи оромиш соҳиби импулс мебошанд. Фотонҳо дар мавриди дар ҷисм фурӯ рафтан импулси худро ба он ҷисм медиҳанд. Мувофиқи қонуни бақои импулс импулси ҷисм ба ҷамъи импулсҳои фотонҳои фурӯбурдааш баробар аст. Бинобар ин ҷисми қарор дар натиҷаи фурӯ бурдани фотонҳо ба ҳаракат медарояд. Тағйироти импулси ҷисм мувофиқи қонуни дуюми Нютон нишони он аст, ки ба ҷисм қувва таъсир овардааст.

Таҷрибаҳои Лебедевро чун исботи таҷрибавии он донистан мумкин аст, ки фотонҳо импулс доранд.

Бо вуҷуди он, ки фишори рӯшноӣ дар шароити муқаррарӣ хеле кам аст, таъсири он ба назар намоён низ буда метавонад. Дар дохили ситораҳо, ки ҳарорат ба даҳҳо миллион Келвин мерасад, фишори нурҳои электромагнитӣ бояд бениҳояд бузург бошад. Қувваи фишори рӯшноӣ дар баробари қувваҳои ҷозиба дар ҳодисаҳои дохилиситорагӣ ҳиссаи зиёд дошта метавонад.

1. ***Фишори рӯшноӣ дар кадом мавриди зиёдтар аст – дар ҳолати ба сатҳи оинавӣ задани рӯшноӣ ё ҳангоми ба сатҳи сиёҳ задани он?***

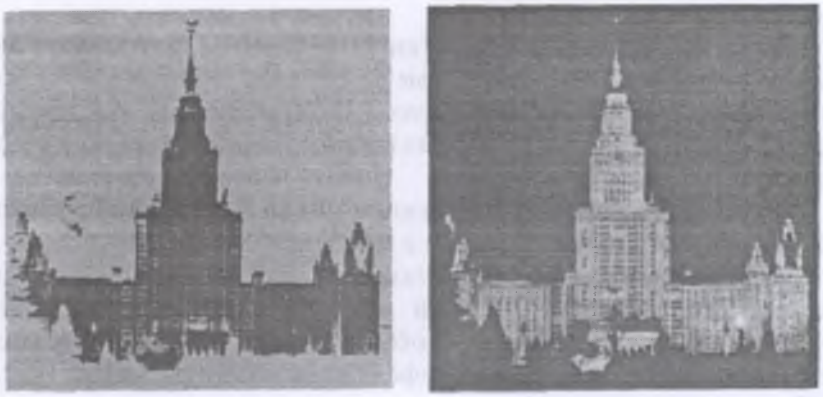
2. ***Фишори рӯшноӣ бори аввал аз тарафи кӣ чен карда шудааст?***

§7. ТАЪСИРИ ХИМИЯВИИ РӮШНОӢ ВА ТАТБИҚИ ОН

Молекулаҳои алоҳида энергияи рӯшноиро квант-квант фурӯ мебаранд. Энергияи ҳар як квант $h\upsilon$ аст. Ин энергия дар мавриди истифода шудани рӯшноии намоён ва нурҳои ултрабунафш барои таҷзияи бисёр молекулаҳо кофист. Таъсири химиявии рӯшноӣ дар ҳамин зоҳир мегардад.

Ҳаргуна табдилоти молекулӣ рӯйдоди химиявист. Аксаран баъди бо таъсири рӯшноӣ таҷзия шудани молекулаҳо як силсила табдилоти химиявӣ рӯй медиҳад. Паридани ранги либос аз асари шуоъҳои Офтоб ва офтоб хӯрдани пӯст мисолҳои таъсироти химиявии рӯшноианд.

Муҳимтарин реаксияҳои химиявӣ бо таъсири рӯшноӣ дар баргҳои сабзи дарахтҳову гиёҳҳо, дар баргҳои дарахтҳои сӯзанбарг ва бисёр микроорганизмҳо рӯй медиҳанд.



а б

Расми. 190

Дар «вуҷуди» барги сабз аз асари тобиши Офтоб ҳодисаҳое воқеъӣ мешаванд, ки барои тамоми ҳаёти рӯи Замин басо муҳиманд. Онҳо моро ғизо медиҳанд ва барои нафас гирифтани мо оксиген ба вуҷуд меоваранд.

Барги дарахтони сабз гази карбонати ҳаворо фурӯ бурда, молекулаҳои онро ба қисмҳои таркибӣ – оксиген ва карбон ҷудо мекунанд. Ин, чунонки гиёҳшиноси рус К.А. Тимирязев исбот карда буд, дар молекулаҳои хлорофилл бо таъсири нури сурхи спектри Офтоб рӯй медиҳад. Рустаниҳо ба воситаи решаҳои худ атомҳои унсурҳои дигарро аз хок гирифта, ба занҷири карбонӣ пайваста, сафеда, чарб ва карбогидрат меофаранд.

Ҳамаи ин аз ҳисоби энергияи тобиши Офтоб рӯй медиҳад. Дар ин ҷо на танҳо худи энергия, балки шакли он муҳим аст. Ин рӯйдод, ки фотосинтез ном гирифтааст, танҳо бо таъсири рӯшноии таркиби спектриаш муайян воқеӣ мешавад.

Таъсири химиявии рӯшноӣ асоси амали суратгирӣ мебошад.

Суратгирӣ (аккосӣ). Қабати ҳассоси фотолавҳа аз кристалчаҳои хурд-хурди бромиди нуқра иборат аст, ки онҳо ба таркиби желатин дохиланд. Дар натиҷаи ба кристалчаҳо задани квантҳои рӯшноӣ электронҳои ионҳои алоҳидаи бром

канда мешаванд. Ин электронҳоро ионҳои нуқра мерабоянд ва дар кристалча қадре атомҳои безаряди нуқра ба вуҷуд меояд. Аммо умуман миқдори нуқраи металлии дар ин ҷараён ҳосилшаванда кам аст.

Дар ҳақиқат, метавон дид, ки фотолавҳа (ё фотонавор) аз асари рӯшноӣ бо мурури замон қадре тира мешавад – ин ба пайдоиши нуқраи металлӣ алоқаманд мебошад. Аз ин рӯ тасвири дар фотолавҳа бо таъсири рӯшноӣ ҳосилшударо тасвири ниҳонӣ меноманд.

Барои зоҳир гардондани тасвири ниҳоӣ фотолавҳаро аввал ба маҳлули гидрохинон, метол ё моддаҳои дигаре мегӯтонанд, ки аз асари онҳо дар тамоми ҳаҷми кристалчаҳои рӯшноихӯрда нуқраи металлӣ ҷудо мешавад. Он гоҳ дар лавҳача тасвири негативии объект ҳосил мешавад – дар ингуна тасвир ҷои қитъаҳои сафеду сиёҳ ивазшуда меояд (рас. 190, а).

Амали оянда – собитгардонӣ – иборат аз ин аст, ки лавҳаро бо маҳлули гипосулфит (аз калимаи юнонии hypo– зер, таҳт) мешӯянд, то ки кристалчаҳои боқимондаи бромиди нуқра аз лавҳа резанд – он гоҳ фотолавҳа ба асари рӯшноӣ ноҳассос мешавад. Баъд негативро дар об шуста хушк мекунанд.

Пас аз ин негативи хушкидаро дар рӯи фотокоғаз (коғази оддие, ки рӯяш қабати рӯшноиҳискунанда давонда шудааст) гузошта, онро бо нури чароги нисбатан пуртавон рӯшан месозанд ва баъди ҳамонгуна пардохти химиявӣ тасвири позитивӣ (позитив) ҳосил мекунанд (рас. 190, б). дар позитив рангҳои сиёҳу сафеди объект акнун бетабдил (дар шакли табиӣ) падид меоянд.

Тасвири фотографӣ нақши саҳеҳи ашёву ҳодисаҳои гузаронро муддати дурудароз бетағйир нигоҳ медорад. Ин навъ суратҳо дар таҳқиқоти илмӣ низ аҳамияти муҳим доранд. Объектҳоеро ҳам, ки рӯшноии бағоят суст меафкананд ва барои чашм ҳиснопазиранд, дар фотолавҳа сабт гардондан душвор нест. Ҳамин аст, ки галактикаҳо барин объектҳои дур аз рӯи фотосуратҳо таҳқиқ карда мешаванд.

Техникаи муосир имкон медиҳад, ки сурат на танҳо дар рӯшноии намоён, балки дар партави инфрасурх низ гирифта

шавад. Амали суратгирӣ (фотография) дар кино барои сабти овоз низ истифода мешавад.

1. ***Таъсири химиявии рӯшноӣ дар чӣ зоҳир мегардад?***
2. ***Тарзи аксбардориро фаҳмонед.***

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Сарҳади сурхи фотоэффектро барои металли кори баровардаш 2 эВ муайян кунед.

Д.ш.аст.
$A = 2$ эВ $= 2.\ 1{,}6.10^{-19}$ Ҷ $= 3{,}2\cdot10^{-19}$ Ҷ.
$h = 6{,}6\ .10^{-34}$ Ҷ.с

λ - ?

Ҳал: Аз муодилаи Эйнштейн барои фотоэффект ҳангоми $E_2 = 0$ будан ҳосил мекунем: $h\nu_{min} = A$

Зуди ν рӯшноӣ бо суръати он c ва дарозии мавҷ λ алоқаи зерин дорад: $\nu = \frac{c}{\lambda}$

Аз ҳардуи ин формулаҳо ҳосил мекунем: $\frac{hc}{\lambda} = A$

$$\lambda_{max} = \frac{hc}{A} \qquad \lambda_{max} = 6{,}6\cdot10^{-34}\cdot3.10^{8}/3{,}2\cdot10^{-19}\ \text{м} = 6{,}2.10^{-7}\text{м}$$

$\lambda_{max} = 6{,}2\cdot10^{-7}$ м.

МАШҚИ 8

1. Энергияи фотонҳои ба мавҷҳои дарозтарин ($\lambda = 0{,}75$ мкм) ва кӯтоҳтарин ($\lambda = 0{,}4$ мкм) мувофиқи қисми намоёни спектро муайян кунед.

(*Ҷавоб*: $2{,}6.10^{-19}$ Ҷ; 5.10^{-19} Ҷ)

2. Қобилияти мутлақи шуоъшиканиии муҳитеро ёбед, ки дар он рӯшноии энергияи фотонҳояш $4{,}4.10^{-19}$ Ҷ дарозии мавҷи 3.10^{7} м дорад.

(*Ҷавоб*: $\approx 1,5$)

3. Энергияи фотонеро ёбед, ки дарозии мавҷи $5,0\ 10^{-7}$ м дорад.

(*Ҷавоб: 4.10^{-19} Ҷ*)

4. Дарозии мавҷи рӯшноиеро ёбед, ки дар ҳангоми бо он равшан кардани сатҳи метал кори баровардаш фотоэлектронҳои энергияи кинетикишон хориҷ мегарданд.

(*Ҷавоб*: $\approx 2,5.10^{-7}$ *м*)

5. Кори бароварди электрон аз метал $A=3.3.10^{-19}$ Ҷ аст. Сарҳади сурхи фотоэффект ν_{min}-ро ёбед.

(*Ҷавоб*: 5.10^{14} *Ҳс*)

6. Нури дарозии мавҷаш $\lambda = 3.10^{-7}$ м ба моддае мезанад, ки барои он сарҳади сурхи фотоэффект $\lambda_{min} = 4,3.10^{-14}$ Ҳс (гертс) аст. Фотоэлектронҳо дар ин маврид чӣ гуна энергияи кинетикӣ мегиранд?

(*Ҷавоб*: $\approx 3,8.10^{-19}$ Ҷ)

7. Дарозии мавҷи рӯшноӣ $\lambda = 0.10^{-7}$ м аст. Фотонҳо дар ин маврид чӣ гуна импулс доранд?

(*Ҷавоб*: $\approx 1,32.10^{-27}$ *кг.м/с*)

МУҲИМТАРИН ХУЛОСАҲОИ БОБИ ҲАШТУМ

1. Дар ибтидои асри XX назарияи квантӣ, яъне назарияи ҳаракат ва таъсироти мутақобили зарраҳои элементариву зарраҳои аз онҳо таркибёфта ба майдони вуҷуд омад.

2. М. Планк барои шарҳ додани қонуниятҳои нурафканиши ҳароратӣ чунин ақида изҳор кард: атомҳо энергияи зиёдатии худро на бефосила, балки бо ҳиссаҳои алоҳида, яъне квант-квант хориҷ мегардонанд ва энергияи он квантҳо E бо басомади рӯшноӣ чунин алоқаманд аст: $E=h\nu$, ки дар ин ҷо $h=6,626.10^{-34}$ Ҷ.с доимии Планк асту, ν - басомади рӯшноӣ.

бениҳоят кам аст. Онро бори аввал П.Н. Лебедев чен кардааст.

9. Дар ин ё он модда фурӯ рафтани рӯшноӣ боиси афзудани фаъолияти химиявӣ мегардад. Дар барги дарахтони сабз ва дар бисёр микроорганизмҳо муҳимтарин реаксияҳои химиявӣ бо таъсири рӯшноӣ ҷараён мегиранд. Баргҳо гази карбонати атмосфераро фурӯ бурда, онро ба ҷузъҳои таркибӣ – карбону оксиген тақсия мекунанд. Моҳияти ҳодисаи фотосинтез дар ҳамин аст.

БОБИ 9. СОХТИ АТОМ ВА ЯДРОИ АТОМ.

Фасли физика, ки сохт ва табдилоти ядроҳои атомро меомӯзад, физикаи ядрои атом ном дорад.

§1. МОДЕЛҲОИ АВВАЛИНИ АТОМ. ТАҶРИБАИ РЕЗЕРФОРД

Олими машҳури англис Эрнст Резерфорд ба таҳқиқи ҳодисаи аз моддаҳо пареш хӯрдани алфа-зарраҳо пардохта, с. 1911 ядрои атомро кашф кард ва муайян намуд, ки 1) андозаҳои ядрои атом назар ба андозаҳои худи атом даҳҳо ҳазор бор хурд аст ва 2) қариб ҳамаи массаи атому тамоми заряди электрикии мусбати он дар ядро ҷамъ омадаанд.

Атом калимаи юнонӣ буда, маънояш тақсимнашаванда мебошад. Олими Юнони Қадим Демокрит зарраҳоеро, ки ҳамаи ҷисмҳо аз онҳо таркиб ёфтаанд, ҳамин тавр номида буд.Тасаввурот дар бораи тақсимнашавандагии атом дар илм то охири асри XIX вуҷуд дошт. Тараққиёти ояндаи илм исбот намуд, ки атомҳо сохти мураккаб доранд.

Модели Томсон. Нахустин модели атомро олими англис Ҷ. Томсон, ки электронро кашф карда буд, пешниҳод намуд. Ба ақидаи Томсон заряди электрикии мусбати атом тамоми ҳаҷми онро фаро мегирад ва дар ин ҳаҷм бо зичии якхела тақсим шудааст. Соддатарин атом атоми гидроген аст. Ин атом кураи зарядаш мусбатест, ки радиусаш қариб 10^{-8} см мебошад ва як электрон дорад. Атомҳои мураккабтар якчанд электрон доранд. Вале модели атоми Томсон бо таҷрибаҳое, ки ба таҳқиқи тақсимоти заряди мусбат дар ҳаҷми атом татбиқ доштанд, мухолифат дошт. Ин таҷрибаҳо, ки онҳоро

бори аввал Э. Резерфорд гузошта буд, дар дарки сохти атом нақши бағоят бузурғ доштанд

Таҷрибаҳои Резерфорд. Массаи электрон назар ба массаи атом чанд ҳазор бор кам аст. Қисми асосии массаи атомро массаи қисми зарядаш мусбат ташкил медиҳад.

Резерфорд с. 1906 тарҳи таҷрибаеро пеш ниҳод, ки мувофиқи он атом бояд бо ёрии алфазарраҳо зарраборон карда шавад. Ингуна зарраҳо дар натиҷаи коҳиши радиоактивии ядроҳои радий ва баъзе унсурҳои дигар ба вуҷуд меоянд. Массаи зарра назар ба массаи электрон қариб 8000 бор зиёд аст; заряди он бошад, ба бузургии дучандаи заряди электрон баробар мебошад, вале аломати муқобил (аломати мусбат) дорад. Алфа – зарраҳо атомҳои ионшудаи гелий мебошанд. Суръати онҳо бағоят зиёд, тақрибан ба понздаҳяки суръати рӯшноӣ баробар аст.



Резерфорд Эриест (1871-1937)- физики англис, зодаи Зеландияи Нав мебошанд. Кашфиёти таҷрибавии Резерфорд заминаи таълимоти имрӯза оид ба сохти атом ва ҳодисаи радиоактивият гаштааст. Ӯ нахустин касе буд, ки таркиби нурҳои афкандаи унсурҳои радиоактивро таҳқиқ кард. Резерфорд атомро ба воситаи алфа-зарраҳо «рентген» карда, ошкор сохт, ки атом ядро дорад. Резерфорд инчунин аввалин муҳаққиқе буд, ки табдили сунъии ядроҳои атомиро воқеъӣ гардонд. Ӯ атомҳои унсурҳои вазнинро бо ҳамин зарраҳо зарраборон кард. Электронҳо ба сабаби сабук будани худ самти ҳаракати зарраро тағйир дода наметавонанд, мисли он ки сангчаи чандграммӣ дар мавриди бо автомобил бархӯрдан суръати онро ба дараҷаи намоён тағйир намедиҳад.

Алфа-зарраҳоро танҳо қисми заряди мусбат доштаи атом пароканда (яъне самти парвози онҳоро тағйир дода) карда метавонад. Ҳамин тариқ, аз рӯи манзараи парокандашавии зарраҳо манзараи тақсимоти заряди мусбат ва массаро дар дохили атом дарк кардан мумкин аст. Тарҳи таҷрибаҳои Резерфорд дар рас. 191 тасвир ёфтааст.

Манбаи радиоактив дохили силиндри сурбии 1 гузошта шудааст. Силиндр барои берун омадани зарраҳо сӯрохе дорад.



Расми 191.

Дастаи α-зарраҳо аз ин сӯрохӣ баромада, ба варақаи тунуки (2)-и иборат аз моддаи таҳқиқшаванда (тилло, нукра, мис ва г.) мезанад. Ин зарраҳо баъди пароканда шудан ба экране (3) мезананд, ки нимшаффоф аст ва дар рӯяш сулфиди рух давонда шудааст. Дар натиҷаи ба экран задани ҳар як зарра ҳамон нуқтаи экран шӯълавар мешавад. Шӯълаҳои дар ин мавридҳо рӯйдиҳандаро бо микроскопи 4 мушоҳида кардан мумкин аст. Ҳама қисмҳои таҷриба (ғайри микроскоп) дар зарфе ҷой дода шуда буд, ки ҳавояш то ҳадди имкон тунук карда мешуд.

Агар вакууми даруни асбоб хуб бошад, дар набудани варақаи таҳқиқшаванда дар экран аз асари α-зарраҳо доирачаи рӯшане пайдо мешавад, ки мисли дастаи зарраҳо борик аст. Вале агар дар роҳи α-зарраҳо варақа бошад, онҳо дар натиҷаи пароканда шудан дар экран доирачаи васеътаре ба вуҷуд меоваранд.

Резерфорд дастгоҳи таҷрибаро такмил дода, кӯшид, ки мавридҳои ба кунҷҳои калон пароканда шудани α-зарраҳоро ошкор созад ва ногаҳон ӯ дарёфт, ки баъзе α-зарраҳо (тақрибан яке аз ду ҳазор) ба кунҷҳои бештар аз 90^0 майл мехӯранд. Баъдҳо Резерфорд шогирдонашро ба санҷиши ҳодисаи ба кунҷҳои калон пароканда шудани α-зарраҳо таъкид намуда, худ ба натиҷаи мусбат гирифтани онҳо бовар надошт. «Ин қариб ба дараҷае дур аз эҳтимол аст, ки гӯё тири 15-дюймии сӯи варақи коғази тунук парронданд шумо аз он коғаз инъикос ғашта, боз сӯи шумо ояд».

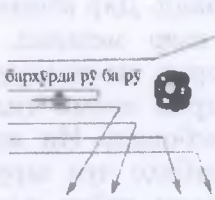
Дар ҳақиқат, дар мавриди дар тамоми ҳаҷми атом паҳн будани заряди мусбати атом, чунонки аз модели Томсон бармеомад, ингуна натиҷаро чашм доштан берун аз имкон менамуд: дар ин маврид майдони электрикии заряди мусбати

атом онқадар пурзӯр намебуд ки заррaро ақиб гардонда тавонад. Қувваи зиёдтарини телахӯрди α-зарра мувофиқи қонуни Кулон ин тавр ёфта мешавад:

$$F_{max}=\frac{q_0 \cdot q}{4\pi\varepsilon_0 \cdot R^2} \qquad (9.1)$$

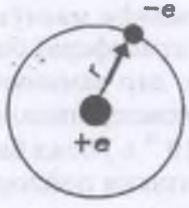
ки ин ҷо q_0 - заряди электрикии α -зарра асту q -заряди мусбати атом ,R - радиуси атом ва ε_0 -доимии электрикӣ. Шиддати майдони электрикии кураи электрнокшуда дар сатҳи он қимати зиёдтарин дорад ва ба андозаи сӯи маркази кура рафтан то ба сифр кам мешавад.

Аз ин рӯ ҳар қадаре ки масофаи байни зарраву қисми марказии атом кӯтоҳтар бошад, зарра ҳамон қадар сахттар тела мехӯрад (расми 193).



Расми 192.

Муайян кардани андозаи ядрои атом. Резерфорд пай бурд, ки танҳо дар мавриди дар соҳаи бағоят андозаи хурди фазо ҷамъ будани қариб ҳамаи масса ва тамоми заряди мусбати атом зарра аз он инъикос шуда метавонад. Бар ҳамин асос Резерфорд ба гояи ядрои атом омад: ядрои атом ҷисми андозааш хурдест, ки дар он тамоми заряди мусбати атом ва қариб ҳамаи массаи он ҷамъ омадааст.



Расми 193.

Дар рас. 192 траекторияи парвози заррaҳое тасвир ёфтааст, ки аз ядро дар масофаҳои гуногун мегузаранд.

Резерфорд адади α-заррaҳои таҳти кунҷҳои гуногун парешхӯрдаро ба ҳисоб оварда, андозаи ядроро баҳо дод.

Маълум шуд, ки диаметри ядро 10^{-11}–10^{-13} см будааст (диаметри ядроҳои гуногун ҳар хел аст).

Ин назар ба андозаи худи атом (яъне назар ба бузургии диаметри атом 10^{-8} см) $10^{-4}-10^{-5}$ бор хурд мебошад.

Баъдҳо муайян кардани заряди ядро низ муяссар гардид. Агар заряди электронро шартан чун воҳид қабул кунем,

заряди ядро айнан ба рақами тартибии унсури химиявӣ дар ҷадвали Д.И. Менделеев баробар хоҳад буд.

Модели сайёравии атом. Аз таҷрибаҳои Резерфорд бевосита модели сайёравии атом бармеояд. Дар маркази атом ядрои он ҷой гирифтааст, ки қариб тамоми массаи атомро дарбар мегирад. Атом дар ҳолати муқарарӣ нейтрал мебошад. Пас, адади электронҳои атом низ мисли заряди ядро ба рақами тартибии унсур (дар системаи даврӣ) баробар аст.

Электронҳо дохили атом ҳамеша дар ҳаракат мебошанд. Онҳо ., дар гирди ядро ба мисли сайёраҳои атрофи Офтоб давр мезананд. Дар атоми гидроген дар гирди ядро танҳо як электрон давр мезанад. Ядрои атоми гидроген заряди мусбате дорад, ки он модулан баробари заряди электрон аст. Массаи ядрои атоми гидроген ба 1836,1 массаи электрон баробар мебошад. Ин ядро протон ном гирифтааст ва то ҳамин қарибиҳо чун зарраи элементарӣӣ пиндошта мешуд. Андозаи атом гуфта радиуси мадори ҳаракати электрони онро меноманд (рас. 193).

Электрон дар гирди ядро бо шитоб ҳаракат мекунад ва ин шитоб басо бузург мебошад. Мувофиқи қонунҳои электродинамикаи Максвелл заряди бо шитоб ҳаракаткунанда бояд мавҷҳои электромагнитрие афканад, ки басомади онҳо ба басомади дар гирди ядро давр задани заряд баробар аст. Ин афканиш боиси кам шудани энергия мегардад. Модоме, ки энергияи электрон кам мешавад, вай бояд ба ядро торафт наздик ояд, мисли он ки радифи маснӯъ ҳангоми тормоз хӯрдан (дар қабатҳои болоии атмосфера) ба Замин наздик меояд. Чунонки ҳисобҳои дақиқ дар заминаи механикаи Нютон ва электродинамикаи Максвелл нишон медиҳад, электрон дар муддати багоят кӯтоҳ ($\sim 10^{-8}$ с) бояд ба сатҳи ядро афтад, яъне атом набояд системаи физикии пойдор бошад.

Аммо дар ҳақиқат ин тавр нест. Атомҳо пойдоранд ва дар ҳолати ноангехта муддати номаҳдуд вуҷуд дошта метавонанд, бе он ки мавҷи электромагнитӣ меафкананд.

Аз ин ҷо бармеояд, ки қонунҳои физикаи классикӣ барои маънидод кардани рӯйдодҳои атомӣ қобили истифода нестанд.

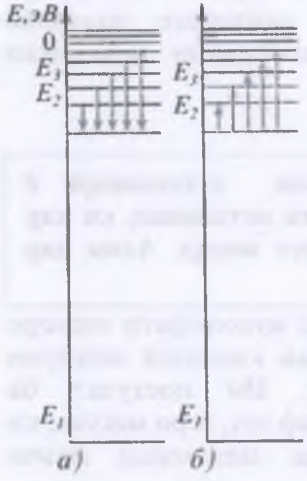
Резерфорд модели сайёравии атомро бунёд кард, ки дар он электронҳо дар гирди ядро давр мезанад, мисли он ки сайёраҳо дар гирди Офтоб гардонанд. Ин модел бисёр содда аст ва заминаи таҷрибавӣ дорад, вале пойдории атомҳоро маънидод карда наметавонад.

1. ***Барои чӣ зарраҳои манфӣ электрноки таркиби атом ба парокандашавии алфа-зарраҳо таъсири намоён расонда наметавонанд?***

2. ***Агар заряди мусбати атом дар тамоми ҳаҷми он паҳн мебуд, алфа-зарраҳо ба кунҷҳои калон пароканда шуда наметавонистанд. Чаро?***

3. ***Барои чӣ модели сайёравии атом бо қонунҳои физикаи классикӣ мутобиқат надорад?***

§ 2. ПОСТУЛАТҲОИ КВАНТИИ БОР. МОДЕЛИ БОР.



Расми 194.

Чуноне,ки дар § 1 қайд карда шуд тибқи модели сайёравии атом электронҳо дар гирди ядро чун сайёраҳо дар гирди Офтоб давр мезананд. Электрон дар гирди ядро бо шитоб ҳаракат мекунад ва ин шитоб басо бузург мебошад. Мувофиқи қонунҳои электродинамикаи Максвелл заряди бо шитоб ҳаракаткунанда бояд мавҷҳои электромагнитрие афканад, ки басомади онҳо ба басомади дар гирди ядро давр задани заряд баробар аст. Ин афканиш боиси кам шудани энергия мегардад. Модоме, ки энергияи электрон кам мешавад, вай бояд ба ядро торафт наздик ояд, мисли он ки радифи маснӯъ ҳангоми тормоз хӯрдан (дар қабатҳои болоии атмосфера) ба Замин наздик меояд. Чунонки ҳисобҳои дақиқ дар заминаи механикаи Нютон ва электродинамикаи Максвелл нишон медиҳад, электрон дар муддати бағоят кӯтоҳ ($\sim 10^{-8}$ с) бояд ба сатҳи ядро афтад, яъне атом набояд системаи физикии пойдор бошад.

Аммо таҷрибаҳо нишон медиҳанд,ки атомҳо системаҳои устувор мебошанд. Ҳанӯз дар аввалҳои асри XX олимон ба хулосае омаданд.ки барои ҳалли масъалаи мавҷҳои электромагнитиро афкандан ва фурӯ бурдани атомҳо тасаввуроти нав лозим аст.

Ҳамин тавр соли 1913 олими данияги Нилс Бор ду назарияеро (постулатеро) пешниҳод намуд, ки барои ба ин масъала ҷавоб додан имконият дод.

Постулатҳои Бор. Бор моҳияти асосии назарияи навро дар шакли ду постулат баён намуд. Ӯ дар постулатҳои худ қонунҳои физикаи классикиро бечунучаро рад накардааст. Постулатҳои нав танҳо баъзе маҳдудиятҳои физикаи классикиро аз миён бардоштанд. Бо вуҷуди ин назарияи Бор бо комёбиҳои ҳайратангез ноил гардид. Ҳама олимон тасдиқ намуданд, ки Бор роҳи дурусти пеш бурдани назарияро ёфтааст. Ин роҳ баъдҳо заминаи пайдоиши назарияи ҳаракати микрозарраҳо – заминаи пайдоиши механикаи квантӣ гардид.

Постулати якуми Бор :

Системаи атомӣ танҳо дар ҳолатҳои статсионарӣ ё ҳолатҳои махсуси квантие вуҷуд дошта метавонад, ки ҳар яки онҳоро энергияи муайяни E_n рост меояд. Атом дар ҳолатҳои муқимӣ нур намеафканад

Ин постулат бо механикаи классикӣ мухолифати ошкоро дорад, зеро аз нуқтаи назари механикаи классикӣ электрон энергияи дилхоҳ дошта метавонад. Ин постулат ба электродинамикаи Максвелл низ мухолиф аст, зеро мегӯяд, ки электрони бо шитоб ҳаракаткунанда метавонад мавҷи электромагнитӣ наафканад.



Бор Нилс (1885-1962) - физики Данияги, ки нахустин назарияи квантии атомро бунёд кард ва баъд дар таҳияи бунёди механикаи квантӣ басо фаъолона ширкат варзид. Бор ҳамчунин дар офариниши назарияи ядрои атом ва реаксияҳои ядрой саҳми бузург дорад. Ӯ назарияи пора шудани ядроҳои атомиро бунёд сохт ва нишон дод, ки дар натиҷаи ин ҳодиса энергияи багоят зиёд хориҷ мегардад. Бор дар Копенгаген мактаби байналхалқии физикӣ кушод ва барои инкишофи ҳамкории

физикҳои дунё хидмати шоистаи таҳсин кард. Ӯ яке аз муборизони фаъоли зидди истифодаи силоҳи атомӣ буд.

Постулати дуюми Бор:

Атом он гоҳ нур (энергия) меафканад, ки аз ҳолати муқимии энергияаш зиёд ($E_к$) ба ҳолати муқимии энергияаш кам (E_n) ояд. Энергияи фотони дар ин маврид афкандашаванда ба фарқи энергияҳои муқимӣ баробар аст:

$$h\nu_{kn} = E_к - E_n \qquad (9.2)$$

Пас, басомади нури афкандашавандаро ин тавр ифода кардан мебояд:

$$\nu_{kn} = \frac{E_к - E_n}{h} \qquad (9.3)$$

Дар натиҷаи фурӯ бурдани энергия атом аз ҳолати муқимии энергияаш кам ба ҳолати муқимии энергияаш зиёд мегузарад.

Постулати дуюм низ мухолифи электродинамикаи Максвелл мебошад, зеро мувофиқи ин постулат басомади нури хориҷгашта на аз хусусиятҳои ҳаракати электрон далолат мекунад, балки танҳо аз тағйироти энергияи атом гувоҳӣ медиҳад.

Бор постулатҳои худро барои бунёд сохтани назарияи соддатарин системаи атомӣ – атоми ғидроген ба кор бурд. Вазифаи асосӣ ёфтани басомади мавҷҳои электромагнитии афкандаи атомҳои гидроген буд. Ин басомадҳоро дар заминаи постулати дуюм ёфтан осон аст, ба шарте ки қоидаи муайян кардани қиматҳои энергияи ҳолатҳои муқимии атом маълум бошад. Ин қоидаро низ, ки қоидаи квантониш ном гирифтааст, Бор дар шакли постулат баён кард.

Модели бории атоми гидроген. Бор заминаи қонунҳои механикаи Нютон ва қоидаи квантониш (ки ҳолатҳои имконпазири муқимиро ҷудо мекунад) радиуси мадорҳои электрон ва энергияи ҳолатҳои муқимиро ёфта тавонист. Хурдтарин радиуси мадор андозаи атомро ифода мекунад. Дар рас. 194 а, б қиматҳои энергияи ҳолатҳои муқимии атом бо электронволтҳо дар тирҳои амудӣ тасвир ёфтаанд. (1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Ҷ.)

Постулати дуюми Бор имкон медиҳад, ки аз рӯи қиматҳои

муайяни энергияи ҳолатҳои муқимӣ (стационарӣ) басомади нурҳои афкандаи атоми гидроген ёфта шавад.

Қиматҳои дар асоси назарияи Бор ёфташудаи ин басомадҳо бо таҷриба мутобиқати миқдорӣ низ доранд. Ҳама басомадҳои нурҳои гидрогенӣ чанд сарияе (гурӯҳи хатҳои спектри нурҳо) ба вуҷуд меоранд, ки ҳар яки онҳо дар натиҷаи аз ҳама ҳолатҳои боло (ҳолатҳои зиёдэнергия) ба яке аз ҳолатҳои поёнӣ гузаштани атом пайдо мешаванд.

Гузаришҳое, ки дар мавриди аз ҳолатҳои боло ба ҳолати якуми ангехта (яъне ба савияи дуюми энергӣ) ҷаҳидани система рӯй медиҳанд, серияи Балмер ном гирифтаанд. Ин гузаришҳо дар рас. 194, а бо тирчаҳо ишорат шудаанд. Хати сурх, хати сабз ва ду хати кабуди қисми намоёни спектри гидроген (ниг. варақаи ранга, рас. У, З) дар натиҷаи гузаришҳои зайл ба вуҷуд меоянд:

$$E_3 \rightarrow E_2 \quad E_4 \rightarrow E_2$$
$$E_5 \rightarrow E_2 \quad E_6 \rightarrow E_2$$

Номи ин серия аз номи омӯзгори швейсариягӣ Иоганн Балмер бармеояд, ки ҳанӯз с. 1885 бо роҳи таҷрибавӣ барои басомадҳои қисми намоёни спектри гидроген формулаи соддае муқаррар карда буд.

Фурӯбурди рӯшноӣ. Фурӯбурди рӯшноӣ ҳодисаест нисбат ба ҳодисаи афканиш чаппа мебошад. Атом дар натиҷаи фурӯбурдани рӯшноӣ аз ҳолати поёнии энергия ба яке аз ҳолатҳои боло мегузарад (рас. 194, б: ин ҷо тирчаҳо гузаришҳои атомро аз як ҳолат ба ҳолати дигар ифода мекунанд). Дар ин маврид атом нурҳои соҳиби ҳамон басомадҳоро фурӯ мебарад, ки худ ҳангоми аз савияҳои энергии боло ба савияҳои поёнӣ гузаштан меафканад.

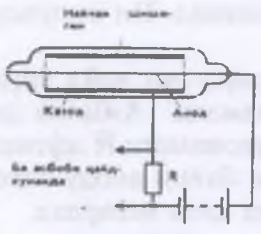
Бор дар асоси ду постулати эҷодкардаи худ ва қоидаи квантониш радиуси атоми гидроген ва энергияи ҳолатҳои муқимӣ (ҳолатҳои стационарӣ)-и атомро муайян кард. Ин имкон дод, ки ӯ басомади мавҷҳои электромагнитии афкандашаванда ва фурӯравандаро ёбад.

1. ***Постулатҳои Борро таъриф диҳед.***
2. ***Постулатҳои Бор ва қонунҳои механикаи классикиву электродинамикаи классикӣ чӣ мухолифат доранд?***
3. ***Дар мавриди ба савияи поёнтарини энергия гузаштани электрон (дар атоми гидроген) чигуна нур мушоҳида мешавад?***
4. ***Чиро серияи Балмер меноманд?***

§ 3. УСУЛҲОИ МУШОҲИДА ВА ҚАЙДИ ЗАРРАҲОИ ЭЛЕМЕНТАРӢ

Шумо ба ибораҳои ядрои атом ва заррaҳои элементарӣ аллакай шинос ҳастед ва медонед, ки атом аз ядро ва электронҳо таркиб ёфтааст. Худи ядрои атом аз заррaҳои элементарӣ иборат мебошад.

Акнун бо тарзи кори асбобҳое шинос мешавем, ки пайдоиш ва тараққиёти физикаи ядро ва заррaҳои элементариро имконпазир мегардонанд. Инҳо асбобҳои қайд ва омӯзиши табдилоти ядроҳову заррaҳои элементарӣ мебошанд.



Расми 195.

Тарзи кори асбобҳои қайди заррaҳои элементарӣ.

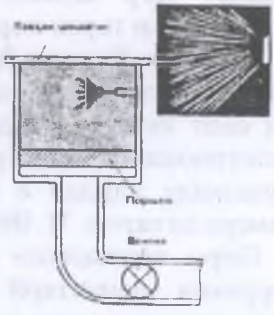
Асбоби қайдкунанда – ин системаи микроскопии мураккабест, ки дар ҳолати ноустувор буда метавонад. Дар ин система баъди аз тарафи заррaи қайдшаванда ба вуҷуд оварда шудани ин ё он изтироб марҳалаи ба ҳолати нав – ба ҳолати устувортар гузаштани система оғоз мешавад. Ҳамин ҷараёни гузариш ба ҳолати нав имкон медиҳад, ки заррa қайд карда шавад. Дар замони ҳозира чандин тарзи қайд кардани заррaҳо истифода мешавад.

Вобаста ба мақсади таҷриба ва шароити кор ин ё он асбоби қайдкунандаро истифода мекунанд.

Ҳисобгираки газоразрядии Гейгерӣ. Ҳисобгираки Гейгер барои ҳисоби автоматикаи заррaҳо яке аз асбобҳои асоситарин мебошад.

Ин ҳисобгирак (рас. 195) аз найчаи шишагини сатҳи даруниаш металандуд (катод) ва сими борике (анод), ки дар маркази найча ба қади он кашида шудааст, иборат мебошад. Найчаро пури газ, одатан пури аргон мекунанд.

Кори ҳисобгирак бар ҳодисаи ионизатсияи зарбагӣ асос ёфтааст. Заррaи электрнок (электрон, протон ва г.) ба найча зада, аз девори



Расмҳои 196, 197.

шишагини он мегузарад ва дар муҳити газии даруни найча ҳаракат карда, аз атомҳо электронҳои сари роҳи худро бармеканад, ки дар натиҷа ионҳои мусбат ва элетронҳои озод ба вуҷуд меоянд. Майдони электрикии байни аноду катод (ки ба манбаи шиддати баланд пайвастанд) электронҳоро то дараҷае шитоб мебахшад, ки онҳо ионизатсия карда тавонанд. Он гоҳ «тармаи» ионӣ ба вуҷуд меояд ва дар занҷири ҳисобгирак ҷараён пайдо мешавад. Дар натиҷа дар муқовимати R импулси шиддат ҳосил мешавад. Ин импулсро асбоби қайдкунанда ба қайд мегирад.

Барои он ки ҳисобгирак зарраи ояндаро низ қайд карда тавонад, разряди тармаро бояд хомӯш намояд. Азбаски дар лаҳзаи пайдоиши импулси ҷараён дар муқовимати R афтиши зиёди шиддат рӯй медиҳад, пас, шиддати байни аноду катод якбора ба дараҷае кам мешавад, ки разряд қатъ мегардад.

Ҳисобгираки Гейгер асосан барои қайд кардани электронҳо ва гамма-квантҳо (фотонҳои энергияашон баланд) истифода мешавад. Аммо гамма-квантҳо ба сабаби қобилияти ками ионофарӣ доштанашон бевосита қайд шуда наметавонанд. Барои ошкор сохтани онҳо сатҳи даруни найчаи ҳисобгиракро бо моддае руйпуш мекунанд, ки гамма-квантҳо аз он электрон бароварда тавонанд.

Ҳисобгираки Гейгер қариб ҳама электронҳои ба даруни найча даромадаро қайд мекунад; барои гамма-квантҳо бошад: аз ҳар сад кванте, ки ба ҳаҷми кории ҳисобгирак (найча) дохил мешавад, тақрибан яктоаш қайд мегардад. Қайд кардани зарраҳои вазнин (чунончи, алфазарраҳо) душвортар аст, зеро дар ҳисобгирак «даричае» («тирезае») шинондан мушкил аст, ки барои алфа-зарраҳо шаффоф бошад. Дар замони ҳозира ҳисобгиракҳое низ офарида шудаанд, ки тарзи корашон дигар аст.

Камераи Вилсон. Ҳисобгирак имкон медиҳад, ки ҳангоми аз дохили он гузаштани зарра қайд гардад ва баъзе тавсифоти он сабт карда шавад. Дар камераи Вилсон бошад, зарраи элктрноки баландсуръат пай мегузорад, ки онро бевосита мушоҳида кардан ё сураташро гирифтан мумкин аст. Ин камера ихтирои Ч. Вилсон (с.1912) мебошад.

Онро «равзанаи» микроолам, яъне «равзанаи» олами зарраҳои элементарӣ ва системахои физикии иборат аз онҳо номидан мумкин аст.

Кори камераи Вилсон бар он асос ёфтааст, ки бухори фавқулсер дар ионҳои дар ҳаҷми кории камера ҳосилгашта конденсатсия мешавад. Дар натиҷа дар ин марказчаҳои конденсатсия (ионҳо) чакрачаҳои об ба вуҷуд меояд. Ин ионҳоро зарраи электрноки дар бухори сер ҳаракаткунанда дар роҳи рафти худ ба вуҷуд меоварад.

Камераи Вилсон зарфи маҳкамест, ки бо буғҳои қариб сери об ё спирт пур мебошад (рас.196). дар мавриди якбора поён ҳаракат додани поршени камера (дар натиҷаи якбора кам кардани фишори зери он) бухори даруни камера ба таври адиабатӣ васеъ мешавад. Он гоҳ бухор сер мешавад ва ба ҳолати фавқулсерӣ меояд. Ин ҳолати бухор нопойдор аст, ҳолатест, ки дар он газ бо осонӣ конденсатсия мешавад. Ин ҷо ба сифати марказҳои конденсатсия ионҳое хидмат мекунанд, ки онҳоро зарраи аз даруни бухор гузаронда ба вуҷуд меоварад. Агар зарра ба камера бевосита пеш аз лаҳзаи васеъшави ё фавран баъди он ворид гардад, ионҳои ҳосилкардаи он, чун марказҳои конденсатсия хидмат мекунанд ва дар атрофи онҳо чакрачаҳои об ҳосил мешаванд. Ин чакчрачаҳо *изи* зарраи «муоинашаванда»-ро ба вуҷуд меоваранд (рас. 197). Баъд камера ба ҳолати ибтидоиаш меояд ва майдони махсуси «тозакунанда» ионҳои акнун нодаркоршударо маҳв месозад. Фосилаи вақти барқарор гаштани режими кори камераро вобаста ба андозаҳои он аз чанд сония то даҳҳо дақиқа тагйир додан имконпазир аст.

Маълумоте, ки ба воситаи камераи Вилсон ба даст меояд, назар ба маълумоти ҳисобгиракӣ Гейгер пурратар мебошад. Аз рӯи дарозии изи зарра (ки онро дар забони русӣ мисли англисӣ **трек** мегӯянд) энергияи зарра ва аз рӯи ададн чакрачаҳои воҳиди дарозии изи он суръати ҳаракати онро муайян кардан мумкин аст.



Расми 198.

Ҳар қадаре ки изи зарра дарозтар бошад, энергияи он ҳамон қадар зиёдтар мешавад ва ҳар қадаре ки ададн чакрачаҳои об дар воҳиди дарозии изи зарра бештар бошад, суръати он ҳамон қадар камтар мегардад. Инчунин, заррае, ки заряди бештар дошта бошад, изи ғафстар ба вуҷуд меорад.

Олимони шӯравӣ П. Л. Капитса ва Д.В. Скобелтсин таклиф ба миён овардаанд, ки камераи Вилсон дар майдони магнитии якҷинса ҷой дода шавад. Майдони магнитӣ ба зарраи ҳаракаткунанда бо қувваи муайян (бо қувваи Лоренс) таъсир меоварад. Ин қувва траекторияи зарраро каҷ мекунад. Ҳар қадаре ки заряди зарра зиёд ва массаи он кам бошад, изи он ҳамон қадар каҷтар меояд. Аз рӯи каҷии изи зарра нисбати заряди зарраро бар массаи он (яъне заряди хоси зарраро) ёфтан мумкин аст. Дар мавриди маълум будани яке аз ин бузургиҳо дигари онро ёфтан мумкин аст.

Ҳубобкамера. Соли 1952 олими амрикоӣ Д. Глейзер таклиф кард, ки барои ошкор сохтани изи зарраҳо моеъи фавқултафсон истифода шавад. Дар ингуна моеъ дар ионҳои ҳосилкардаи зарраи электрноки баландсуръат ҳубобчаҳое пайдо мешавад, ки изи зарраро аён мегардонанд. Ингуна камераро *ҳубобкамера* меноманд.

Дар ҳолати ибтидоӣ моеъро дар камера таҳти фишори баланд нигоҳ медоранд, то ки наҷӯшад, ва ҳарорати моеъ назар ба ҳарорати ҷӯшиши он (дар фишори атмосферӣ) баланд бошад. Дар мавриди якбора паст кардани фишор моеъ фавқултафсон шуда, муддати кутоҳе дар ҳолати нопойдор боқеъ мешавад. Зарраи электрноке, ки маҳз дар ҳамин лаҳза аз даруни камера мегузарад, изе ҳосил мекунад (рас. 198), ки он аз ҳубобҳои буғӣ иборатанд. Ба сифати моеъ аксаран гидрогени моеъ ва пропанро ба кор мебаранд. Муддати вақти як сикли ҳубобкамера тақрибан 0,1 с аст.

Усули фотоэмулсияҳои ғафсқабат. Барои мушоҳида кардани зарраҳо дар баробари камераи Вилсон ва ҳубобкамера фотоэмулсияҳои ғафсқабат низ истифода мешаванд. Таъсири ионофарандагии зарраҳои электрноки баландсурат ба эмулсияи фотолавҳа олими фаронсавӣ Анрӣ Беккилер. 1896 ба сари кашфи ҳодисаи радиоактивият овард. Усули фотоэмулсияҳоро физикони шӯравӣ Л. В. Мисовский, А.П. Жданов ва дигарон инкишоф доданд.

Фотоэмулсия миқдори зиёди кристалчаҳои микроскопии бромиди нукра дорад. Зарраи электрноки баландсуръат ҳангоми аз дохили кристалчаҳо гузаштан чанде аз электрнҳои атомҳои алоҳидаи бромро меканад. Занҷири ингуна кристалчаҳо тасвири ниҳоние ба вуҷуд меорад. Ҳангоми падид овардани тасвир дар ин кристалчаҳо нукраи металӣ



Расми 199.

барқарор мешавад ва силсилаи нуқрадонаҳо изи зарраро зоҳир мегардонад (рас.199). Аз рӯи дарозӣ ва гавсии изи зарра энергия ва массаи онро ёфтан осон аст

Мо ин ҷо дар бораи на ҳама асбобҳои қайдкунандаи зарраҳо сухан рондем. Асбобҳое, ки дар замони ҳозира барои қайд кардани зарраҳои кам дучоронда ва бағоят кӯтоҳумр истифода мешаванд, бисёр мураккабанд. Барои корбаст ва истифода кардани онҳо садҳо одамро машғули кор доштан лозим аст.

1. ***Тарзи қайд намудани зарраҳоро дар ҳисобгираки Гейгер фаҳмонед.***

2. ***Оё ба воситаи камераи Вилсон зарраҳои безарядро қайд кардан имконпазир аст?***

3. ***Ҳубобкамера назар ба камераи Вилсон чӣ бартарӣ дорад?***

§ 4. КАШФИ РАДИОАКТИВИЯТ

Ҳодисаи *радиоактивият* – ҳодисае, ки мураккаб будани сохти ядрои атомро исбот кард. Нурҳои рентгенӣ бори аввал дар натиҷаи ба девори шишагини найчаи разрядӣ бархӯрдани электронҳои баландсуръат ба вуҷуд омаданд.

Олими фаронсавӣ А. Б е к к и р е л муддати тӯлоние ба таҳқиқи ҳодисаи монанди радиоактивият – нурафшонии баъдинаи моддаҳое машғул гашт, ки пеш аз таҷриба таҳти нурҳои Офтоб қарор гирифта буданд. Аз ҷумла, намакҳои уран, ки Беккирел истифода мекард, ба ҳамин моддаҳо тааллуқ доштанд. Ӯ саволе ба миён гузошт, ки оё баъди афтидани нурҳои Офтоб ба намакҳои уран дар баробари рӯшноии намоён нурҳои рентгенӣ низ ба вуҷуд намеоянд?

Беккирел фотолавҳаеро дар коғази сиёҳи ғафс печонда, дар рӯи он чанд донаи намаки уран гузошт ва онро дар ҷои офтобрас гузошт. Баъди пайдо шудани тасвир маълум шуд, ки ҷойҳои намакдори фотолавҳа сиёҳ гаштаанд. Пас, намакҳои уран ягон навъ нуре афкандааст, ки мисли нурҳои

рентгенӣ аз ҷисмҳои ношаффоф мегузарад ва фотолавҳаро тирагун месозад. Беккирел гумон кард, ки ин нурҳо бо таъсири тобиши Офтоб ба вуҷуд меоянд. Аммо боре фотолавҳаро дар даруни миз гузошта, дар рӯяш як салиби мисини уранолуд ниҳод. Ӯ пас аз ду рӯз фотолавҳаро гирифта дид, ки сатҳи он ба шакли салиб тирагун аст. Ин нишони он буд, ки ***намакҳои уран худ ба худ, бе таъсироти ягон омили беруна ким-чи хел нур меафкананд.***

Ҳодисаи худбахуд нур афкандани моддаҳоро *радиоактивият* меноманд.

Дере нагузашта Беккирел ошкор кард, ки нурҳои уранӣ мисли нурҳои рентгенӣ ҳаворо ионизатсия ва электроскопро безаряд мекунанд. Ӯ пайвастагиҳои гуногуни химиявии уранро санҷида, ба чунин хулоса омад: интенсивияти нурафканӣ танҳо ба миқдори урани таркиби намакҳо вобаста асту, ба навъи пайвастагиҳо тамоман вобастагӣ надорад. Ин хусусият на хоси элементи химияии уран, хоси атомҳои уран мебошад.

Баъди ин кашфиёт саволи зерин ба миён омад: оё элементҳои химиявии дигар низ қобилияти худбахуд нур афкандан надоранд? Соли 1898 Мария Складовская Кюри дар Фаронса ва муҳаққиқони дигар нурафкании торийро ошкор сохтанд. Дар давраи минбаъда дар роҳи ҷустуҷуи элементҳои нав М. Складовская Кюри ва ҳамсари ӯ Пйер Кюри кӯшиши зиёде карданд. Тадқиқи мураттаби маъданҳои урандору торийдор онҳоро имкон дод, ки унсури то он дам номаълумеро ошкор созанд. Ин элемент ба шарафи ватани М. Складовская Кюри – Полша (Лаҳистон) полоний ном гирифт. Онҳо унсури дигаре низ кашф карданд, ки сели нурҳои афкандаи он басо шадид буд. Онро *радий* (яъне тобон) ном ниҳоданд.



Склодовская – Кюрӣ Мария (1867-1934) – физик ва химики барҷастаи Лаҳистон. Дар Фаронса кор кардааст. Ӯ нахустин профессорзани Донишгоҳи Париж буд.

М. Склодовская-Кюрӣ ҳамроҳи ҳамсараш П. Кюрӣ ду элементи нави радиоактив – радий ва полонийро кашф карда, хосиятҳои онҳоро

омӯхтааст. Таҳияи нахустин усули классикии коркард ва таҳлили конҳои уран, таҳқиқи нахустин изотопҳои радиоактив, хосиятҳои нурҳои радиоактивӣ ва таъсири онҳо ба ҳуҷайраҳои зинда ва г. бо номи ӯ алоқаманданд.

Склодовская-Кюрӣ бо ду мукофоти нобелӣ аз физика ва химия сарфароз гардонда шудааст.

Радий соҳиби массаи атомии нисбии 226 аст ва дар ҷойи 88-уми ҷадвали унсурҳои химиявии Менделеев ҷой дорад. Ин ҷойи ҷадвал то рӯзи кашфи унсури номбурда холӣ буд. Радий аз ҷиҳати хосиятҳои химияии худ ба унсурҳои ишкорзамини мансуб мебошад.

Дар давраи минбаъда маълум шуд, ки ҳама унсурҳои химиявии рақами тартибиашон $Z>82$ радиоактивианд.

1. ***Чигуна ҳодисаро радиоактивият меноманд?***
2. ***Дар ҷадвали Менделеев кадом унсурҳои химиявӣ радиоактивианд?***
3. ***Унсурҳои радиоактивии радий ва полоний аз тарафи кадом олимон кашф карда шуданд?***

§ 5. АЛФА, БЕТА ВА ГАММА НУРҲО.

Баъди кашфи унсурҳои химиявии радиоактив тадқиқи табиати физикии нурҳои афкандаи онҳо огоз ёфт. Ғайр аз Беккирел ва Кюриҳо ба ин кор Резерфорд ҳам машғул шуд.

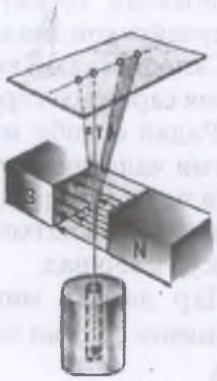
Таркиби мураккаб доштани нурҳои радиоактивӣ дар таҷрибаи зерин исбот шуд Манбаи радиоактивии радийдорро дар қаъри сӯрохии борики хоначаи сурбӣ ҷой дода, дар муқобили он сӯрох фотолавҳа гузоштанд. Дастаи нурҳои аз сӯрохӣ бароянда ба майдони магнитии пурзӯре дохил мегашт, ки он нисбат ба самти даста амудона равона буд (рас.200). Дастгоҳи таҷриба дар вакуум ҷойгир буд.

Маълум шуд, ки дар мавриди вуҷуд надоштани майдони магнитӣ дар фотолавҳа (баъди падид овардани тасвир) танҳо як доғ (дар рости сӯрохӣ) пайдо мешавад. Аммо дар майдони магнитӣ дастаи нурҳо се тақсим мешавад. Ду қисми даста ба тарафҳои муқобил майл мехӯрданд. Ин нишони он буд, ки он қисмҳо аз заррачаҳои гуногунзаряд иборатанд.

(Қисми манфии даста назар ба қисми мусбат зиёдтар майл медид). Қисми сеюми даста дар майдони магнитӣ майле надид. Қисми мусбати дастаро алфанурҳо (α-нурҳо), қисми

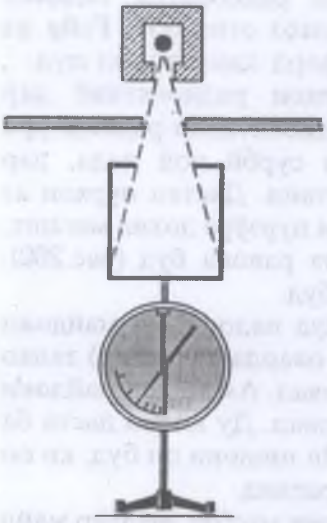
манфии онро бета-нурҳо (β-нурҳо) ва қисми безарядро гамма-нурҳо (γ - нурҳо) номиданд.

Ин нурҳо аз ҷиҳати қобилияти аз дохили моддаҳои гуногун гузарандагии худ фарқи куллӣ доранд. Алфа-нурҳо соҳиби камтарин қобилияти нуфузанд. Когази гафсиаш ҳамагӣ 0,1 мм барои алфа-заррaҳо ношаффоф аст. Агар дар роҳи нурҳои аз сӯрохи хоначаи сурбӣ бароянда як варақ коғази муқаррарӣ гузошта шавад, дар фотолавҳа доғи хоси α-нурҳо пайдо намешавад.



Расми 200.

Бета-нурҳо ҳангоми аз дохили моддаҳо гузаштан назар ба алфа-заррaҳо хеле кам фурӯ бурда мешаванд. Лавҳаи алюминӣ онҳоро танҳо дар мавриди чанд миллиметр будани ғафсиаш пурра фурӯ мебарад. Дараҷаи фурӯбурди нурҳо ба андозаи афзудани рақами атомии моддаи фурӯбаранда зиёд мешавад. Аммо қабати сурбии гафсиаш як сантиметр барои гамма-нурҳо садди ногузаштанӣ буда наметавонад. Дар мавриди аз ингуна садд гузаштани γ-нурҳо интенсивияти онҳо ин ё он дараҷа кам мешавад.


Расми201.

Табиати физикии алфа,бета ва гамма-нурҳо, албатта, гуногун аст.

Гамма-нурҳо. Хосиятҳои гамма-нурҳо ба хосиятҳои нурҳои рентгенӣ бисёр монандӣ доранд, аммо қобилияти нуфузи γ-нурҳо назар ба қобилияти нуфузи нурҳои рентгенӣ хеле баланд мебошад. Пас чунин хулоса баровардан мумкин аст, ки γ-нурҳо мавҷҳои электромагнитианд. Ин баъди ошкор гардидани дифраксияи γ-нурҳо ва чен кардани дарозии мавҷи онҳо пурра тасдиқ гардид. Дарозии мавҷи гамма-нурҳо

10^{-8}–10^{-11} см мебошад, яъне гамма-нурҳо назар ба нурҳои рентгенӣ кӯтоҳмавҷтар мебошанд.

Дар шкалаи мавҷҳои электромагнитӣ γ-нурҳо бевосита пас аз нурҳои рентгенӣ меоянд. Суръати паҳншавии гамма-нурҳо баробари суръати паҳншавии мавҷҳои элктромагнитӣ, яъне 300 000 км/с аст.

Бета-зарраҳо. Аз ибтидои тадқиқот алфа-ва бета-нурҳо чун сели зарраҳои электрнок муоина мешуданд. Омӯзиши таҷрибавии бета-зарраҳо осонтар буд, зеро онҳо ҳам дар майдони магнитӣ ва ҳам дар майдони электрикӣ сахт майл мехӯранд.

Масъалаи асосӣ чен кардани заряд ва массаи зарраҳо буд. Таҳқиқи ҳодисаи дар майдонҳои электрикӣ ва магнитӣ майл хӯрдани β-зарраҳо нишон дод, ки онҳо ба ҷуз электронҳо чизи дигаре нестанд ва бо суръатҳои наздики суръати вакуумии рӯшноӣ ҳаракат мекунанд.

Ҷолиби диққат аст, ки β-зарраҳои афкандаи унсурҳои радиоактив суръати гуногун доранд. Маҳз ҳамин аст, ки дастаи бета-зарраҳо дар майдони магнитӣ васеъ мешавад (ниг. рас. 200).

Алфа-зарраҳо. Табиати алфа-зарраҳоро дарк кардан мушкилтар буд, зеро онҳо дар майдонҳои электрикӣ ва магнитӣ суст майл мехӯранд.

Ин масъаларо Резерфорд пурра ҳал кард. Ӯ нисбати заряди зарра (q)-ро бар масааш (m) аз рӯи дараҷаи дар майдони магнитӣ майл хӯрдани он муайян кард. Ин нисбат барои алфа-зарра назар ба протон (ядрои атоми гидроген) тақрибан ду маротиба камтар баромад. Заряди протон баробари заряди электрон аст, вале масааш назар ба массаи электрон хеле зиёд, тақрибан як воҳиди атомии масса (в. а. м)[1] мебошад. Пас, барои алфазарра бар як заряди элементари массаи баробар ба ду в. а. м. рост меояд. Аммо заряд ва массаи алфа-зарра ҳанӯз маълум набуд. Пас, дар навбати аввал заряд ё массаи α-зарраро чен кардан зарур буд. Баробари пайдо шудани ҳисобгиракҳои Гейгер маҳз заряди α-зарраҳоро чен кардан осонтар ва эътимодноктар буд. Агар ҳисобгирак дарича ё худ тирезае дошта бошад, ки монеъи ҳаракати α-зарраҳо нагардад, онҳо ба даруни ҳисобгирак даромада қайд шуда метавонанд.

Резерфорд ҳисобгираки Гейгерро дар роҳи α-заррaҳо гузошта, адади заррaҳоеро чен кард, ки онҳоро манбаи радиоактив дар муддати муайян хориҷ мекунад. Баъд ӯ ба ҷои ҳисобгирак силиндри металие гузошта, онро бо электрометри ҳассосе пайваст (рас.201). Резерфорд ба воситаи электрометр адади α-заррaҳоеро чен кард, ки онҳоро манба дар ҳамон муддат ба даруни силиндр равона мекунад. (радиактивияти бисёр моддаҳо бо мурури замон қариб тағйир намеёбад). Заряди умумии заррaҳо ва адади онҳоро дониста, Резерфорд нисбати ин бузургиҳо, яъне заряди як α-заррaро ёфт. Ин заряд ҳамчени ду заряди элементарӣ баромад.

Ҳамин тариқ, Резерфорд муайян намуд, ки ҳар яке аз ду заряди воҳидии α-зарра ду воҳид заряди электрикӣ дораду чор воҳид масса. Ҳамингуна заряд ва массаро ядрои атоми гелий соҳиб мебошад. Аз ин ҷо бармеояд, ки α-зарра ядрои атом мебошад. Резерфорд баъдтар бо таҷрибаҳои бевосита аниқ сохт, ки ҳангоми рӯй додани α-коҳиши радиоактивӣ гелий ҳосил мешавад. Ӯ дар муддати чанд руз α-заррaҳоро дар зарфи махсусе захира карда, ба воситаи таҳлили спектрӣ муайян намуд, ки дар зарф гелий ҷамъ мешавад (ҳар як α-зарра ду электрон рабуда, ба атоми безаряди гелий табдил меёбад).

Дар коҳиши радиоактивӣ α-заррaҳо (ядроҳои атоми гелий), β-заррaҳо (электронҳо) ва γ-нурҳо (нурҳои электромагнитии кӯтоҳмавҷ) афканда мешаванд.

1. ***Таркиби мураккаб доштани нурҳои радиоактивӣ дар таҷриба чӣ тавр исбот карда шуд?***

2. ***Табиати α-заррaҳоро дарк кардан назар ба дарки хосиятҳои β-заррaҳо душвортар буд. Сабаби ин дар чӣ буд?***

3. ***γ нурҳо аз нурҳои рентгенӣ чи фарқият доранд ?***

§6. ТАБДИЛОТИ РАДИОАКТИВӢ

Дар ибтидои асри XX ба саволи он ки модда ҳангоми табдили радиоактивӣ чӣ тағйирот мебинад? ҷавоб додан осон набуд. Ҳанӯз дар огози таҳқиқи ҳодисаи радиоактивият бисёр чиз аҷиб ва гайриоддӣ менамуд.

1. Суръати нурафкании уран, торий ва радий ба дараҷаи тааҷҷубангез доимӣ буд. Интенсивияти нурафкании онҳо дар тӯли шабонарӯзҳо, моҳҳову солҳо ба қадри назаррас тағйир

намеёфт. Гарм кардан ё зиёд кардани фишор барин омилҳои муқаррарӣ ба интенсивияти нурафканиш асаре надошт. Реаксияҳои химияви, ки бо иштироки ин моддаҳои радиоактив рӯй медоданд, ба интенсивияти нурафканиш дигаргуние ворид намесохт.

2. Пас аз кашфи радиоактивият маълум гардид, ки дар ин маврид энергияи зиёде хориҷ мешавад. Пйер Кюрӣ ампулаи пури хлориди радийро дар калориметр ҷой дода, муайян кард, ки дар натиҷаи дар калориметр фурӯ рафтани энергияи алфа ва бета-заррахову гамма-квантҳои афкандаи 1г радий ҳар соат тақрибан 582 Ҷ энергия ҷудо мешавад ва ин миқдор энергия дар тӯли солҳо бефосила ҷудо мешавад.

Ин энергия, ки пайдоиши он ба омилҳои беруна вобастагие надорад, аз кадом ин сарчашма ба вуҷуд меояд? Моддаи радиоактив дар натиҷаи табдили радиоактивӣ кимчи хел тағйироте мебинад, ки он аз табдилоти муқаррарии химиявӣ ба куллӣ фарқ мекунад. Тахмине ба миён омад, ки табдилот бо «ташаббуси» худи атомҳо рӯй медиҳад.

Ғояи чандинасраи Демокрит дар бораи сохти атомӣ доштани модда тантана ёфт. Вале якбора баъди ин тантана масъалаи тағйирнопазирии атомҳо мавриди шубҳа қарор гирифт.

Мо таҷрибаҳоеро, ки охирон муҳаққиқонро ба хулосаи дуруст оварданд (дар натиҷаи табдили радиоактивӣ атомҳо силсилаи табдилоти гуногунро «аз сар мегузаронанд,) баён накарда, танҳо дар сари нахустин таҷрибаҳое таваққуф мекунем, ки онҳоро Резерфорд оғоз карда, баъдҳо ҳамроҳи химики англис Ф.Соддӣ идома додааст.

Резерфорд ошкор сохт, ки фаъолияти торий (яъне адади алфа – заррахои дар воҳиди вақт афкандаи торий) дар ампулаи маҳкам доимӣ мемонад. Вале агар макони таҷриба таҳти сели ҳатто сусти ҳаво қарор дода шавад, радиоактивияти торий хеле кам мешавад. Резорфорд гумон бурд, ки торий дар баробари α-заррахо газе низ хориҷ мекунад, ки он ҳам радиоактив аст.

Баъд Резерфорд ҳавои ампулаи торийдорро кашида, гази радиоактивро ҷудо кард. Ӯ аз таҳқиқи фаъолияти ионофарандагии ин газ хулоса гирифт, ки фаъолтияти ин газ (бар хилофи фаъолияти уран ва радий) хеле зуд кам мешавад: адади табдилотҳои он (дар воҳиди вақт) ҳар дақиқа ду

баробар кам мешавад ва баъди дах дақиқа аз он амалан асаре намедонад. Ф. Соддӣ хосиятҳои химиявии ин газро таҳқиқ карда, дарёфт, ки он дар ҳеҷгуна реаксияи химиявӣ иштирок намекунад, яъне гази инертӣ мебошад. баъдҳо ин газро радон номиданд. Ҷои он хонаи 86-уми ҷадвали Менделеев аст.

Элементҳои радиоактивии дигар: уран, актиний ва радий ҳам пай дар пай табдил меёфтанд. Хулосаи умумии таҳқиқотро Резерфорд ингуна маънидод намуд: «Атомҳои моддаи радиоактив қобили тағйироти худбахуд мебошанд. Дар ҳар лаҳзаи вақт қисми муайяни атомҳо нопойдор шуда, таркишсон табдил меёбад. Дар аксари мавридҳо як пораи атом-алфа-зарра бо суръати хеле баланд берун андохта мешавад. Дар баъзе мавридҳои дигар дар натиҷаи таркиш электрони баландсуръат хориҷ мегардад ва нурҳое ба вуҷуд меоянд, ки мисли нурҳои рентгенӣ қобилияти баланди нуфуз доранд ва онҳо бо номи гамма-нурҳо (γ-нурҳо) маълуманд. Хулоса, дар натиҷаи табдилоти атомӣ моддае ба вуҷуд меояд, ки бо хосиятҳои физикиву химиявии худ аз моддаи ибтидоӣ ба куллӣ фарқ мекунад. Аммо худи ин моддаи нав нопойдор аст ва ҳангоми табдил ёфтан нурҳои ба худ хос меафканад.

Ҳамин тариқ, аниқ гашт, ки атомҳои баъзе унсурҳо худ ба худ табдил ёфта, онқадар энергия меафкананд, ки он назар ба энергияи дар натиҷаи тағйироти муқарарии молекулӣ хориҷшаванда бағоят зиёд мебошад».

Баъди кашфи ядрои атом маълум гашт, ки сабаби табдилоти радиоактивӣ маҳз ҳамин ядро мебошад. дар воқеъ, дар қишри электронии атом α-зарра мавҷуд нест ва ба як воҳид кам шудани адади электронҳо атомро на ба усули химиявии нав, балки ба ион табдил медиҳад. Вале аз ядро хориҷ гаштани электрон заряди ядроро як воҳид тағйир медиҳад (зиёд мекунад).

Радиоактивият ҳодисаи худбахудии табдили ядроҳои радиоактив ба ядроҳои навъи дигар аст, ҳодисаест, ки дар натиҷаи он ядро ин ё он навъ зарра меафканад.

Қоидаи кӯчиш. Табдилоти ядроҳо тобеи қоидаи кӯчиш ном қоидаест, ки онро бори нахуст Соддӣ баён кардааст: дар α-коҳиш заряди ядро ба қадри 2e ва масааш ба қадри тақрибан чор воҳиди атомии масса кам мешавад. Дар натиҷа элементи маҳсул ду хона сӯи ибтидои ҷадвали даврӣ мекӯчад.

Ин нуқтаро ба воситаи рамзҳо ин тавр ифода кардан мумкин аст:

$$^{M}_{z}X \rightarrow {}^{M-4}_{z-2}У + {}^{4}_{2}He$$

Ин ҷо унсур бо рамзҳои маъмулии химиявӣ ишорат шудааст: дар тарафи чапи рамзӣ унсур дар шакли шохис (индекс)-и поёнӣ заряди ядро сабт мешаваду дар шакли шохиси болоӣ – массаи атомӣ. Чунончи, ғидроген рамзи $^{1}_{1}H$ дорад. Барои α-зарра (ядрои атоми гелий) ишорати $^{4}_{2}He$ қабул шудааст ва ғ. Дар бета-коҳиш ядро электрон меафканад, ки дар натиҷа заряди ядро як воҳид меафзояд, вале масааш қариб бетағйир мемонад:

$$^{M}_{z}X \rightarrow {}^{M}_{z+1}У + {}^{0}_{-1}e$$

Ин ҷо $^{0}_{-1}e$ ишорати электрон аст: шохиси «0» нишон медиҳад, ки массаи электрон назар ба як воҳиди атомии масса ночиз аст. Баъди β-коҳиш унсур як хона сӯи поёни ҷадвали даврии унсурҳо мекӯчад.

Афканиши г а м м а- к в а н т заряди ядроро тағйир намедиҳад: массаи ядро бошад, дар ин маврид ҳам бағоят кам тағйир меёбад.

Қоидаҳои кӯчиш нишон медиҳанд, ки дар табдили радиоактивӣ заряди электрикӣ бобақост ва массаи атомии нисбии ядро тақрибан бақо дорад.

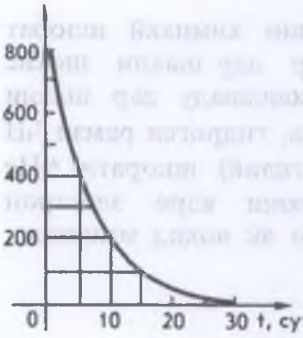
Ядроҳои нави дар натиҷаи табдили радиоактивӣ пайдошуда низ радиоактив буда метавонанд.

Дар табдили радиоактивӣ табдили ядроҳои атомӣ рӯй медиҳад.

1. *Чиро радиоактивият меноманд?*
2. *Қоидаи кӯчишро маънидод кунед?*
3. *Чиро энергияи бандиши ядро меноманд?*
4. *Ҳангми α - табдилот чӣ гуна унсур ҳосил мешавад?*
5. *Ҳангми β - табдилот чӣ гуна унсур ҳосил мешавад?*

§7. ҚОНУНИ ТАБДИЛОТИ РАДИОАКТИВӢ. ДАВРИ НИМТАБДИЛ.

Резерфорд табдилоти ядроҳои радиоативиро таҳқиқ карда, бо роҳи таҷрибавӣ муайян намуд, ки фаъолияти он моддаҳо бо мурури замон тағйир меёбад. Чунончи, фаъолияти радон пас аз 1 дақиқа аллакай ду бор кам мешавад. Фаъолияти уран, торий ва радий барин унсурҳои радиоактив низ бо мурури замон мекоҳад.



Расми 202.

Барои ҳар як моддаи радиоактив фосилаи муайяни вақте вуҷуд дорад, ки дар он фаъолият ду бор кам мешавад. Ин фосила *даври* нимтабдил ном гирифтааст.

Даври нимтабдил T фосилаи вақтест, ки дар тӯли он нисфи адади мавҷудаи атомҳои радиоактив тақсим мешавад.

Дар ҳақиқат фаъолияти манбаро дар натиҷаи ду тақсими баробар кардани он ҳам ба даст овардан мумкин аст.

Кам шудани адади табдилҳо дар воҳиди вақт барои яке аз моддаҳои радиоактив дар рас. 202 тасвир ёфтааст. Даври нимтабдилии ин модда 5 шабонарӯз аст.

Акнун бубинем, ки қонуни табдили радиоактивиро чӣ тавр ифода кардан мумкин аст. Бигзор адади атомҳои радиоактив дар лаҳзаи аввали вақт (t=0) ба N_0 баробар бошад. Он гоҳ пас муддати баробар ба як даври нимтабдил ин адад баробари $\frac{N_0}{2}$ мешавад. Пас аз як даври дигар ин адад баробари

$$\frac{1}{2}\frac{N_0}{2} = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2}$$

мешавад. Пас муддати $t=nT$, яъне пас аз n даври нимтабдил инқадар атоми радиоактив боқӣ мемонад:

$$N = N_0\frac{1}{2^n}$$

ё ин ки $\boxed{N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}}$ (10.1)

Ҳамин аст ифодаи математикии *қонуни табдили радиоактивӣ*. Аз рӯи ин ифода адади атомҳои то ин ё он лаҳза табдилнашудаи радиоактивиро муайян мекунанд.

Даври нимтабдил бузургии асосиест, ки суръати табдили радиоактивиро ифода мекунад. Даври нимтабдил барои моддаҳои гуногун киматҳои гуногун дорад. Чунончи, даври нимтабдили урани $^{238}_{92}U$ тақрибан $4{,}5 \cdot 10^9$ сол аст. Маҳз ҳамин аст, ки фаъолияти уран солҳои сол қариб бетағйир мемонад. Даври нимтабдили радий назар ба уран хеле кам, ҳамагӣ 1600 сол мебошад. Бинобарин радий назар ба ҳамон миқдори уран фаъолияти хеле зиёдтар дорад. Унсурҳои радиоактиве низ мавҷуданд, ки даври нимтабдилашон миллионяки сония аст.

Барои аз рӯи формулаи (10.1) муайян кардани даври нимтабдил адади ибтидоии атомҳо N_0-ро дониста, адади атомҳои табдилнаёфта N-ро барои ин ё он фосилаи вақти t ёфтан зарур аст.

Худи қонуни табдили радиоактивӣ басо содда аст. Вале маънои физикии онро фаҳмидан осон нест. Дар воқеъ, мувофиқи ин қонун дар ҳар яке аз фосилаҳои вақт ҳамон як ҳиссаи атомҳои мавҷуда (дар муддати як даври нимтабдил нисфи атомҳо) мекоҳад. Пас, бо мурури замон суръати табдил ҳеҷ тағйир намеёбад. *Атомҳои радиоактив «пир» намешаванд*. Чунончи, атомҳои радон, ки аз табдили радий ба вуҷуд меоянд, чи дар лаҳзаи пайдоиши худ ва чи баъди 10 дақиқаи тавлиди худ имкони якхелаи табдил ёфтан дорад. табдили ҳар як ядро на «марг аз пирӣ», балки «фалокати ногаҳониест» дар «ҳаёти» он. Барои атомҳо (саҳеҳтар гӯем, барои ядроҳои онҳо)-и радиоактив танҳо *умри миёнаи* атомҳои радиоактив τ-ро муайян кардан мумкин аст.

Муддати мавҷудияти атомҳои алоҳида ва ҳиссаҳои сония то миллиардҳо сол буда метавонад. Чунончи, атоми уран метавонад, ки миллиардҳо сол қарор хобида, ногаҳон таркад, бо вуҷуде ки атомҳои ҳамсояҳои он метавонанд, ки миллиардҳо соли дигар қарор хобанд. Умри миёна τ-ин қимати миёнаи арифметикӣ умри адади ба қадри кофӣ зиёди ҳамон як навъи атомҳост ва бо даври нимтабдил T ин тавр алоқаманд мебошад:

$$\tau \approx 1{,}4\,T. \quad (10.2)$$

Лаҳзаи табдили атоми алоҳидаро пешгӯи кардан имконнопазир аст. Танҳо дар бораи умри миёнаи атомҳои таркиби маҷмӯъи сератом сухан рондан маънии муайян дорад. Қонуни табдили радиоактивӣ адади атомҳои ба ҳисоби миёна дар ин ё он фосилаи вақт табдилёбандаро муайян мекунад.

1. *Даври нимтабдилро таъриф диҳед.*
2. *Формулаи даври нимтабдилро нависед ва онро шарҳ диҳед.*
3. *Қонуни табдили радиоактивӣ чиро муайян мекунад?*

§ 8. ИЗОТОПҲО ВА ИСТИФОДАИ ОНҲО.

Аз мушоҳидаи адади зиёди табдилоти радиоактивӣ маълум гардид, ки моддаҳое мавҷуд мебошанд ки бо вуҷуди хосиятҳои химиявии якхела доштанашон, инчунин соҳиби хосиятҳои гуногуни радиоактивианд. Онҳоро бо ҳама усулҳои мавҷудаи химиявӣ ҷудо кардан муяссар нагардид. Дар ҳамин замина с.1911 Соддӣ пешниҳод намуд, ки атомҳои аз ҷиҳати химиявӣ хосияти якхела, вале аз ҷиҳати радиоактивият гуногун доштаи элементҳои мавҷударо дар ҳамон як хонаи системаи даврии Менделеев ҷой додан лозим аст. Соддӣ онҳоро ***изотоп*** номид (аз калимаҳои юнонии isos – баробар, монанд ва topos – ҷой, яъне унсурҳое, ки ҳамон як ҷойро ишғол мекунанд).

Элементҳои химиявие,ки рақами тартибиашон як буда, аз якдигар бо адади масавиашон фарқ мекунанд, изотопҳо меноманд.

Баъди як сол, вақте ки Ҷ. Ҷ. Томсон массаи ионҳои неонро бо усули дар майдонҳои магнитӣ ва электрикӣ майл додани онҳо чен кард, гуфтаи Соддӣ ба куллӣ тасдиқ гашт ва шарҳ ёфт. Томсон ошкор сохт, ки неон аз омехтаи ду навъ атомҳо таркиб ёфтааст. Қисми зиёди онҳо массаи атомии нисбии 20 ва қисми бағоят камашон массаи 22 доранд. Ҳамин аст, ки массаи атомии нисбии омехта 20,2 мешавад. Атомҳои соҳиби ҳамон як хосиятҳои химиявӣ дорои массаи гуногун буда метавонистаанд. Табиист, ки ҳарду навъи неон дар ҷадвали Менделеев ҳамон як хонаро ишғол мекунанд, яъне изотоп мебошанд.

Ҳамин тариқ, изотопҳо на танҳо бо хосиятҳои радиоактивӣ, балки бо массаи худ низ фарқ мекунанд. Зарядҳои ядроҳои атомҳои изотопҳо, ки адади электронҳои

атомӣ ва аз ин рӯ, хосиятҳои химиявии атомҳоро ифода мекунанд, баробаранд. Аммо массаи ядроҳои изотопҳо аз якдигар фарқ доранд; ядроҳо пойдор ҳам буда метавонанду нопойдор ҳам. Тафовути хосиятҳои радиоактивии изотопҳо бо он алоқаманд аст, ки ядроҳои онҳо массаи гуногун доранд.

Дар замони ҳозира муқаррар шудааст, ки ҳама унсурҳо изотоп доранд. Аммо на ҳама унсурҳо изотопи пойдор доранд. Баъзеи онҳо танҳо изотопҳои нопойдор (яъне изотопҳои радиоактив) доранд. Вазнинтарин унсури табиӣ уран чанд изотоп дораду (массаи атомии нисбиашон 238, 235 ва ғ.) сабуктарин унсур гидроген (массаи атомии нисбиашон 1,2,3).низ чанд изотоп дорад.

Изотопҳои гидроген шоёни диққатанд, зеро массаи онҳо аз якдигар ду се маротиба фарқ мекунад. Изотопи массаи атомии нисбиаш 2 *дейтерий* ном гирифтааст. Дейтерий пойдор аст (яъне радиоактив нест). Миқдори он дар омехтаи изотопҳои гидроген ҳамаги 1:4500 мебошад.

Дар натиҷаи бо оксиген омезиш ёфтани дейтерий оби *вазнин* ҳосил мешавад, ки хосиятҳои физикии он аз хосиятҳои оби муқаррарӣ фарқ дорад. Дар фишори атмосферии мӯътадил ин об дар ҳарорати 101,2°С меҷӯшаду дар ҳарорати 3,8°С ях мебандад.

Изотопи дигари гидрогенро, ки массаи атомии нисбиаш 3 аст, *тритий* мегӯянд. Ин изотоп бета-радиоактив мебошад (электрон меафканад) ва даври нимтабдили тақрибан 12,3 сол дорад. Ҳама унсурҳои химиявӣ изотоп доранд. Ядроҳои атомии изотопҳо заряди якхела, вале массаи гуногун доранд. Изотопҳои радиоактив дар саноати (индустрияи)-и атомӣ ҳарчи бештар истифода шуда истодаанд.

Унсурҳои химиявие, ки дар табиат вуҷуд надоранд. Бо ёрии реакторҳои атомӣ изотопҳои радиоактиви ҳама унсурҳои химиявиеро, ки дар табиат дар шакли пойдор (устувор) мавҷуданд, ҳосил кардан имконпазир аст. Унсурҳои рақами тартибишон 43, 61, 85 ва 87 умуман изотопи пойдор надоранд. Чунончи, дарозумртарин изотопи унсури рақами тартибияш $z=43$ (технесий) давраи нимтабдили $2,6 \cdot 10^6$ сол дорад (^{97}Tc), ки ин назар ба синни геологии Замин ($4,6 \cdot 10^9$сол) қариб 1800 бор кӯтоҳтар мебошад. Бинобарин технесий дар моддаи Замин дучор намеояд.

Бо ёрии реаксияҳои ядроӣ унсурҳои трансуранӣ низ ҳосил карда шудаанд. Мо дар бораи ду унсури аввали трансуранӣ-нептуний ва плутоний алаккай каму беш маълумот дорем. Ғайр аз ин боз унсурҳои трансурании зерин ҳосил карда шудаанд: *америсий* (Z=95), *кюрий*(96), *берклий*(97), *калифорний*(98), *эйнштейний*(99),*фермий*(100), *менделевий*(101), *нобелий*(102),*лоуренсий*(103), *Курчатовий*(104), *нилсборий* (105). Курчатовий, нилсборий ва инчунин унсурҳои 106, 107, 108 (ки ҳанӯз ном нагирифтаанд) бори аввал дар шаҳри Дубна ҳосил карда шудаанд. (Унсури 108 дар Олмони Ғарбӣ низ ҳосил карда шуда буд; унсури 109 ҳам дар он ҷо « тавлид» ёфтааст).

Нишонаатомҳо. Дар замони ҳозира дар истеҳсолот доираи истифодаи изотопҳои радиоактивии гуногун торафт васеъ шуда истодааст. Аз ин ҷиҳат усули нишонаатомҳо ҷолиб мебошад. Ин усул бар он асос ёфтааст,ки хосиятҳои химиявии изотопҳои радиоактив аз хосиятҳои изотопҳои ғайри радиоактиви ҳамон элементҳо фарқе надоранд.

Изотопҳои радиоактивиро аз рӯи нурҳои афкандаашон ошкор сохтан осон аст. Радиоактивият нишонаи махсусест, ки бо ёрии он рафтори унсури химиявиро дар реаксияҳои гуногуни химиявӣ ва табдилоти физикии моддаҳо таҳқиқ кардан мумкин аст. Усули нишонаатомҳо яке аз пурсамартарин тарзҳои ҳалли масъалаҳои гуногуни биология, физиология, тиб ва ғ. гардид.

Изотопҳои радиоактив – манбаи гамма-нурҳо. Изотопҳои радиоактив дар соҳаҳои гуногуни илм, тиб ва техника чун манбаи гамма-квантҳо истифода мешаванд. Дар ин гуна мавридҳо асосан кобалти радиоактиви $^{60}_{27}Co$ истифода мешавад, ки он квантҳои энергияшон 1,17 МэВ ва1,33 МэВ меафканад.

Истеҳсоли изотопҳои радиоактив. Ингуна изотопҳоро дар реакторҳои атомӣ ва суръатфизоҳои зарраҳои электрнок ба вучуд меоваранд. Дар замони ҳозира ба ин кор як соҳаи бузурги саноат машғул мебошад.

Изотопҳои радиоактив дар биология ва тиб. Яке аз тадқиқотҳои илмие, ки ба воситаи нишонаатомҳо анҷом дода шудааст, тадқиқи мубодилаи моддаҳо дар организм мебошад. Исбот карда шуд, ки дар муддати нисбатан кӯтоҳ организм қариб комилан нав мешавад, яъне атомҳои таркиби он бо атомҳои нав иваз мешаванд.

Аз ин қоида, чунонки изотопи хун нишон дод, танҳо оҳан истисност. Оҳан дар таркиби гемоглобини доначаҳои сурхи хун дохил аст. Санҷиши миқдори атомҳо ҳамроҳи хӯрок ба организм воридкардаи $_{26}^{59}Fe$ нишон дод, ки атомҳои оҳан қариб ба хун намегузаранд. Танҳо дар ҳолати дар организм кам шудани миқдори оҳан организм ин атомҳоро ҳазм мекунад (мегирад).

Изотопҳои радиоактив дар тиб ҳам барои ташхиси беморӣ ва ҳам барои табобат истифода мешаванд.

Ба хун қадре натрийи радиоактив ворид карда, гардиши хунро санҷидан осон аст.

Йод дар ғадуди сипаршакл (хусусан дар бемории Базедов) бисёр басуръат ҷамъ меояд. Мушоҳидаи ҷараёни дар ин ғадуд ҷамъ омадани йоди радиоактив ба воситаи ҳисобгираки нурҳои афкандаи йод имкон медиҳад, ки беморӣ ба зудӣ муайян карда шавад. Воя (доза)-ҳои зиёди йод бофтаҳои номӯътадил инкишофёбандаро қисман хароб мекунад. Аз ин рӯ йоди радиоактивиро дар муолиҷаи бемории Базедов низ истифода бурда мешавад.

Дастаи гамма-нурҳои кобалти $^{60}_{27}Co$ дар муолиҷаи саратон натиҷаи хуб медиҳад.

Изотопҳои радиоактив дар кишоварзӣ. Майдони истифодаи изотопҳо дар кишоварзӣ низ торафт васеътар шуда истодааст. Қадре гамма-борон кардани тухми рустаниҳо (пахта, карам, шалгамча ва г) ҳосили онро фаровонтар мегардонад.

Гамма-нурҳои афкандаи изотопҳо барои нобуд сохтани ҳашароти зиёновар ва барои нигаҳдошти маводи хӯрока низ истифода мешаванд.

Барои донистани ин ки рустаниҳо кадом навъи порухои фосфориро бехтар ба худ мегиранд, ба таркиби порухои гуногун фосфори радиоактивии $^{32}_{15}P$ илова карда, баъд радиоактивияти рустаниҳоро санҷида, миқдори фосфор ва аз рӯи он миқдори порухои аз таркибҳои гуногун гирифтаи онҳоро муайян кардан мумкин аст.

Изотопҳои радиоактив дар бостоншиносӣ (археология). Барои муайян кардани синни ашёи органикии бостонӣ: чӯб, ангишти чӯб, матоъ, устухонҳои одаму ҳайвонот ва г. усули радиокарбонӣ татбиқ карда мешавад. Дар таркиби рустаниҳо ҳамеша изотопи радиоактиви $^{14}_{6}C$ (даври нимтабдили T=5700

сол) мавҷуд аст, ки он ба миқдори начандон зиёд дар ҳаво ба таъсири нейтронҳо аз нитроген ба вуҷуд меояд. Нейтронҳо бошанд, дар натиҷаи реаксияҳои ядрои дар атмосфера ҳосил кардани заррaҳои баландэнергияи кайҳонӣ ба вуҷуд меоянд. Ин карбон бо оксиген пайваст шуда, гази карбонат ($^{14}CO_2$) ҳосил мекунад. Гази карбонат ба воситаи рустаниҳо ба ҷисми одаму ҳайвонот ворид мегардад. Ҳар грамм карбони таркиби намунаҳои дарахти навбурида сонияе қариб 15 бета-зарра меафканад.

Рустанӣ пас аз буридан ва организми зинда пас аз марг дигар карбони радиоактив «хӯрда» наметавонанд.. Миқдори карбони радиоактиви таркиби намунаҳоро чен карда, синни онҳоро ёфтан осон аст. Ин усул барои муайян кардани синни намунаҳои то 50-60-ҳазорсола натиҷаи дуруст медиҳад. Усули радиокарбонӣ дар муайян кардани синни мумиёҳои мисрӣ, боқимондаҳои гулханҳои замонҳои таърихӣ истифода шудааст. Барои муайян кардани синни минералҳову дигар намунаҳои милионсолаву миллиардсола изотопҳои дигари радиоактив -^{238}U, ^{235}U, ^{87}Rb ва г. истифода мешаванд.

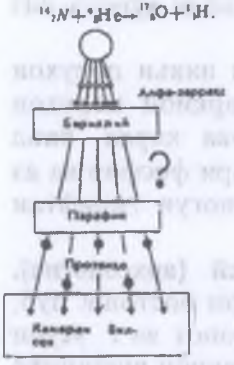
1. ***Чиро изотоп меноманд?***

2. ***Изотоп аз кадом калима гирифта шуда, чӣ маъно дорад?***

3. ***Изотопҳо аз якдигар бок адом бузургиашон фарқ мекунанд?***

4. ***Изотопҳои родиоактив чӣ татбиққҳо доранд?***

§ 9. КАШФИ НЕЙТРОН



Расми 203.

Табдили сунъии ядроҳои атомӣ. Ядрои атомро ба таври сунъӣ бори нахуст с. 1911 Резерфорд табдил додааст. Ӯ пай бурда тавонист, ки барои табдил додани ядро энергияи зиёде зарур аст. Он вақтҳо воситаи беҳтарин α-заррaҳое буданд, ки дар натиҷаи табдили радиоактивӣ ба вуҷуд меомаданд.

Нахустин ядрое, ки ба таври сунъӣ табдил дода шуд, ядрои атоми нитроген $^{14}_{7}N$ буд. Резерфорд нитрогенро бо α-заррaҳои афкандаи радий алфаборон карда, ошкор сохт, ки дар натиҷаи ин ядроҳои атоми гидроген-протонҳо

ба вуҷуд меоянд (расми 203).

Дар таҷрибаҳои нахустин протонҳо бо усули шараршуморӣ (усули ссинтиллятсияҳо) ба ҳисоб гирифта мешуданд. Бинобар ин санҷишҳо чандон саҳеҳ набуданд. Аммо баъди чанд сол табдили нитроген дар камераи Вилсон мушоҳида карда шуд. Ядроҳои нитроген тақрибан ҳар як α-зарраи 50 000-уми афкандаи манбаи радиоактивиро (ки дар даруни камера ҷой дошт) фурӯ бурда, ба ядрои оксиген табдил меёфтанд:

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$



Расми 204.

Дар рас. 204. яке аз фотосуратҳои ин рӯйдодҳо тасвир ёфтааст. Дар тарафи чапи сурат душохагие ба назар мерасад, ки шохаи ғафси он хоси ядрои оксиген асту шохаи борикаш-хоси протон. Изи алфа-зарраҳои дигаре, ки дар расм тасвир ёфтаанд ростхаттаанд, зеро онҳо бо ядроҳои нитроген барнахӯрдаанд.

Бо таъсири α-заррахо табдил ёфтани ядроҳои фтор, натрий, алюмин ва г.-ро муҳаққиқони дигар ошкор кардаанд. Аз ҳамаи ин ядроҳо бо таъсири α-заррахо протон хориҷ мегардад. Вале ядроҳои вазнин (ядроҳои охири ҷадвали унсурҳо) бо таъсири α-заррахо табдил намеёфтанд. Маълум буд, ки заряди бузурги онҳо α-заррахои истифодашавандаро ба ядро наздик шудан наметонд.

Кашфи нейтрон. Соли 1932 дар таърихи физикаи ядрои атом воқеаи басо муҳим ба вуқуъ пайваст, он сол Ҷ. Ҷ. Чэдвик (ҳамроҳи Резерфорд) нейтронро кашф кард.

Дар мавриди алфаборон кардани бериллий протон ба вуҷуд намеомад. Вале дар ин маврид нурҳое ҳосил мешуданд, ки қобилияти зиёди нуфуз доштанд ва аз варақаҳои сурбии ғафсиаш 10-20 см гузашта метавонистанд. Гумон рафт, ки ин нурҳо гӯё гамма-нурҳои баландэнергия бошанд. Ирен Ҷолио – Кюрӣ (духтари Мария ва Пйер Кюриҳо) ва ҳамсари ӯ Фредерик Ҷолио - Кюрӣ ошкор карданд, ки агар дар роҳи нурҳои бериллий лавҳаи парафинӣ гузошта шавад, қобилияти ионофарии он нурҳо якбора меафзояд. Онҳо дуруст тахмин карданд, ки нурҳои бериллийӣ аз парафин протонҳоро зада мебароранд. Ҷолио-Кюриҳо ба воситаи камераи Вилсон ин

протонҳоро ошкор сохта, аз рӯи дарозии дави онҳо энергияашонро баҳо доданд. Агар гӯем, ки протонҳо дар натиҷаи ба онҳо задани гамма-квантҳо шитоб гирифтаанд, пас, энергияи ин квантҳо бояд басо зиёд – қариб 55 МэВ (миллион электронволт) бошад. Соли 1932 Чэдвик дар камераи Вилсон изи ядроҳои бо нурҳои бериллийӣ бархӯрдаи нитрогенро мушоҳида кард.



Ҷолио-Кюрӣ Фредерик (1900-1958) - олими барчастаи фаронсавӣ Фредерик фаронсавӣ. Ҷолио-Кюрӣ ҳамроҳи ҳамсараш Ирен с. 1934 радиоактивияти сунъиро ошкор сохт. Таҷрибаҳои Ҷолио-Кюрӣ роҷеъ ба таҳқиқи ҳодисаи бо таъсири алфа-заррачо нур афкандани бериллий барои кашфи нейтрон аҳамияти муҳим доштанд. Ф. Ҷолио-Кюрӣ ва ҳамкоронаш с. 1939 бори нахуст адади миёнаи нейтронҳоеро муайян кард, ки дар ҳолати пора шудани як ядрои уран хориҷ мегарданд. Имконпазир будани реаксияи ядроии занҷириро низ аввалин маротиба Ф. Ҷолио-Кюрӣ исбот кардааст.

Аз рӯи баҳододи ӯ энергияи гамма-кванте, ки ядрои нитрогенро суръати мутобиқ ба суръати мушоҳидашуда мебахшад, бояд камаш 90 МэВ бошад. Мушоҳидаи ядроҳои ақибрафтаи аргон дар ҳамонгуна шароит рақами боз ҳам зиёдтар- 150 мэВ дод.

Ҳамин тариқ, муҳаққиқон пайдоиши ин ядроро натиҷаи бархӯрди онҳо ва заррачои маҳрум аз массаи оромиш (гамма-квантҳо) пиндошта, ба мухолифати ошкоро бархӯранд: тавре ба назар мерасид, ки гӯё ҳамон як навъи гамма-квантҳо дар ҳар маврид энергияи ҳархела дошта бошанд.

Маълум гашт, ки тахмини муҳаққиқон дар бораи он ки гӯё бериллий гамма-квант меафканда бошад, заминаи мантиқӣ надорад. Ҳамчунин бериллий бо таъсири α-заррачо ким-чи ҳел заррачои вазнин меафканад, зеро протонҳо ё ядроҳои нитроген ва аргон маҳз дар натиҷаи бо заррачои вазнин бархӯрдан соҳиби ин қадар энергияи зиёд мегарданд. Азбаски ин заррачо қобилияти баланди нуфуз доштанду газро бевосита ионизатсия карда наметавонистанд, хулоса барварда шуд, ки онҳо заррачои безаряд мебошанд Зеро агар онҳо безаряд намебуданд, бо моддаҳои таъсири мутақобили

қавӣ (ё худ таъсири мутақбили зӯр) медоштанд ва аз ин рӯ энергияи худро басо зуд сарф мекарданд.

Зарраи нав *нейтрон* ном гирифт. Мавҷудияти онро ҳанӯз с. 1920 Резерфорд пешгӯй карда буд. Массаи нейтронҳоро аз рӯи энергия ва импулси ядроҳои бо онҳо бархурда муайян кардаанд. Вай назар ба массаи протон 1836,1 m_e (m_e — массаи электрон) андак зиёдтар : 1838,6 m_e мебошад.

Дар натиҷаи дар ядрои бериллий фурӯ рафтани α-зарра реаксияи зайл рӯй медиҳад:

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n.$$

Ин ҷо $^{1}_{0}n$ рамзи нейтрон мебошад; массаи нисбии нейтрон тақрибан як воҳиди атомии масса асту заряди электрикии он баробари сифр. Нейтрон зарраест, ки заряди электрикӣ надорад. Массаи нейтрон назар ба массаи протон ба қадри 2,5 массаи электрон зиёдтар аст.

1. ***Нейтрон кай ва аз тарафи кӣ кашф карда шудааст?***
2. ***Нейтрон чӣ гуна зарра мебошад?***
3. ***Нахустин ядрои атом аз тарафи кӣ табдил дода шуд?***
4. ***Нейтрон дар натиҷаи бархӯрди ростакӣ бо протон энергияи худро пурра ба он медиҳаду дар бархӯрд бо ядрои нитроген танҳо қисми онро. Чаро?***

§10. СОХТИ ЯДРОИ АТОМ. ҚУВВАҲОИ ЯДРОӢ.

Пас аз кашфи нейтрон олими шӯравӣ Д. Д. Иваненко ва олими олмонӣ В. Гайзенберг бехабар аз якдигар модели протонӣ-нейтронии ядроро пешниҳод карданд.

Модели протони-нейтронии ядрои атом. Мувофиқи модели протонӣ-нейтронӣ ядро аз ду навъ зарра аз протонҳо ва нейтронҳо таркиб меёбад.

Адади протонҳои таркиби ядро ба адади электронҳои қишри электронии атом баробар аст. Пас, адади протонҳои ядро ба рақами атомии унсури химиявӣ (дар ҷадвали Менделеев) **Z** баробар аст. Ҷамъи адади протонҳои ядро **Z** ва нейтронҳои он **N**, яъне ҷамъи

$$Z+N=A \qquad (1\ \ 0.3)$$

адади массавӣ ном гирифтааст. Азбаски массаи протон ба массаи нейтрон наздик аст ва ҳар яки онҳо тақрибан баробари як воҳиди атомии масса мебошад, пас, адади

Изотопҳо гуфта ядроҳоеро мефаҳманд, ки миқдори протонҳояшон Z баробар асту миқдори нейтронҳояшон N (ё адади массавишон А) гуногун мебошад.

массавӣ ба массаи атомии нисбии то адади том яклухтшудаи унсур баробар меояд. Барои муайян кардани ададҳои массавӣ асбобҳои массасанҷии махсусе истифода мешаванд, ки саҳеҳияти баланд доштани онҳо ҳатмӣ нест.

Қувваҳои ядроӣ. Азбаски ядроҳо басо пойдоранд, пас, протонҳову нейтронҳо дар ядро бояд бо қувваҳои пурзӯре алоқаманд бошанд. Чигунаанд ин қувваҳо?

Бояд қайд кард, ки қувваҳои ядроӣ қувваҳои ҷозиба нестанд. Ин қувваҳо қувваҳои электромагнитӣ низ нестанд, зеро онҳо ҳам дар байни зарраҳои ҳамзаряд протонҳо вуҷуд доранду ҳам дар байни зарраҳои аз ҷиҳати электрикӣ безаряд — нейтронҳо.

Дар байни зарраҳои дохили ядроӣ — протонҳову нейтронҳо (онҳоро аксаран нуклон мегӯянд) қувваҳои махсус амал мекунанд, ки онҳоро қувваҳои ядроӣ меноманд. Хосиятҳои асосии қувваҳои ядроӣ чигунаанд?

Қувваҳои ядроӣ назар ба қувваҳои электрикӣ (ё худ қувваҳои кулонӣ) тақрибан сад бор қавитаранд ва умуман, онҳо пурзӯртарин қувваҳои табиатанд. Бинобарин таъсири мутақобили зарраҳои ядроиро таъсири мутақобили қавӣ (ё таъсири мутақобили зӯр) меноманд.

Таъсири мутақобили қавӣ бо таъсири мутақобили нуклонҳои таркиби ядро маҳдуд намешавад. Ин навъи махсуси таъсири мутақобил аст ва дар баробари таъсири мутақобили электромагнитӣ бисёр зарраҳои элементариро хос мебошад. Хосияти дигари муҳими қувваҳои ядроӣ ин аст, ки онҳо кӯтоҳтаъсиранд. Қувваҳои электромагнитӣ бо афзоиши масофа нисбатан оҳиста кам мешаванд ва доираи зуҳуроти онҳо номаҳдуд мебошад. Қувваҳои ядроӣ бошанд (чунонки ҳанӯз аз таҷрибаҳои Резерфорд рушан буд) танҳо дар масофаҳои аз ҷиҳати бузургӣ баробари андозаи ядро, яъне дар масофаҳои 10^{-12} - 10^{-13} см зоҳир мегарданд.

Ядроҳои атомӣ аз протонҳо ва нейтронҳо таркиб ёфтаанд. Ин зарраҳо дар ядро бо қувваҳои ядроӣ ингаҳдорӣ мешаванд.

1. *Модели протонӣ-нейтронии ядроро киҳо пешниҳод намуданд?*
2. *Чиро изотоп меноманд ?*
3. *Хосиятҳои асосии қувваҳои ядроиро номбар кунед?*
4. *Кадом қувваҳоро қувваҳои ядроӣ меноманд?*
5. *Қувваҳои ядроӣ аз қувваҳои электромагнитӣ чӣ фарқ доранд?*

§ 11. ЭНЕРГИЯИ БАНДИШИ ЯДРОИ АТОМ

Мафҳуми энергияи бандиши ядро дар физикаи ядро мақоми бағоят муҳим дорад. Энергияи бандиши ядро имкон медиҳад, ки сабаби хориҷ гардидани энергияи дохилиядроиро ба хубӣ дарк намоем.

Нуклонҳоро дар дохили ядро қувваҳои тавонои ядроӣ нигоҳ медоранд. Барои аз ядро кандани нуклон (протон ё нейтрон) кори зиёде иҷро кардан, яъне ба ядро энергияи зиёде додан лозим аст.

Энергияи бандиши ядро гуфта энергияеро меноманд, ки барои ба нуклонҳои алоҳида пора кардани ядро зарур аст.

Дар асоси қонуни бақои энергия метавон гуфт, ки энергияи бандиш ба энергияе баробар мебошад, ки дар натиҷаи аз нуклонҳои алоҳида таркиб ёфтани ядро хориҷ мегардад.

Энергияи бандиши ядроҳо басо бузург мебошад. Онро чӣ тавр муайян кардан мумкин аст?

Энергияи бандиши ҳаргуна ядроро дар мавриди истифода кардани таносуби байни масса ва энергия

$$E = mc^2 \qquad (10.4)$$

ёфтан имконпазир хоҳад буд.

Дақиқтарин санҷишҳои массаи ядроҳо нишон медиҳад, ки массаи оромиши ядро $M_я$ назар ба ҷамъи массаҳои оромиши протонҳову нейтронҳои таркибдиҳандаи он ҳамеша кам аст:

$$M_я < Zm_p + Nm_n \qquad (10.5)$$

Чунонки мегӯянд, камомади масса вуҷуд дорад: фарқи массаҳои

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_я$$

мусбат мебошад. Аз ҷумла, барои гелий $_2{}^4\mathrm{He}$ массаи ядро назар ба массаи ду протону ду нейтрон ба қадри 0,75% кам аст. Пас, барои як мол гелий $\Delta M = 0{,}03$ г хоҳад буд. Кам шудани масса дар мавриди аз протонҳову нейтронҳо ташкил ёфтани ядро онгуна маънӣ дорад, ки дар ин маврид энергияи

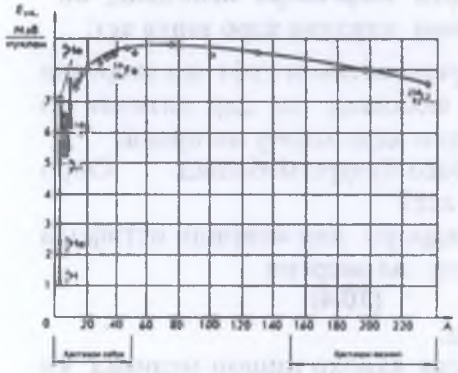
ин системаи нуклонҳо ба қадри энергияи бандиш $E_б$ кам мешавад, яъне:

$$E_б = \Delta M c^2 = (Z m_p + N m_n - M_я) c^2 \quad (10.6)$$

Аммо энергияи $E_б$ ё массаи ΔM дар ин маврид кучо мешаванд? Дар мавриди аз нуклонҳо ташкил ёфтани ядро ба сабаби танҳо дар масофаҳои кӯтоҳ вуҷуд доштани куввaҳои ядроӣ ин зарраҳо бо шитоби багоят зиёд сӯи якдигар меоянд. Гамма-квантҳои дар ин маврид хориҷшаванда соҳиби энергияи маҳз $E_б$ ва ин қадар масса мебошанд:

$$\Delta M = \frac{E_б}{c^2}$$

Дар бораи он ки энергияи бандиш бағоят бузург аст, мисоли зайл шаҳодат медиҳад: аз ташаккули 4 г гелий онқадар энергия ҷудо мешавад, ки ҳангоми сӯхтани 1,5-2 вагон ангиштсанг хориҷ мегардад.



Расми 205.

Маълумоти басо муҳим дар бораи хосиятҳои ядроҳо аз таҳқиқи вобастагии энергияи бандиши хос (энергияи бандише, ки ба як зарраи ядроӣ рост меояд) ба адади масавӣ A ба даст меояд. Онро бо роҳи таҷрибавӣ муайян мекунанд.

Аз рас. 205 ба хубӣ аён аст, ки сарфи назар аз ядроҳои сабуктарин энергияи бандиши хос барои аксари ядроҳо тақрибан доимӣ ва баробари 8 МэВ/нуклон мебошад. Ин аз энергияи бандиши электрону ядрои гидроген (ки ба энергияи ионизатсия баробар аст) қариб миллион бор зиёд аст. Хати каҷи дар ин расм тасвирёфта дар соҳаи ададҳои массавии A= 50-60, яъне дар соҳаи оҳан ва элементҳои рақами тартибиашон ба он наздик максимуми норавшане дорад. Энергияи бандиши хоси баъзе ядроҳои ин соҳа ба 8,5—8,6 МэВ/нуклон мерасад. Ядроҳои атомҳои ин соҳа пойдортаринанд.

Энергияи бандиши хоси як нуклони ядроҳои вазнин бо зиёд шудани адади нуклонҳо A аз он сабаб кам мешавад, ки

баробари зиёд шудани адади нуклонҳо адади протонҳои ядро низ меафзояд — дар натиҷа қувваҳои телахӯрди кулонии байни протонҳо афзуда, энергияи бандишро кам мекунанд, зеро қувваҳои кулонӣ зидди қувваҳои ядроӣ равонаанд ва ядроро майли пора кардан доранд.

Нуклонҳо дохили ядрои атом тавассути қувваҳои пурзӯри ядроӣ алоқаманданд. Энергияи бандиши хоси як зарраи ядроиро аз рӯи камомади массаи ядро ёфтан мумкин аст.

1. *Энергияи бандиши ядро чигуна энергия аст?*
2. *Чаро ядрои мис пойдор асту ядрои уран нопойдор?*
3. *Чиро энергияи бандиши ядро меноманд?*

§12. РЕАКСИЯИ ЯДРОӢ

Ядроҳои атомӣ дар натиҷаи таъсири мутақобил табдил ёфта метавонанд. Дар ингуна табдилот энергияи кинетикии заррањои дар реаксия иштироккунанда кам ё зиёд шуда метавонад.

Табдилотеро, ки дар натиҷаи таъсири мутақобили он бо ядрои дигар ё бо заррањои элементарӣ рӯй медихад, реаксияи ядроӣ меноманд.

Реаксияҳои ядроӣ он гоҳ рӯй медиҳанд, ки агар заррањо ба ядро хеле наздик рафта ба доираи таъсири қувваҳои ядроӣ дароянд. Заррањои дорои заряди якхела аз ҳамдигар тела мехӯранд. Аз ин рӯ зарраи дорои заряди мусбат ба ядро ё як ядро ба ядрои дигар дар мавриде наздик рафта метавонанд, ки ба онҳо энергияи кинетикии зиёде бахшида шуда бошад. Ингуна энергияро масалан ба протонҳо (яъне ба ядроҳои атомҳои дейтерий), алфа-заррањо (ядроҳои гелий) ва дигар заррањои вазнинтар ба воситаи суръатфизоҳои заррањои электрнок бахшидан мумкин аст. Ин усули шитоб бахшидани заррањо назар ба истифодаи алфа-заррањои афкандаи ядроҳои радиоактиви изотопҳои табиӣ пурсамартар мебошад. Дар ҳақиқат бо ёрии суръатфизоҳо ба ин заррањоро энергияе (10^5 МэВ) бахшидан мумкин аст, ки он назар ба энергияи алфа-заррањо даҳҳо ҳазор бор зиёд аст. Инчунин протонҳоро низ истифода кардан мумкин аст (ин заррањо дар табдилотҳои радиоактивӣ ба вуҷуд намеоянд ва ғайр аз ин, заряди протонҳо назар ба заряди алфа-заррањо ду мартаба камтар аст пас, қувваи телахӯрди онҳо аз ядро низ ду бор кам аст).

Сеюм ин, ки ба воситаи суръатфизоҳо заррағҳои назар ба ядрои гелий вазнинтарро низ энергияи зиёд бахшидан мумкин аст.

Нахустин реаксияи ядроӣ бо таъсири протонҳои шитобдодаи баландэнергия соли 1932 гузаронида шуд. Он вақт ядрои литий ба ду α-зарра табдил ёфта буд:

$$^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}_{2}{}^{4}He + {}''_{2}{}^{4}He$$

Чунонки аз фотосурати ин заррағҳо (дар камераи Вилсон) аён аст (рас. 206), ядроҳои гелий мувофиқи қонуни бақои импулс аз рӯй як хати рост муқобили якдигар меҷаҳанд (импулси протон назар ба импулси α-заррағҳои тавлидшаванда хеле хурд аст ва дар расм изи протонҳо зоҳир нагардидааст).



Расми 206.

Ҳосили энергии реаксияҳои ядроӣ. Дар реаксияи ядроии дар боло тавсифшуда энергияи кинетикии ядроҳои дар ин маврид пайдошудаи гелий назар ба энергияи кинетикии протони ба ядрои литий зананда ба қадри 7,3 МэВ зиёд аст. Ҳангоми табдил ёфтани ядроҳо энергияи дохилии онҳо тағйир меёбад. Энергияи бандиши хоси нуклонҳо дар ядрои гелий назар ба ядрои литий зиёд аст. Бинобар ин қисми энергияи дохилии ядрои литий ба энергияи кинетикии α-заррағҳои ҳосилшаванда табдил меёбад.

Тағйир ёфтани энергияи бандиши ядроҳо нишони он аст, ки энергияи оромиши натиҷавии заррағҳову ядроҳои дар реаксия иштироккунанда бетағйир намемонад. Энергияи оромиши ядро $M_я c^2$ мувофики формулаи (10.6) бевосита бо энергияи бандиш ифода карда шудааст. Мувофиқи қонуни бақои энергия тағйироти энергияи кинетикӣ дар ҷараёни реаксияи ядроӣ ба тағйироти энергияи оромиши заррағҳову ядроҳои дар реаксия иштироккунанда баробар мебошад.

Ҳосили энергии реаксияи ядроӣ ба фарқи энергияҳои оромиши ядроҳову заррағҳо то ва баъди реаксия баробар аст. Энергии реаксияи ядроӣ инчунин ба тағйироти энергияи кинетикии заррағҳои дар реаксия иштироккунанда баробар мебошад.

Агар энергияи кинетикии заррағҳову ядроҳо баъди реаксия назар ба энергияи кинетикии то реаксия доштаи онҳо зиёд

бошад, дар натиҷаи реаксия ин ё он миқдор энергия хориҷ мегардад. Дар акси ҳол барои воқеъӣ гардондани реаксия энергия сарф кардан лозим меояд, Ба ибораи дигар, дар ин маврид реаксия дар натиҷаи фурӯ бурдани ин ё он миқдори энергия рӯй медиҳад. Дар мавриди алфаборон кардани ядроҳои нитроген маҳз ҳамингуна реаксия рӯй медиҳад. Дяр ҷараёни реаксия як қисми энергияи кинетики (тақрибан 1,2 МэВ) ба энергияи дохилии ядрое, ки дар натиҷаи реаксия ҳосил мешавад табдил меёбад.

Реаксияҳои ядроӣ бо таъсири нейтронҳо. Кашфи нейтрон дар роҳи таҳқиқи реаксияҳои ядроӣ табаддулоти куллӣ ворид сохт. Нейтрон заряди электрикӣ надорад ва аз ин рӯ ба ядрои ҳаргуна атом озодона даромада, дар он ҳаргуна тағйирот ба вуҷуд оварда метавонад. Чунончи, ингуна реаксия имконпазир аст:

$$^{27}_{13}\mathrm{Al} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{24}_{11}\mathrm{Na} + ^{4}_{2}\mathrm{He}$$

Физики бузурги итолиёӣ Э. Фермӣ нахустин муҳаққиқи реаксияҳои нейтронӣ буд. Ӯ ошкор сохт, ки табдилоти ядроиро на танҳо нейтронҳои баландэнергия, балки нейтронҳои сустҳаракат низ воқеъӣ гардонда метавонанд. Нейтронҳои сустҳаракат дар аксари мавридҳо назар ба нейтронҳои баландэнергия ҳатто пурсамартаранд. Аз ин рӯ дар баъзе мавридҳо нейтронҳои баландэнергияро суст кардан зарур меояд. Онҳоро то энергияҳои ҳароратӣ дар оби муқаррарӣ суст кардан осон аст, зеро об дорои адади зиёди ядроҳои гидроген — протонҳо мебошад; массаи протон ба массаи нейтрон қариб баробар мебошад; ин ҷиҳат аз он рӯ муҳим аст, ки дар бархӯрди зарраҳои баробармасса додугирифти пурсамартарини энергияи кинетикӣ рӯй медиҳад: дар бархӯрди марказии нейтрон бо протони қарор тамоми энергияи кинетикии нейтрон ба протон дода мешавад.

Реаксияҳои бо иштироки ядроҳои атомӣ рӯйдиҳанда басо гуногунанд. Нейтронҳо аз ядроҳо тела намехӯранд ва бинобар ин ба даруни ядроҳо, озодона даромада, табдилоти гуногун ба вуҷуд оварда метавонанд.

1. *Реаксияи ядроӣ гуфта чӣ гуна реаксияро меноманд?*
2. *Дар кадом маврид реаксияҳои ядроӣ ба амал меоянд?*
3. *Ҳосили энергии реаксияи ядроӣ чист?*

4. Тафовути асосии реаксияҳои нейтронӣ аз реаксияҳое, ки бо таъсири зарраҳои электрнок рӯй медиҳанд дар чист?

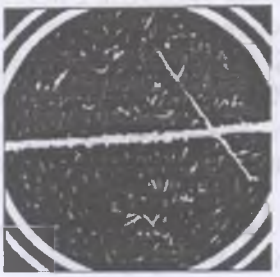
§13. ПОРА ШУДАНИ ЯДРОИ УРАН

Ҳодисаи пора шудан хоси танҳо баъзе ядроҳои вазнин мебошад. Ҳангоми пора шудани ҳар як ядро ду-се нейтрон ва чанд гамма-квант афканда мешавад ва энергияи зиёде хориҷ мегардад.

Кашфи ҳодисаи пора шудани уран. Пора шудани ядроҳои уранро с. 1938 олимони олмонӣ О. Ҳан ва Ф. Штрассман кашф кардаанд. Онҳо исбот намуданд, ки дар мавриди нейтронборон кардани уран элементҳои қисми миёнаи системаи даврӣ—бариӣ, криптон, лантан ва г. ҳосил мешаванд. Аммо шарҳи дурусти ҳодисаи пора шудани ядрои уран аввали соли 1939 ба олими англис О. Фриш ва олими австриягӣ Л, Мейтнер муяссар гаштааст.

Пора шудани ядрои вазнин аз он сабаб имконпазир аст, ки массаи оромиши ингуна ядро (вазнин) назар ба ҷамъи массаҳои оромиши ядропораҳои ҳосилшаванда зиёд мебошад.Аз ин рӯ энергияе хориҷ мегардад, ки ба миқдори дар натиҷаи пора шудани ядро коста гаштани массаи оромиш эквивалент аст. Аммо дар ин маврид массаи пурра бобақост, зеро ядропораҳо баробари ба вуҷуд омадан бо суръатҳои баланд ҳаракат мекунанд ва назар ба ҳолати оромиши худ массаи бештар доранд.

Имкони пора шудани ядроҳои вазнинро инчунин бо ёрии хати каҷи вобастагии энергияи бандиши хоси як нуклон ба адади массавӣ A (ниг. рас. 205) шарҳ додан осон аст. Энергияи бандиши хоси ядроҳои атомҳои охири системаи даврӣ (A≈100) назар ба ҳамингуна энергияи ядроҳои миёнаи системаи даврӣ (A≈100) тақрибан 1 МэВ камтар мебошад. Аз ин рӯ ҳодисаи ба ядроҳои миёнамасса тақсим шудани ядрои вазнин «аз ҷиҳати энергӣ босарфа» аст. Система пас аз пора шудан ба ҳолате мегузарад, ки дар он энергияи камтарин хоҳад дошт. Ҳар қадаре ки энергияи бандиши ядро зиёдтар бошад, дар ташаккули он бояд энергияи ҳамон қадар бештар хориҷ шавад ва бинобарин энергияи дохилии системаи навташкил бояд ҳамон қадар камтар шавад.

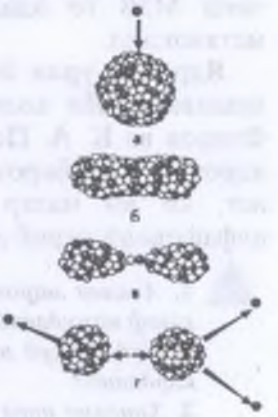


Расми 207.

Дар натиҷаи пора шудани ядро энергияи бандиши ба як нуклон ростоянда тақрибан 1 МэВ меафзояд. Пас, энергияи умумии дар ин маврид хориҷшаванда бояд хеле зиёд — тақрибан 200 МэВ бошад. Дар ягон реаксияи дигари ядроӣ ин қадар энергияи зиёд хориҷ намегардад.

Санҷиши бевоситаи энергияи дар натиҷаи пора шудани ядрои $^{235}_{92}U$ хориҷшаванда нишон дод, ки дар ин маврид энергияи баробар ба ≈200 МэВ хориҷ мегардад ва қисми зиёди ин энергия (тақрибан 168 МэВ)-ро ядропораҳо дар шакли энергияи кинетикӣ бо худ мебаранд.

Дар рас. 207 изҳои ядроҳои порашудаи уран (дар камераи Вилсон) тасвир ёфтааст. Энергияе, ки дар натиҷаи пора шудани ядроҳо хориҷ мегардад, табиати электростатикӣ дорад, на ядроӣ. Энергияи кинетикии бағоят зиёде, ки ядропораҳо соҳиб мегарданд, дар натиҷаи телахӯрди кулонии онҳо пайдо мешавад.



Расми 208.

Механизми пора шудани ядро. Ҷараёни пора шудани ядроро дар заминаи чакрамодели ядро метавон шарҳ дод. Мувофики ин модел лахти нуклонӣ чакраи моеъи электрнокро мемонад (рас. 208, а). Қувваҳои ядроии байни нуклонҳо мисли қувваҳои дар байни молекулаҳои моеъ амалкунанда кӯтоҳтаъсиранд. Дар дохили ядро дар баробари қувваҳои бузурги электростатикии телахӯрди байни протонҳо, ки ҳамеша ядроро майли пора кардан доранд, қувваҳои назар ба онҳо хеле пурзӯри ядроӣ низ амал мекунанд, ки хосияти ҷозибавӣ доранд. Маҳз ҳамин қувваҳо ядроро аз вайрон шудан нигоҳ медоранд.

Ядрои уран 235 курашакл аст. Ин ядро дар натиҷаи фурӯ бурдани нейтрон ангехта мешавад ва деформатсия шуда,

меёзад ва шакли дарозрӯ мегирад (рас. 208, б) ва он то даме давом мекунад, ки қувваҳои телахӯрди байни ҳиссаҳои ёзидаи он назар ба қувваҳои дар гарданаи «чакра» (рас. 208, в) амалкунандаи кашиш зиёд нашаванд. Баъд гарданаи чакра меканад ва ядро ду пора мешавад (рас. 208, г). Ин қисмҳо, ки ядропора ном гирифтаанд, бо таъсири қувваҳои кулонии телахӯрд аз якдигар бо суръати такрибан сияки суръати рӯшноӣ дур мешаванд.

Афканиши нейтронҳо ҳангоми пора шудани ядро. Дар ҷараёни пора шудани ядро ду-се нейтрон ба вуҷуд меояд. Сабаби чанд нейтрони озод афкандани ядрои порашавандаро дарк кардан душвор нест. Маълум аст, ки дар ядроҳои устувор нисбати адади нейтронҳо бар адади протонҳо бо зиёд шудани рақами тартибӣ меафзояд. Бинобар ин дар ядропораҳо адади нисбии нейтронҳо назар ба ҳамингуна нисбати хоси ядроҳои мобайнии ҷадвали Менделеев кадре зиёдтар меояд. Ҳамин аст, ки ядро ҳангоми пора шудан чанд нейтрон хориҷ карда, адади нисбии нейтронҳои худро муътадил мегардонад. Онҳо дорои энергияҳои гуногун — аз чанд МэВ то ададҳои багоят хурди наздики сифр буда метавонанд.

Ядроҳои уран бе таъсири нейтрон ҳам худбахуд пора мешаванд. Ин ҳодисаро соли 1940 олимони шӯравӣ Г. Н. Флеров ва К. А. Петржак кашф карданд. Даври нимтабдили ядроҳои уран барои порашудани худбахуд такрибан 10^{16} сол аст, кӣ ин назар ба даври нимтабдили онҳо бо роҳи алфафиканӣ қариб ду миллион бор тӯлонитар мебошад.

1. ***Авалин маротиба порашавии ядроҳои уранро кадом олимон кашф намудаанд?***

2. ***Худ ба худ порашавии ядроҳои уранро кадом олимон кашф кардаанд?***

3. ***Ҳангоми пора шудани ядрои уран аз он чӣ қадар энергия ҷудо мешавад?***

§ 14. РЕАКСИЯҲОИ ЗАНҶИРӢ

Дар натиҷаи пора шудани ҳар як ядрои уран ду-се нейтрон ба вуҷуд меояд. Ин имкон дод, ки реаксияи занҷирии порашудани уран амалӣ гардонда шавад.

Ҳар як нейтроне, ки аз ядрои порашаванда хориҷ мегардад, дар навбати худ дар ядрои ҳамсоя фурӯ рафта, онро

пора карда аз он боз ду - се нейтрони дигар ба вуҷуд оварда метавонад; нейтронҳои хориҷкардаи ин ядроҳо ядроҳои дигарро пора карда метавонанд ва г. Дар натиҷа адади ядроҳои порашаванда басо зуд меафзояд ва реаксияи занҷирӣ рӯй медиҳад.

Реаксияи ядроии занҷирӣ реаксиест, ки дар он зарраҳои реаксиявар (нейтронҳо) чун маҳсули худи ҳамин реаксия ба вуҷуд меоянд.

Дар натиҷаи реаксияи ядроии занҷирӣ энергияи зиёде аз ҳар ядро қариб 200 МэВ хориҷ мегардад. Дар натиҷаи пора шудани ҳама ядроҳои таркиби 1 г уран $2,3 \cdot 10^4$ кВт соат энергия хориҷ мешавад Ин баробари миқдори энергияест, ки ҳангоми сӯхтани 3 т ангишт ё 2,5 т нафт хориҷ мегардад.

Аммо барои амалӣ гардондани реаксияи занҷирӣ на ҳамагуна ядроҳои бо таъсири нейтронҳо порашавандаро метавон истифода кард. Аз ҳама ядроҳои атомҳои табиӣ танҳо ядроҳои атомҳои изотопи $^{235}_{92}U$ қобили истифодаанд.

Изотопҳои уран. Урани табиӣ асосан. аз ду изотоп $^{238}_{92}U$ ва $^{235}_{92}U$ иборат мебошад. Изотопи $^{235}_{92}U$ ҳамагӣ 1/140 ҳиссаи изотопи якумро ташкил медиҳад.

Ядроҳои $^{235}_{92}U$ ҳам бо таъсири нейтронҳои баландэнергия пора мешаваду ҳам бо таъсири нейтронҳои ҳароратӣ (онҳое, ки энергияи ҳамагӣ 0,025 эВ доранд). Вале ядроҳои $^{238}_{92}U$ танҳо бо таъсири нейтронҳои дорои энергияи камаш 1,1 МэВ пора мешаванд. Тақрибан 60%-и нейтронҳои дар ҷараёни порашавӣ пайдошаванда ҳамингуна энергия доранд. Тақрибан ҳар як нейтрони панҷум ядрои $^{238}_{92}U$ -ро пора мекунаду нейтронҳои боқимондаро ядроҳои ҳамин изотоп фурӯ мебаранд, вале пора намешаванд. Аз ин рӯ дар мавриди истифода кардани танҳо изотопи уран-238 вокеъӣ гардондани реаксияи занҷирӣ имконпазир буда наметавонад.

Коэфисенти афзоиши нейтронҳо. Барои вокеъӣ гардидани реаксияи занҷирӣ шарт нест, ки ҳар як нейтрон як ядроро пора кунад. Барои ин танҳо зарур аст, ки адади миёнаи нейтронҳои дар массаи муайяни уран пайдошуда бо мурури замон кам нашавад.

Ин шарт дар ҳолате риоя мешавад, ки коэфисиенти афзоиши нейтронҳо бештар аз як ё ақаллан баробари як бошад. Коэфисенти афзоиши нейтронҳо гуфта нисбати адади нейтронҳои ин ё он «насли» нейтронҳоро бар адади нейтронҳои «насли» пешина мефаҳманд. Ин ҷо иваз шудани наслҳои нейтронӣ маҷмӯъи ҳодисаҳои порашавиҳоеро ифода мекунад, ки дар онҳо нейтронҳои насли кӯҳна фурӯ бурда мешаванду ба ҷои онҳо нейтронҳои насли нав ба вуҷуд меоянд.

Агар коэфисенти афзоиши нейтронҳо $k \geq 1$ бошад, адади нейттронҳо бо мурури замон меафзояд ё бетағйир мемонад ва реаксияи занҷирӣ қатъ намегардад. Барои $k<1$ адади нейтронҳо бо мурури замон кам мешавад, дар ин маврид реаксияи занҷирӣ имконпазир буда наметавонад.

Бузургии коэфисенти афзоиши нейтронҳо бо чор омили зерин таин мешавад.

1) дар ядроҳои $^{235}_{92}U$ фурӯ рафтани нейтронҳои оҳиста ва пора шудани ин ядроҳо, дар ядроҳои $^{235}_{92}U$ ва $^{238}_{92}U$ фурӯ рафтани нейтронҳои баландсуръат ва пора шудани ин ядроҳо;

2) фурӯ рафтани нейтронҳо дар ядроҳои $^{235}_{92}U$ ва $^{238}_{92}U$ вале пора нашудани онҳо;

3) аз тарафи ядроҳои таркиби маҳсулоти порашуда, моддаи нейтроноҳистакунанда ва дастгоҳ рабуда шудани нейтронҳо;

4) аз моддаи порашаванда берун рафтани нейтронҳо.

Адади нейтронҳо танҳо дар натиҷаи ҳодисаҳои навъи якум меафзояд (ин асосан аз ҳисоби пора шудани ядроҳои $^{235}_{92}U$ рӯй медиҳад). Се ҳодисаи боқимонда боиси кам шудани адади нейтронҳо мегарданд. Реаксияи занҷирӣ дар моддаи иборат аз ядроҳои танҳо $^{238}_{92}U$ чунонки дар боло гуфтем, имконпазир нест, зеро дар ин маврид $k<1$ мебошад (адади нейтронҳои тавлидёбанда назар ба адади нейтронҳои фурӯраванда кам аст).

Барои ҷараёни мӯътадил гирифтани реаксияи занҷирӣ мебояд, ки коэфисенти афзоиши нейтронҳо дар дараҷаи $k= 1$ нигоҳ дошта шавад. Ин баробариро бо саҳеҳияти зиёд нигоҳ

доштан зарур аст, зеро дар мавриди ҳатто k=1,01 шудан қариб таркиш рӯй медиҳад.

Ҳосил шудани плутоний. Ҳодисаи нейтронро фурӯ бурдан, вале пора нашудани ядрои $^{238}_{92}U$ басо муҳим аст. Ин боиси ба вуҷуд омадани изотопи радиоактиви $^{239}_{92}U$ мегардад, ки даври нимтабдилаш 23 дақ аст ва як электрон афканда, нептуний (нахустин унсури трансуранӣ) ҳосил мекунад:

$$^{239}_{92}U \rightarrow {}^{239}_{93}Np + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

Ин ҷо $\bar{\nu}$ рамзи антинейтрино ном зарраи сабукест, ки ҳамроҳи электрон ба вуҷуд меояд ва антизарраи нейтрино мебошад.

Нептуний низ пойдор нест ва бо даври нимтабдили тақрибан 2 рӯз табдил меёбад. Дар ҷараёни ин табдил унсури дуюми трансуранӣ ҳосил мешавад, ки плутоний ном гирифтааст. Ин аст реаксияи табдили нептуний ва пайдоиши плутоний:

$$^{239}_{93}Np \rightarrow {}^{239}_{94}Pu + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

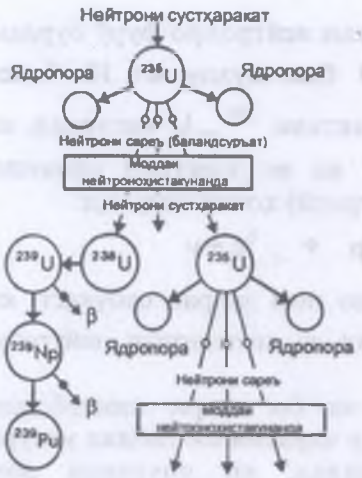
Плутоний пойдортар аст ва даври нимтабдили 24 000 сол дорад. Хосияти муҳими ин изотопи плутоний ин аст, ки вай мисли $^{235}_{92}U$ бо таъсири нейтронҳои ҳарорати пора мешавад. Пас, плутоний низ чун сӯзишвории ядроӣ ҳидмат карда метавонад: дар натиҷаи реаксияи ядроии занҷирии плутоний низ энергияи тақрибан 200 МэВ/ ядро хориҷ мегардад.

Дар натиҷаи реаксияҳои ядроии занҷирӣ энергияи зиёде хориҷ мегардад. Ингуна реаксия аз он сабаб имконпазир аст, ки дар натиҷаи пора шудани ҳар як ядро беш аз як нейтрон вуҷуд меояд.

1. ***Коэффисенти афзоиши нейтронҳо гуфта, чиро мефаҳмонад?***
2. ***Чӣ гуна реаксияро реаксияи занҷирӣ меноманд?***
3. ***Реаксияҳое, ки дар натиҷаи онҳо нептуний ва плутоний ҳосил мешавад, нависед.***

§15. РЕАКТОРИ АТОМӢ

Реактори атомӣ дастгоҳест, ки дар он реакцияи ядроии занҷирии идорашаванда вокеъӣ гардонда мешавад.



Расми 209.

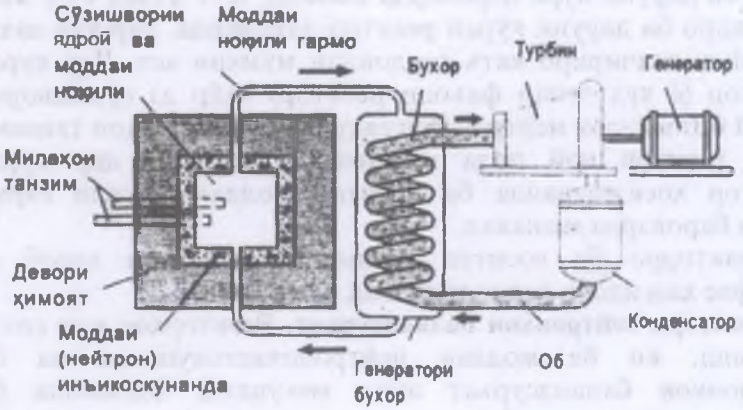
Ядроҳои уран, хусусан ядроҳои изотопи $^{235}_{92}U$, аз ҳама хубтар нейтронҳои оҳиста (нейтронҳои ҳароратӣ)-ро мерабоянд. Эҳтимоли рабудани нейтронҳои оҳиста ва порашудаи минбаъдаи ядрои нейтронрабуда назар ба ҳамин нейтронҳои баландсуръат садҳо бор зиёд мебошанд. Бинобарин дар реакторҳое, ки моддаи сӯзишвориашон урани табиӣ аст, барои зиёд намудани бузургии коэфисенти афзоиши нейтронҳо моддаҳои нейтроноҳистакунандаро ба кор мебаранд. Рӯйдодҳое, ки дар реактори атомӣ ба амал меоянд, дар рас. 209 тасвир ёфтаанд.

Қисмҳои асосии реактори атомӣ. Қисмҳои асосии реактори атомӣ инҳоанд: сӯзишвории ядрои ($^{235}_{92}U$, $^{239}_{92}Pu$, $^{238}_{92}U$), моддаи нейтроноҳистакунанда (оби вазнин, оби муқаррарӣ, графит ва г.), моддаи барои аз кӯраи реактор (зонаи фаъоли реактор) берун баровардани гармо (об, натрийи моеъ ва г.) ва дастгоҳ барои танзими суръати реаксия (милаҳои дорои кадмий ё бор барин моддаҳое,ки нейтронҳоро хуб фурӯ мебаранд).

Реактор аз берун бо қабати оҳанин пӯшида мешавад, то ки нейтронҳову гамма-квантҳоро боздошта тавонад.

Моддаи нейтроноҳистакунандаи хуб оби вазнин мебошад. Оби муқаррарӣ (оддӣ) худ нейтронҳоро рабуда, ба оби вазнин табдил меёбад. Графит низ моддаи нейтроноҳистакунандаи хуб аст, зеро ядроҳои таркиби он нейтронҳоро фурӯ намебаранд. **Массаи бӯҳронӣ.** Коэфисенти афзоиши нейтронҳо k танҳо он гоҳ баробари як мешавад, ки андозаҳои реактор ва мувофиқан ба он массаи сӯзишвории ядрои аз ҳадди муайян — андозаҳои бӯҳронӣ ва массаи бӯҳронӣ зиёд бошанд. Массаи бӯҳронӣ ҳамон миқдори камтарини моддаи порашаванда мебошад, ки ҷараён гирифтани реаксияи

ядроии занҷирии худнигоҳдорандаро имконпазир мегардонад.



Расми 210.

Дар мавриди хурд будани андозаҳои реактор таровиши нейтронҳо аз тариқи сатҳи кӯраи реактор (зонаи фаъоли реактор, яъне ҷое, ки дар он моддаи сӯзишвории ядрои воқеъ аст) аз ҳад зиёд хоҳад а буд. Ба қадри зиёд кардани андозаҳои реактор адади ядроҳои порашаванда мутаносибан ба ҳаҷм меафзояду адади нейтронҳои тарованда — мутаносибан ба масоҳати сатҳ. Бинобар ин андозаҳои реакторро зиёд карда, коэфисенти афзоиши нейтронҳоро ба к=1 расондан мумкин аст. Андозаҳои реактор дар сурате бӯҳронӣ хоҳанд буд, ки адади нейтронҳои дар натиҷаи рабоиш ва таровиш гумшуда ба адади нейтронҳои дар натиҷаи пора шудани ядроҳои сӯзишворӣ ҳосилшуда баробар ояд. Андозаҳои бӯҳронӣ ва мувофиқан ба он массаи бӯҳронӣ ба навъи сӯзишвории ядрой, моддаи нейтроноҳистакунанда, сохти реактор вобастагӣ доранд.

Барои порчаи курашакли урани тозаи ^{235}U массаи бӯҳронӣ (бе моддаи нейтроноҳистакунанда) қариб 50 кг аст. Дар ин маврид радиуси кӯра бояд тақрибан 9 см бошад (зичии уран 19,1 г/см^3 аст). Истифодаи моддаи нейтроноҳистакунанда ва пӯшиши нейтронинъикоскунандаи бериллий имкон медиҳад, ки массаи бӯҳронӣ то ба 250 г оварда шавад. (расми 210).

Кори реактор ба воситаи миллаҳои дорои унсурҳои химиявии кадмий ё бор идора карда мешавад. Агар милаҳо аз кӯраи реактор берун кашида шаванд, $K > 1$ мешаваду агар онҳо ба даруни кӯра дароварда шаванд, $K<1$ хоҳад буд, яъне милаҳоро ба даруни кӯраи реактор дароварда, дар ҳар лаҳза реаксияи занҷириро қатъ гардондан мумкин аст. Дар кураи реактор (ё худ зонаи фаъоли реактор) гайр аз сӯзишвории ядроӣ боз моддаи нейтроноҳистакунанда ва милаҳои танзими кори реактор ҷой дода мешаванд. Энергияи дар кӯраи реактор ҳосилшаванда ба воситаи моддаи ноқили гармо берун бароварда мешавад.

Реакторро ба воситаи мошини электронии ҳисоб аз масофае ҳам идора карда мешавад.

Реактори нейтронҳои баландсуръат. Реакторҳое ҳам сохта шудаанд, ки бе моддаи нейтроноҳистакунанда ва бо нейтронҳои баландсуръат амал мекунанд. Эҳтимоли бо таъсири нейтронҳои баландсуръат пора шудани ядро кам аст. Ҳамин аст, ки реактори нейтронҳои баландсуръат бо истифодаи уранӣ табиӣ кор намекунад. Реаксия дар ингуна реактор он гоҳ занҷирӣ мешавад, ки урани истифодашаванда камаш 15% изотопи $^{235}_{92}U$ дошта бошад. Бартарии реактори баландсуръат ин аст, ки ҳангоми кор кардани он ба миқдори зиёд плутоний (яъне моддаи нави сӯзишвории ядроӣ) ҳосил мешавад ва хосиятҳои ядроии он ба ҳамингуна хосиятҳои уран-235 бағоят наздиканд. Ингуна реакторро реактори бозтавлидӣ меноманд. Реакторҳое бунёд ёфта истодаанд, ки коэфисенти бозтавлиди онҳо ба 1,5 мерасад, яъне дар онҳо дар натиҷаи «сӯхтани» 1 кг ^{238}U то 1,5 кг плутоний ҳосил мешавад, ҳол он ки дар реакторҳои оддӣ коэфисенти бозтавлид ҳамагӣ 0,6 — 0,7 аст.

Нахустин реакторҳои атомӣ. Реаксияи ядроии занҷирии пора шудани уран бори нахуст декабри 1942 дар ШМА таҳти роҳбарии Энрико Ф е р м ӣ амалӣ гардонда шудааст.

Аз реакторҳои атомӣ истифода бурда неругоҳҳои барқи атомӣ сохта шудаанд.

Дар Иттиҳоди Шӯравии собиқ нахустин реактори атомӣ соли 1946 ва аввалин неругоҳи барқи атомӣ соли 1954 таҳти роҳбарии олими шӯҳратманди шӯрави Игор Василевич Қ у р ч ат о в сохта шуд, ки иқтидори он 5 МВт – ро ташкил менамуд.

Соли 1959 дар Иттиҳоди Шуравӣ киштии яхшикани атомии дар ҷаҳон тавонотар сохта шуд. Тавоноии ҳаракатдиҳандаи киштии яхшикани атомӣ ба 32400 кВт баробар буда, сарфи якшабонарӯзии он 200 г уранро ташкил медиҳад.

1. *Массаи бӯҳронӣ чист?*
2. *Истифодаи моддаи нейтроноҳистакунанда дар реактори атомӣ чӣ зарурат дорад?*
3. *Реактори атомӣ аз кадом қисмҳо иборат аст?*
4. *Тарзи кори реактори атомиро шарҳ диҳед.*

§ 16. РЕАҚСИЯҲОИ ТЕРМОЯДРОӢ

Як шудани ядроҳои сабук боиси хориҷ гардидани энергияи зиёде мегардад. Массаи оромиши ядрои уран-235 назар ба ҷамъи массаҳои оромиши ядропараҳои ҳосилшаванда бештар аст: Аммо барои ядроҳои сабук кор ранги тамоман дигар дорад. Чунончи, массаи оромиши ядрои гелий назар ба ҷамъи массаҳои оромиши ду ядрои дейтерий (ки онҳоро қисмҳои таркибии ядрои гелий пиндоштан мумкин аст) хеле кам аст. Ин чунин маънӣ дорад, ки дар мавриди як шудани ядроҳои сабук массаи оромиш кам шуда, дар ин маврид бояд энергияи зиёде хориҷ гардад. Ин навъ реаксияҳои як шудани ядроҳои сабук реаксияҳои термоядроӣ ном гирифтаанд, зеро онҳо танҳо дар ҳароратҳои баланд рӯй медиҳанд.

Реаксияи термоядроӣ-ин реаксияи як шудани ядроҳои сабук дар ҳароратҳои бағоят баланд мебошад.

Барои як шудани ду ядро зарур аст, ки онҳо ба якдигар то масофаҳои тақрибан 10^{-12} см наздик шаванд, яъне ба соҳаи таъсири қувваҳои ядроӣ дароянд. Қувваҳои теладиҳии кулонии ядроҳо аз якдигар ба ин наздикшавӣ монеъ мешаванд.. Ин теладиҳиро дар натиҷаи, зиёд кардани энергияи кинетикии ҳаракати ҳароратии ядроҳо бартараф намудан мумкин аст.

Энергияи дар реаксияи термоядроӣ ба сари ҳар як нуклон ҷудошаванда назар ба энергияи хоси дар реаксияи занҷирӣ ҷудошаванда зиёд мебошад. Чунончи, дар мавриди як шудани дейтрон (ядрои изотопи вазнини гидроген - тритий) ба сари ҳар нуклон тақрибан 3,5МэВ нуклон аст. Энергияи тобиши Офтобу ситораҳо табиати термоядроӣ дорад. Мувофиқи

тассавуроти ҳозира ситора дар марҳалаи ибтидоии инкишоф асосан аз гидроген иборат мебошад. Ҳарорат дар дохили ситораҳо ба дараҷае баланд аст, ки рӯй додани реаксияҳои термоядроиро имконпазир мегардонад. Бинобарин дар онҳо протонҳо як шуда, ядрои гелий ҳосил мешавад. Баъд дар натиҷаи як шудани ядроҳои гелий элементҳои вазнинтар низ ба вуҷуд меоянд.

Ин реаксияҳо онқадар энергия хориҷ мегардонанд, ки ситораҳоро миллиардҳо сол тобон медорад.

Амалӣ гардондани реаксияҳои термоядроии идорашаванда дар шароити Замин инсониятро манбаъи амалан бепоёни энергия хоҳад дод. Аз ин ҷиҳат реаксияи умедбахштарин реаксияи як шудани ядроҳои атомҳои изотопҳои гидроген-дейтрон ва тритон аст

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

Дар натиҷаи ин реаксия энергияи бағоят зиёд 17,6 МэВ хориҷ меғардад. Азбаски тритий дар табиат вуҷуд надорад, вай бояд дар худи реактори термоядроӣ аз литий ҳосил шавад.

Чунонки ҳисобукитоб нишон медиҳад, реаксия ҳарорати садҳо миллион Келвин ва зичии на камтар аз 10^{14}-10^{15} зарра дар 1см^3 дошта бошад. Ин гуна ҳароратҳоро дар натиҷаи дар плазма ба вуҷуд овардани разрядҳои электрикии пурзӯр воқеъӣ гардонидан мумкин аст. Ин ҷо душвории асосӣ дар тӯли 0,1-1 с нигоҳ дошта тавонистани плазмаи баландҳарорат мебошад.

Барои ин ҳеҷ гуна «зарфи» моддӣ кор намеояд, зеро дар ин гуна ҳарорат деворҳои он зуд бухор мешаванд. Усули ягонаи имконпазир усули дар ҳаҷми маҳдуд ба воситаи майдонҳои магнитии бағоят пурзӯр нигоҳ доштани плазма мебошад. Аммо ҳалли ин масъала бо сабаби нопойдор будани плазма то ҳол муяссар нагардидааст. Нопойдории плазма боиси он мегардад, ки қисме аз зарраҳои он дар натиҷаи дифузия аз «деворҳои» магнитӣ берун меҷаҳад.

Имрӯз умед ба он бастан мумкин аст, ки дер ё зуд реакторҳои термоядроӣ мавриди истифода қарор мегиранд. Муҳаққиқони шуравӣ дар роҳи ба даст гирифтани «лаҷоми» реаксияҳои термоядроӣ комёбиҳо бисёр доранд. Ин гуна тадқиқот таҳти роҳбарии физикони машҳури шӯравӣ Л. А.

Арсимович ва М. А. Леонтович оғоз ёфта бо кӯшиши шогирдони онҳо идома ёфта истодааст.

Воқеъӣ гардондани реаксияҳои термоядроии идорашаванда ҳалли масъалаи бо энергия таъмин кардани инсониятро таъмин месозад. Реаксияҳои термоядроии идоранашаванда дар бомбаҳои гидрогенӣ боиси марги инсоният гардида метавонад.

1. *Чаро реаксияи як шудани ядроҳои сабук танҳо дар ҳароратҳои имконпазир буда метавонад.*?
2. *Ҳангоми як шудани ядроҳои сабук чӣқадар энергия хориҷ мешавад*?
3. *Ҳам дар натиҷаи пора шудани як ядрои вазнин ва ҳам дар натиҷаи як шудани ду ядрои сабук энергия хориҷ мегардад. Шумо инро чӣ шарҳ медиҳед*?
4. *Чигуна реаксияро реаксияи термоядроӣ меноманд*?

§17. ТАДБИҚИ ЭНЕРГИЯИ АТОМӢ ВА ҲИФЗИ МУҲИТИ ЗИСТ

Энергияи ядрои атом ба мақсадҳои осоишта бори аввал дар собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ истифода шудааст: соли 1954 дар ш. Обнинск неругоҳи барқи атомӣ (НБА) бо иқтидори 5 000 кВт ба кор даромад. Гармои дар реактор чудошаванда барои ба ҳаракат даровардани турбини буғӣ истифода карда шуд.

Неругоҳҳои атомии Нововоронеж, Санкт-Петербург, Курск, Чернобил ва ғ. низ ҳамин тавр амал мекунанд. Реакторҳои ин неругоҳҳо тавоноии 500-1000 МВт доранд.

Реакторҳои атомӣ сӯзишвории органикиро, ки то рафт камчинтар шуда истодааст, истифода намекунанд ва роҳи оҳанро бо вагонҳои пури ангишт банд намекунанд, оксигени ҳаворо кам ва ҳаворо хокистаролуд намекунанд. Аммо дар маҳалаҳои серодам ҷой додани неругоҳҳои атомӣ хавфи бузург дорад. Дар реакторҳои гармонейтрон танҳо 1-2 фоизи уран истифода мешавад. Истифодаи пурраи сӯзишвории ядроӣ дар реакторҳои нейтронҳои баландсуръат имконпазир аст (ин навъи реакторҳо дар шакли плутоний сӯзишвории нав низ истеҳсол мекунанд). Соли 1980 дар неругоҳи атомии Белоярск нахустин дар ҷаҳон реактори нейтронҳои баландсуръати тавоноиаш 600 Мвт ба кор андохта шуд.

Энергетикаи атомӣ низ мисли бисёр соҳаҳои дигари саноат барои муҳити атроф хавфу хатар дорад,. Масъалаи «дафни» партовҳои радиоактивӣ ва неругоҳҳои аз кор баромада мушкилиҳои зиёде пеш меорад.

НБА (неругоҳи барқи атомӣ) тавре бунёд мешавад, ки барои кормандон ва аҳолии атроф хавфи нисбатан камтар дошта бошад. Таҷрибаи истифодаи НБА дар тамоми ҷаҳон нишон медиҳад, ки муҳити зист аз хавфи ғаждиҳои радиоактивии муассисаҳои энергетикаи атомӣ эмин мемонад, ба шарте ки онҳо бо таври муътадил амал кунанд. Аммо таркиши блоки чоруми НБА-и Чернобил нишон дод, ки дар сохтори реакторҳои атомӣ ва истифодаи онҳо ба хатогиҳо роҳ додан ба чӣ бадбахтиҳо оварда мерасонад.

Реакторҳои атомӣ дар киштиҳои яхшикан ва киштиҳои зериобӣ низ истифода мешаванд.

Силоҳи атомӣ (силоҳи ядроӣ). Реаксияи занҷирии идоранашаванда дар бомбаи атомӣ воқеӣ гардонда шудааст ва дар ин маврид коэфисенти афзоиши нейтронҳо басо бузург мебошад.

Барои он ки адади ҳарчи бештари ядроҳои уран якбора энергия хориҷ кунанд, яъне барои он ки таркиш рӯй диҳад, нейтронҳои баландэнергияро бе моддаҳои нейтроноҳиста-кунанда истифода кардан зарур аст. Дар бомбаи атомӣ ба сифати моддаҳои тарканда урани $_{92}^{235}U$-и тоза ё пулотонии $_{94}^{234}Pu$ -и тоза истифода мешавад.

Барои воқеӣ гардондани таркиш шароите фароҳам овардан лозим аст, ки андозаҳои маводи тарканда аз андозаҳои бӯҳронӣ зиёд бошад. Барои ин ё ду порчаҳои андозаҳояшон тобӯҳронии маводи таркандаро зуд якҷо мекунанд ё як порчаро якбора то андозаҳое мефишоранд, ки таровиши нейтронҳо аз сатҳи хурдшудаи он бағоят кам шавад,ки андозаҳои порча фавқулбӯҳронӣ шаванд. Ҳарду тарзро бо ёри моддаҳои таркандаи муқаррарӣ амалӣ мегардонанд.

Дар натиҷаи таркиши бомба ҳарорат то ба даҳҳо миллион Келвин мерасад. Ин афзоиши ҳарорат боиси бағоят зиёд шудани фишор ва пайдоиши мавҷи пурзӯри таркиш мегардад. Дар айни ҳол нурафканиши шадиде рӯй медиҳад. Маҳсулоти

реаксияи занҷирии ҷараёни таркиш сахт радиоактивӣ буда барои мавҷудоти зинда хавфи зиёд дорад.

Бомбаҳои атомиро ИМА дар охири ҷанги дуюми ҷаҳон бар зидди Япония истифода кард. ИМА соли 1945 дар шаҳрҳои Нагасаки ва Хиросимаи Япония бомбаи атомиро тарконд, ки он боиси ҳалокати зиёди одамон гардид.

1. Аввалин неруҳои барқи атомӣ кай ва дар куҷо сохта шудааст?
2. Хавфу хатари реакторҳои атомӣ аз чӣ иборат аст?
3. Дар бомбаҳои атомӣ ба сифати моддаи тарканда қадом унсурҳои химиявӣ истифода бурда мешаванд?
4. Ҳангоми таркиши бомбаҳои атомӣ чӣ қадар энергия ҷудо мешавад?

§ 18. АСАРИ БИОЛОГИИ НУРҲОИ РАДИОАКТИВ.

Нурҳои афкандаи моддаҳои радиоактив ба мавҷудоти зинда асари бад мерасонанд. Ҳатто ҳамон миқдор нуре, ки энергияаш дар мавриди пурра фурӯ бурда шудан ҳарорати бадани одамро ҳамагӣ 0,001°С меафзояд, фаъолияти ҳуҷайраҳои организмро қатъ гардонда метавонад.

Нурҳои радиоактивӣ ҳатто дар мавриди суст будан ба ҳуҷайраҳо зарари ҷиддӣ расонда, бемориҳои хавфноке ба вуҷуд оварда метавонанд ва агар воя (доза)-и онҳо зиёд бошад, организми зиндаро мекӯшанд. Ин нурҳо боз аз он ҷиҳат хавфноканд, ки ҳатто вояҳои марговари онҳо ҳеҷгуна ҳиссиёти дардмандӣ ба вуҷуд намеоварад.

Механизми таъсири ҳуҷайракушандагии нурҳои радиоактивӣ ҳанӯз ҳаматарафа таҳқиқ нашудааст. Вале аён аст, ки ин таъсирот боиси ионизатсия шудани атому молекулаҳои муҳит мегардад – дар натиҷа фаъолияти химиявии он атому молекулаҳо тағйир меёбад. Таъсири нурҳои радиоактивиро бештар аз ҳама мағзи ҳуҷайраҳои зудтаксимшаванда ҳис мекунанд. Ҳамин аст, ки ин нурҳо пеш аз ҳама мағзи устухонро хароб мекунад – ин бошад ҷараёни пайдоиши хунро сабаб мешавад. Пас аз ин ҳуҷайраҳои узви ҳазми хӯрок ва узвҳои дигар хароб мешаванд. Нурҳои радиоактивӣ ба ирсият низ таъсири бад мерасонанд.

Нурборон кардани организмҳои зинда фоида низ оварда метавонад. Ҳӯҷайраҳои зудафзоишёбандаи варами бадсифат

(саратон) назар ба ҳучайраҳои солим асари нурҳои радиоактивиро хубтар ҳис мекунанд.

Воя (доза)-и **нурҳои радиоактивӣ.** Барои тавсиф додани дарачаи асари нурҳо ба организмҳои зинда мафҳуми *вояи нурҳо* истифода мешавад . Нисбати энергияи фурӯбурдаи нурҳои радиоактивӣ Е-ро бар массаи моддаи нурбороншаванда *m* воя (доза)-и нурҳои истифодашаванда мегӯянд ва онро ин тавр ифода мекунанд.

$$D = \frac{E}{m} \qquad (10.6)$$

Дар системаи байналмилалии воҳидҳо СИ **вояи** нурҳоро ба грэй (Гр) ифода мекунанд. 1. Гр *онгуна вояи нурҳост, ки ба 1* кг *массаи моддаи нурбороншаванда* 1 Ҷ *энергияи ҳаргуна нурҳои* ионофаранда *дода мешавад*, яъне

$$1\text{Гр} = 1\frac{Ҷ}{кг}$$

Фони табии гуногун (нурҳои кайҳонӣ, нурҳои афкандаи ашёи атроф ва ҷисми одам) соле вояи баробар ба 0.002 Гр бар як одам дорад. Комиссияи байналмилалии ҳимоя аз тобишҳо (радиатсияҳо) барои ашхоси бо тобишҳои гуногун коркунанда вояи ҳадди баробари 0.05 Гр муқаррар кардааст. Вояи баробар ба 3—4 Гр дар муддати кӯтоҳ одамро ба ҳадокат мерасонад

Рентген. Дар амалия одатан рентген (Р) ном воҳиди вояи водошт (дозаи экспозитсионӣ)-и нурҳо истифода мешавад. Ин воҳид меъёри қобилияти ионофарандагии гамма-нурҳо ва нурҳои рентгенист. 1 Р онгуна вояи гамма-нурҳо ё нурҳои рентгенист, ки он дар ҳаҷми 1 $см^3$-и ҳавои хушк дар ҳарорати О°С ва фишори муътадил тақрибан $2 \cdot 10^9$ ҷуфт ион ҳосил мекунад (ҳар ҷуфт ион аз як иони мусбат иборат асту аз як электрон). Ба иборати дигар, заряди умумии ҳар яке аз ин ду навъи ионҳо (мусбат ва манфӣ) дар алоҳидагӣ тақрибан $3 \cdot 10^{-10}$ Кл хоҳад буд. Адади ионҳои ҳосилшаванда бо энергияе алоқаманд мебошад, ки онро модда фурӯ мебарад. Дар амалияи воясанҷӣ (дозиметрия) 1Р-ро чун вояи баробар ба 0,01 Гр гирифтан мумкин аст.

Ҳимояти организм аз тобишҳои гуногуи. Дар истифодаи ҳаргуна манбаи тобиш (изотопҳои радиоактив, реакторҳои

атомӣ ва г.) ҳамаи онҳоеро, ки аз рӯи зарурат ба доираи таъсири тобишҳо ворид мегарданд, ҳимоя кардан мебояд.

Соддатарин тарзи ингуна ҳимоя аз доираи хатарнок ба кадри кофӣ дур нигоҳ доштани одамон аст. Дар ин ҳолат ҳатто агар қобилияти нурсусткунандагии ҳаворо ба эътибор нагирем ҳам, интенсивияти тобиш чаппа мутаносибан ба дараҷаи дуввуми масофаи то манбаъ кам мешавад. Бинобар ин ампулҳои дорои моддаҳои радиоактивро бо даст гирифтан ҳаргиз раво нест. Барои ин кор «дастҳои» махсуси механикӣ — манипуляторҳо истифода мешаванд.

Дар мавридҳое, ки дар карибиҳои манбаи тобиш будани одамон (масалан, муҳаққиқон) зарур бошад, барои ҳимоят қардани онҳо дар роҳи рафти нурҳо саддҳои иборат аз моддаҳои нурфурӯбаранда мегузоранд.

Мураккабтар аз ҳама ҳимоят аз сели гамма-нурҳо ва нейтронҳост, зеро онҳо кобилияти нуфузи зиёд доранд. Гамма-нурҳоро хубтар аз ҳама сурб фурӯ мебаранду нейтронҳои ҳароратиро бор ва кадмий. Нейтронҳои суръаташон баландро бошад, пешакӣ ба воситаи графит суст кардан мебояд.

Фалокате, ки дар НБА (неругоҳи барқии атомӣ)-и Чернобил рӯй дод, ҳақиқатеро рӯшан сохт, ки нурҳои радиоактивӣ то чӣ дараҷа хавфноканд. Бинобар ин ҳама мардум бояд, ки аз ингуна хатар огоҳӣ дошта бошанд ва роҳҳои ҳимоя аз онро донанд.

1. Воя (доза)-и тобиш(радиатсия) чист?
2. Фони табиии тобише, ки ба ҳар як одам таъсир меоварад, чи қадар аст? Натиҷаро бо рентгенҳо ифода кунед.
3. Вояи солонаи ҳадди муқараргардидаро барои онҳое, ки бо моддаҳои радиоактив кор мекунанд, бо рентгенҳо ифода кунед.
4. Чӣ қадар вояи(дозаи) тобиш(радиатсия) метавонад одамро ба ҳалокат расонад?

§ 19. ТАБДИЛОТИ ЗАРРАҲОИ ЭЛЕМЕНТАРӢ.

Марҳалаи якум. Аз электрон то позитрон: солҳои 1897-1932. Заррахои элементарӣ инҳо ҳамон «атомҳо»-и Демокрит мебошанд.

Вақте ки файласуфи юнонӣ Демокрит заррақои соддатарини дигар таксимнопазирро атом номид, дар назари ӯ шояд ҳама чиз начандон мураккаб намуда бошад: «Ҳама ашё, ҳайвоноту наботот аз заррақои таксимнопазиру тағйирнопазир таркиб ёфтаанд. Ҳама табдилоти дар олам рӯйдиҳанда – ин тағйири ҷойи атомҳост. Ҳама чизи олам ҷорист, ҳама чиз тағйирпазир аст, ба ҷуз атомҳо, ки тағйирнопазиранд».

Аммо охири асри XIX ошкор гашт, ки сохти атом басо мураккаб аст ва электрон чун ҷузъи таркибии атомҳо ҷудо карда шуд. Баъд заррақои таркибии ядрои атом – протон ва нейтрон кашф шуданд. Аввалҳо ин заррақоро ибтидои таксимнопазиру тағйирнопазир, хиштҳои асосии олами моддӣ мепиндоштанд.

Марҳилаи дуввум. Аз позитрон то кваркҳо: солҳои 1932 – 1964. Маълум гардид ,ки ҳама заррақои элементарӣ ба якдигар табдил ёфта метавонанд ва зарраи тағйирнопазир умуман вуҷуд надорад. Заррақои элементарии маълумро мисли атомҳои Демокрит тағйирнопазир донистан мухолифи далели зайл мебуд: Ҳеҷ зарра ҷовид нест. Аксари заррақое, ки холо зарраи элементарӣ номида мешаванд, ҳатто дар мавриди вуҷуд надоштани таъсироти беруна на бештар аз милионяки сония умр мебинанд. Чунончи, умри нейтрони озод (нейтрони беруни ядро) тақрибан 16 дақиқа аст.

Танҳо чаҳор зарра : фотон, электрон, протон ва нейтрино – тағйирнопазирии худро нигоҳ дошта метавонанд, ба шарте ки ҳар яки онҳо дар дунёи том тоқаву танҳо бошад (нейтрино аз заряди электрикӣ маҳрум аст, массаи оромишаш шояд бениҳоят ночиз ё ҳатто сифрӣ бошад).

Электрону протон бошанд, «бародарони» бисёр хавфноке доранд – позитрону антипротон, ки дар бархурдҳо маҳви мутақобили ин заррақо (ва пайдоиши заррақои нав) рӯй медиҳад.

Фотони афкандаи чароғи рӯи миз на бештар аз 10^{-8} с мезияд – ин муддатест, ки барои то ба рӯи миз расидан ва фурӯ рафтани он фотон зарур аст.

Танҳо нейтриноҳо қариб безаволанд, зеро таъсири мутақобили онҳо бо заррақои дигар бағоят суст аст. Аммо нейтриноҳо ҳам дар мавриди бо заррақои дигар бархӯрдан

маҳв мешаванд, бо вуҷуде, ки ин гуна бархӯрдҳо басо кам воқеъ мешавад.

Ҳама зарраҳои элементарӣ ба якдигар табдил меёбанд ва маҳз ҳамин табдилоти мутақобил тарзи асосии мавҷудияти онҳост.

Маълум гашт, ки тасаввурот дар бораи тағйирнопазир будани зарраҳои элементарӣ пояи устувор надоштааст. Ҳамин буд, ки ин тасаввурот аз байн рафт. Вале ғояи тақсимнопазирии зарраҳо барҷой монд.

Зарраҳои элементарӣ то он ҷо «элементарӣ» мебошанд, ки дигар тақсимнопазиранд, аммо хосиятҳои онҳо бепоён аст. Ин аст пояи ингуна хулоса. Чӣ бояд кард, ки электрон қисм-қисм шавад? Электронро бо электрони дигари баландсуръат ё бо ягон зарраи дигари баландсуръат задан мебояд. Мошинҳои суръатфизои ҳозира зарраҳои электрнокро суръатҳои ба суръати рӯшноӣ басо наздик бахшида метавонанд.

Мувофиқи тасаввуроти имрӯза зарраҳои элементарӣ зарраҳои дигар тақсимнопазире мебошанд, ки тамоми олами моддӣ аз онҳо таркиб меёбад. Аммо таксимнопазирии зарраҳои элементарӣ ҳаргиз маънои онро надорад, ки онҳо гӯё сохтори дарунӣ надошта бошанд.

Марҳалаи саввум.

Охири солҳои 40 - ум гурӯҳи зарраҳое кашф шуд, ки зарраҳои «аҷиб» ном гирифтанд. Ин гурӯҳ аз каонҳо (ё худ К-мезонҳо) ва гиперонҳо иборат мебошад. *Гиперонҳо* зарраҳоеанд, ки массаи назар ба нуклонҳо (зарраҳои ядроӣ) бештар доранд. Номашон ҳам аз ҳамин ҷост. Солҳои ҳафтодум ба ин гурӯҳ гурӯҳи зарраҳое зам шуд, ки зарраҳои «*малеҳ*» ном гирифтанд (аз калимаи малоҳат). Ҳамон вақтҳо зарраҳои багоят кӯтоҳумре низ кашф шуданд, ки ҳамагӣ 10^{-22} 10^{-23} с умр мебинанд. Ин заррахо, ки ададашон аз 200 зиёд аст, резонансҳо ном гирифтаанд.

Ана ҳамон вақт (с. 1964) М. Гелл-Манн ва Ҷ. Свейг ингуна ақида изҳор карданд: ҳама зарраҳои дар таъсироти мутақобили ядроӣ иштироккунанда, ки адрон ном гирифтаанд (аз калимаи юнонии hadros – қавӣ, бузург), аз зарраҳои элементаритар, аз кваркҳо таркиб ёфтаанд.

Кваркҳо заряди электрикии касрӣ доранд: $+\frac{2}{3}e$ ва $-\frac{1}{3}e$

Протон аз се кварк таркиб меёбад. Нейтрон ҳам.

Дар замони ҳозира ба воқеъӣ будани кваркҳо касе шубҳа надорад, бо вуҷуде ки кваркҳоро дар ҳолати озод ошкор кардан муяссар нагардидааст ва шояд ҳеҷ гоҳ муяссар нагардад. Мавҷудияти кваркҳоро таҷрибаҳос исбот мекунанд, ки дар онҳо аз протонҳо ва нейтронҳо пареш хӯрдани электронҳои бағоят баландэнергия мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст.

Адади кваркҳои гуногун шашто мебошанд.

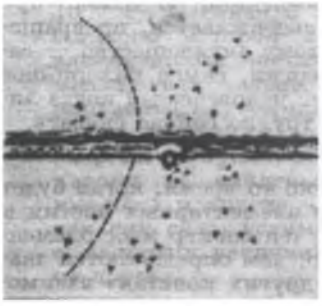
Кваркҳо то ҷое, ки ҳоло рушан аст, сохтори дарунӣ надоранд ва дар ин маънӣ зарраҳои ҳақиқатан элементарӣ мебошанд.

Зарраҳои сабуке, ки дар таъсироти мутақобили қавӣ иштирок намекунанд, лептон ном гирифтаанд (аз калимаи юнонии leptos — сабук). Лептонҳо низ мисли кваркҳо шаштоанд (электрон, се навъ нейтрино ва боз ду зарраи дигар — мюон ё худ мю-мезон ва тау-лептон, ки назар ба электрон массаи зиёдтар доранд).

Кваркҳо ва лептонҳо зарраҳои ҳақиқатан элементарӣ мебошанд.

§ 20. ЗАРРАҲО ВА АНТИЗАРРАҲО

Мавҷудияти позитронро, ки антизарраи электрон мебошад, ҳанӯз с. 1928 олими англис П.Дирак ба таври назарӣ пешгӯӣ кардааст. Дирак инчунин пешгӯӣ карда буд, ки дар ҳодисаи бо якдигар бархурдани электрону позитрон ҳардуи онҳо бояд маҳв шаванд ва дар натиҷа ба ҷои онҳо бояд фотонҳои баландэнергия ба вуҷуд оянд. Ҳодисаи акс — тавлиди ҷуфти электрону позитрон, масалан дар натиҷаи бо ядрои атом бархӯрдани фотони баландэнергия низ имконпазир аст. Позитрон с. 1932 бо ёрии камераи дар майдони магнитӣ воқеъшудаи Вилсон ошкор карда шуд. аломати заряди позитронро аз рӯи самти хамиши изи он ёфтаанд. Аз рӯи радиуси качи ва энегияи позитрон нисбати заряди он бар масааш ёфта шудааст. Ин



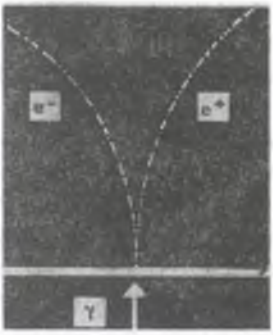
Расми 211.

нисбат модулан баробари ҳамингуна бузургии тавсифдиҳандаи электрон будааст. Дар рас. 211 нахустин сурате тасвир ёфтааст, ки мавҷудияти позитронро исбот мекунад. Позитрон аз поён сӯи боло ҳаракат кардааст ва дар варақаи сурби сари роҳаш қисми энергияашро гум кардааст. Ҳамин аст, ки каҷии траекторияи он афзудааст.

Ҳодисаи дар варақаи сурбӣ бо таъсири гамма квант пайдо шудани ҷуфти электрон – позитрон дар рас. 212 тасвир ёфтааст. Ин сурати фотографӣ бо ёрии камераи дар майдони магнитӣ воқеъшудаи Вилсон гирифта шудааст.

Маҳви як навъи зарраҳо ва тавлиди зарраҳои дигар дар ҷараёни бархӯрдан ва маҳв гардидан (ё, чи навъе ки мегӯянд, дар сурати аннигилятсия шудан)-и ҷуфти электрон – позитрон зоҳир мегардад. Ҳардуи ин зарраҳо заряди электрикӣ ва дар ҳолати оромӣ массаи муайян доранд. Аммо фотонҳои дар ин маврид тавлидшаванда заряди электрикӣ надоранд; онҳо соҳиби массаи оромиш низ нестанд: онҳо дар ҳолати оромиш вуҷуд дошта наметавонанд.

Баъдҳо антизарраҳои ҳама зарраҳо кашф шуданд. Антизаррахо ба зарраҳошон аз он сабаб мукобил гузошта мешаванд, ки ҳангоми ба ин ё он зарра дучор омадани антизаррааш онҳо якдигарро маҳв месозанд, ҳарду зарра нест мешаванд ва ба квантҳо ё заррахои дигар табдил меёбанд.



Расми 212.

Соли 1955 антипротон ва соли 1956 антинейтрон ошкор шуданд.

Заряди электрикии антипротон манфист. Ҳозир рушан аст, ки тавдили ҷуфти зарра – антизарра ва ҳангоми вохӯрд маҳв гардидани онҳо на танҳо электрону позитронро хос мебошад. Атомҳое, ки ядроҳошон аз антинуклонҳо (яъне аз антипротонҳо ва антинейтронҳо) таркиб ёфтаанду қишрашон аз позитронҳо иборатанд, антимоддаро ба вуҷуд меоваранд.

Соли 1969 дар Иттиҳоди Шӯравии собиқ бори аввал дар дунё *антигелий* ҳосил карда шудааст.

1. Се марҳалаи инкишофи физикаи зарраҳои элементарӣ чӣ тафовут доранд?
2. Ҳама зарраҳои элементарии пойдорро номбар кунед.
3. Басомади гамма-квантҳои дар натиҷаи барҳӯрд ва ҳеҷшуд (аннигилятсия)-и электрону позитрон тавлидёфта чанд аст?
4. Антипротон ва антинейтрон кай ошкор карда шуданд?

§ 21. МАНЗАРАИ ФИЗИКИИ ОЛАМ

Илми физика моро бо умумитарин қонунҳое ошно мегардонад ки онҳо ҷараёни ҳодисаҳои дар олами атрофи мо ва умуман дар Кайҳон рӯйдиҳандаро идора мекунанд.

Мақсади физика ҷустуҷӯи қонунҳои умумии табиат ва дар заминаи онҳо шарҳ додани ҳодисаҳои табиат мебошад.

Манзараи механикии олам. Манзараи ягонаи дар заминаи механикаи Нютон бунёдёфтаи олам бисёр наслҳои олимонро ба гирдоби ҳайрат андохтааст ва ҳоло ҳам ҳайрон гардонда истодааст. Ба ақидаи Нютон тамоми олам «аз зарраҳои сахт, зарраҳои дорои вазн, нуфузнопазир ва ҳаракатманд» иборат мебошад. Ин «зарраҳои аввалия мутлақо сахтанд: онҳо назар ба ҷисмҳои аз ҳамин зарраҳо таркибёфта беандоза сахтанд, ба дараҷае сахтанд, ки ҳаргиз фарсуда намешаванд ва намешикананд». Онҳо аз якдигар асосан бо сифати худ, бо массаи худ (яъне аз ҷиҳати миқдорӣ) фарқ мекунанд. Ҳама рангорангии олам – ин натиҷаи гуногунии ҳаракати зарраҳо мебошад. Моҳияти дохилии зарраҳо бошад, дар дараҷаи дуввуми аҳамият қарор мегирад.

Заминаи ингуна манзараи ягонаи олам хусусияти ҳамафарогирандагии қонунҳои нютонии ҳаракати ҷисмҳо мебошад. Чӣ ҷирмҳои азими кайҳонӣ ва чӣ хурдтарин тобеъи ҳамин қонунҳо мебошанд. Ҳатто шамол, яъне ҳаракати дар чашм нонамоёни зарраҳои ҳаво низ тобеъи ҳамин қонунҳоанд. Дар тӯли асрҳо олимон бовар доштанд, ки қонунҳои асосӣ ва ягонаи табиат қонунҳои Нютонанд. Чунончи, олими фаронсавӣ Лагранж мегуфт, ки «касе дар олам хушбахттар аз Нютон нест, зеро танҳо як бор, танҳо як одамро муяссар мегардад, ки манзараи оламро бунёд бигзорад».

Вале манзараи одии механикии олам номукаммал будааст. Таҳқиқи рӯйдодҳои электромагнитӣ нишон дод, ки онҳо тобеъи механикаи Нютон нестанд. Максвел қонунҳои ифодакунандаи рафтори майдони электромагнитиро кашф

кард, ки аз қонунҳои механикаи Нютон ба куллӣ фарқ доранд.

Манзараи электромагнитии олам. Дар чорчӯбаи механикаи Нютон чунин тасаввур мешуд, ки ҷисмҳо аз тариқи холигӣ ба якдигар бевосита таъсир мекунанд. Пас аз бунёди электродинамика тасаввурот оид ба қувваҳо моҳиятан тағйир ёфт. Ҳар яке аз ҷисмҳои мутақобилтаъсиркунанда майдони электромагнитие ба вуҷуд меорад, ки он дар фазо бо суръати ниҳоӣ паҳн мешавад. Таъсири мутақобил ба воситаи ҳамин майдон сурат мегирад.

Қувваҳои электромагнитӣ дар табиат басо зиёд дучор меоянд. Онҳо дар ядрои атом, дар худи атом, дар молекула, дар байни молекулаҳои ҷудогонаи ҷисмҳои макроскопӣ амал мекунанд. Сабаб он аст, ки дар таркиби ҳама атомҳо заррахои электрон вуҷуд доранд. Асари қувваҳои электромагнитӣ ҳам дар масофаҳои бағоят кӯтоҳ (ядрои атом) ва ҳам дар масофаҳои кайҳонӣ (тобиши электромагнитии ситорахо) зоҳир мегардад.

Инкишофи электродинамика боиси ба миён омадани кӯшишҳои бунёдгузории *манзараи ягонаи электромагнитии олам* гардид. Мувофиқи ин ақида ҳама ҳодисаҳои олам тобеъи қонунҳои таъсироти мутақобили электромагнитӣ пиндошта мешаванд.

Манзараи электромагнитии олам пас аз бунёд ёфтани назарияи махсуси нисбият ба авҷи худ расид. Маънии аслии ниҳоӣ будани суръати густариши таъсири мутақобили электромагнитӣ дарк шуд, нисбат ба вақту фазо таълимоти нав ба вуҷуд омад, муодилаҳои релятивис ёфта шуданд, ки муодилаҳои нютонии ҳаракатро барои суръатҳои баланд иваз мекунанд.

Дар замони равнақи манзараи механикии олам мекӯшиданд, ки ҳодисаҳои электромагнитиро дар чорчӯбаи ҳодисаҳои механикии дар муҳити махсус – эфири ҷаҳонӣ рӯйдиханда шарҳ диҳанд. Дар манзараи нав бошад, баръакс, кушиданд, ки қонунҳои ҳаракатро аз назарияи электромагнитӣ ҳосил кунанд. Аммо дар заминаи манзараи электромагнитӣ шарҳ додани на ҳама рӯйдодҳои электромагнитӣ муяссар гардид. Муодилаҳои ҳаракати заррахо ва қонуни таъсироти мутақобили ҷозибавиро дар чорчӯбаи назарияи майдони электромагнитӣ ҳосил кар

имкон надорад. Ғайр аз ин, заррањои нави безаряд ва навъњои нави таъсири мутақобил ошкор гардиданд. Табиат назар ба он ки дар ибтидо тасаввур мерафт, хеле мураккаб будааст: на қонуни ягонаи ҳаракат ва на қувваи ягона қодир нестанд, ки ҳама гуногунии руйдодҳои табииро фаро гиранд.

Ягонагии сохти материя. Олам бағоят рангоранг аст, бо вуҷуди ин моддаи ситораҳову моддаи Замин якранганд, монандӣ доранд. Атомҳои таркибдиҳандаи ҳама ҷирмҳои Кайҳон мултақо якхелаанд. Ҳама атомҳо сохтори якхела доранд ва аз се навъ заррањо иборатанд. Ядрои атом аз протонҳову нейтронҳо таркиб ёфтааст қишри он аз электронҳо. Таъсири мутақобили ядрову электронҳо ба воситаи майдони электромагнитӣ (ки квантҳо ё худ пайкҳои он фотонҳоанд) сурат мегирад.

Дар дохили ядро бошад, протонҳову нейтронҳо ба воситаи пионҳо (ё худ пи-мезонҳо) таъсири мутақобил мекунанд. Ҳангоми табдили нейтрон нейтрино ба вуҷуд меояд.

Ғайр аз ин, бисёр заррањои дигари элементарӣ ва таркибӣ кашф шудаанд. Вале нақши камубеш муҳим доштани онҳо танҳо дар соҳаи энергияҳои баланд зоҳир мегардад.

Дар нимаи аввали асри XX муҳаққиқони олами микрозаррањо ингуна хулосаи бағоят муҳим гирифтанд: **ҳама заррањои элементарӣ қобилияти ба якдигар табдил ёфтан доранд.**

Солҳои ҳафтод дарк шуд, ки адронҳо (яъне заррањои қавитаъсир) аз кваркҳо ном заррањо таркиб меёбанд. Кваркҳо мисли лептонҳо (заррањои сабук) заррањои ҳақиқатан элементарӣ мебошанд.

Пас аз кашфи заррањои элементарӣ ва табдилоти онҳо дар манзараи ягонаи олам пеш аз ҳама масъалаи ягонагии сохти материя дар маҷди назар меояд. Ин ягонагӣ материалӣ будани ҳамаи заррањои элементариро мефаҳмонад. Заррањои элементарии гуногун шаклҳои муайян ва гуногуни мавҷудияти материя мебошанд.

Манзараи муосири физикии олам. Ягонагии олам танҳо бо ягонагии сохти материя маҳдуд нест, балки ҳам дар қонунҳои ҳаракати заррањову ҳам дар қонунҳои таъсироти мутақобили онҳо зоҳир мегардад.

Бо вуҷуди гуногунии ҳайратангези таъсироти мутақобили ҷисмҳо мувофиқи маълумоти имрӯзаи илмӣ дар табиат танҳо

чор навъ қувва ҳаст: қувваҳои ҷозиба, қувваҳои электромагнитӣ, қувваҳои ядроӣ қувваҳои суст (ё таъсири мутақобили суст). Таъсироти мутақобили суст асосан дар мавридҳои ба якдигар табдил ёфтани зарраҳои элементарӣ зоҳир мегардад. Ин навъи қувваҳо дар фазои беканори Кайҳон, дар ҳаргуна ҷисмӣ заминӣ дар атому ядрои он ва дар ҳама табдилоти зарраҳои элементарӣ зоҳир гардида метавонанд.

Тағйироти инқилобии тасаввуроти классикии оид ба манзараи физикии олам пас аз кашфи хосиятҳои квантии микрозарраҳо ва дарки онҳо рӯй дод. Бо пайдоиши физикаи квантӣ, ки ҳаракати микрозарраҳоро тавсиф медиҳад, унсурҳои нави манзараи физикии олам ба майдон омадаанд.

Ҳар як майдон квантҳои ба худ хос дорад: майдони электромагнитӣ ба воситаи фотонҳо мавҷудият пайдо мекунаду майдони ядроӣ – ба воситаи пигонҳо (пӣ-мезонҳо) ва дар дараҷаи чуқуртар – ба воситаи глуонҳо ном заррае. ки кваркҳоро бо якдигар алоқаманд мегардонанд.

Дар навбати худ ҳама заррахо хосиятҳои мавҷӣ зоҳир мекунанд. Дуализми «мавҷ – зарра» ҳама шаклҳои материяро хос мебошад. Зоҳиран, дар чорчӯбаи як назария тавсиф додани хосиятҳои якдигарро гӯё истиснокунандаи заррагӣ ва мавҷӣ аз он ҷиҳат ғайриимконпазир мегардонад, ки қонунҳои ҳаракати ҳама микрозарраҳо рафтори оморӣ (рафтори статистикӣ) доранд. Ин далел ба таври «мутлақ» пешгӯӣ кардани рафтори ин ё он микрозарраро имконнопазир мегардонад.

Принсипҳои назарияи квантӣ комилан умумианд: онҳо барои тавсифи ҳаракату таъсироти мутақобил ва табдилоти мутақобили ҳама заррахо қобили истифода мебошанд.

Ҳамин тариқ, физикаи муосир хусусиятҳои ягонагии табиатро дар пеши назари мо басо рӯшан ҷилвагар месозад. Шояд мо моҳияти физикии ягонагии оламро ҳанӯз ҳам пурра дарк накарда бошем. Маълум нест, ки чаро адади заррахои элементарӣ ин қадар зиёд аст, чаро онҳо маҳз ҳамонгуна массаву заряд ва дигар тавсифот доранд.

Ҷаҳонбинии илмӣ. Қонунҳои элементарие, ки дар соҳаи физика муқаррар карда мешаванд, аз ҷиҳати умумияти худ назар ба далелҳое, ки тадқиқи ҳаргуна руйдоди табиӣ аз онҳо сар мешавад, мураккабтару умумитарин мебошанд. Бо

вуҷуди ин қонунҳои физикӣ ба дараҷаи ҳодисаҳои соддаи бевосита мушоҳидашавандаи табиӣ боварибахш ва воқеианд. Ин қонунҳо дар ягон маврид, ба ҳеҷ ваҷҳ вайрон намешаванд.

Шумораи ҳарчи бештари одамон дарк мекунанд, ки қонунҳои физикӣ, қонунҳои идоракунандаи табиат барои мӯъҷиза ҷой наметонанд. Дарки ин қонунҳо инсониятро имкон медиҳад, ки зинда монад.

§ 22. ФИЗИКА ВА ИНҚИЛОБИ ИЛМӢ-ТЕХНИКӢ

Дар замони ҳозира бузургтарин инқилоби илмӣ- техникӣ рӯй дода истодааст. Ин инқилоб аллакай бисёр соҳаҳои илму техникаро ба куллӣ тағйир додааст. Яке аз қадиматарин илмҳо – астрономия ҳоло инқилоберо аз сар мегузаронад, ки он бо воқеаи ба фазои Кайҳон баромадани одам алоқаманд мебошад. Тавлиди кибернетика ва компютерҳо симои илми математикаро ба куллӣ тағйир дод, сӯи соҳаи нави фаъолияти инсонӣ, сӯи информатика роҳ кушод. Пайдоиши биологияи молекулӣ ва генетика дар илми ҳаётшиносӣ инқилоб андохт. Тавлиди соҳаи ба истилоҳ химияи бузург бошад, маҳсули инқилобест, ки дар илми химия ҷараён гирифтааст. Ҳамингуна пешрафт дар геология, метеорология (ҳавошиносӣ), океанология (укёнусшиносӣ) ва бисёр соҳаҳои дигари илми муосир низ рӯй дода истодааст.

Дар замони мо ҳама соҳаҳои асосии техника низ тағйироти чукури сифати дида истодааст. Инқилоби энергетики аз ҷумла, бо он алоқаманд аст, ки ба ҷои нерӯгоҳои барқи ҳароратӣ (ки бо сузишвории органикӣ кор мекунанд) неругоҳҳои барқи атомӣ бунёд карда мешавад. Ҳамаҷониба автоматӣ ва механикӣ гардондани саноат ва кишоварзӣ ин сохахоро дар мачрои инқилоб меандозад. Наклиёт, бинокорӣ, алоқа ба соҳаҳои усулан нави пуриктидортар ва мукаммалтари техникаи муосир табдил ёфта истодааст.

Инқилоби илмӣ-техникӣ мақоми илмро дар ҳаёти ҷомеа ба куллӣ тағйир дод. Илм қувваи бевоситаи истеҳсолкунанда гардид. Акнун дар оянда низ истеҳсоли воситаҳои зиндагонӣ танҳо вобаста ба татбики амалии комёбиҳои илмӣ афзуда метавонад.

Инқилоби илмӣ-техникӣ инсониятро сӯи бозсозиҳои азим, такмили ҳама ҷабҳаҳои истеҳсолот ва ҳалли масъалаи ҳифзи муҳити зист мебарад.

Физика ва астрономия. Дар табиатшиносии муосир физика ба техника ва истеҳсолот таъсири бузурги инқилобӣ мерасонад. Дар тӯли ҳазорҳо сол астрономҳо дар бораи рӯйдодҳои кайҳонӣ танҳо бо маълумоте қаноат мекарданд, ки ба воситаи рӯшноии намоён ба даст меомад. Дар рафти инкишофи радиофизика илми радиоастрономия ба вуҷуд омад, ки он тасаввуроти мавҷударо дар бораи Кайҳон хеле васеъ гардонд. Вай имкон дод, ки мавҷудияти бисёр объектҳои то ин дам номаълуми кайҳонӣ ошкор карда шавад. Ахбори зиёди илмие, ки аз Қоинот ба воситаи навъҳои дигари нурҳои электромагнитӣ меояд, ба Замин норасида, дар атмосфераи он гум мешавад. Пас аз он ки одам ба фазои Кайҳон баромад, шохаҳои нави илмӣ – астрономия нурҳои ултрабунафшу инфрасурх, рентгенӣ, гамма-астрономия ба вуҷуд омаданд, ки имкониятҳои онро афзуданд, доираи таҳқиқи нурҳои кайҳонии аввалиеро, ки то ба сарҳади атмосфераи Замин мерасонд, бағоят васеъ гардондан: муҳаққиқон акнун имкон пайдо карданд, ки ҳама навъи нурҳову зарраҳои кайҳониро таҳқиқ кунанд. Ҳамин буд, ки дар даҳсолаҳои охир назар ба тамоми таърихи астрономия бештар ахбори илмӣ ба даст омад. Астрономҳо дар ингуна таҳқиқот усулҳо ва асбобҳои физикиро истифода мекунанд. Астрономияи қадимӣ ба астрофизика табдил ёфта истодааст.

Ҳоло астрономияи нейтрино ном шохаи илмие бунёд ёфта истодааст, ки дар заминаи комёбиҳои физикаи ядро ва физикаи зарраҳои элементарӣ ба майдони вуҷуд омадааст, имкон медиҳад, ки дар бораи ҳодисаҳои дар қаъри ҷирмҳои кайҳонӣ, аз ҷумла ҳодисаҳои дар қаъри Офтоб рӯйдиҳанда маълумоти пурқимат ба даст оварда шавад.

Физива ва биология. Инқилоби илмӣ-техникиро дар биология одатан бо пайдоиши биологияи молекулӣ ва генетика, ки ҳаётро дар дараҷаи хурдтарин зарраҳои организми зинда – молекулаҳо меомӯзанд, алоқаманд месозанд. Воситаҳову усулҳое, ки биологияи молекулӣ истифода мекунад, - микроскопҳои электронӣ ва протонӣ, таҳлили рентгенсохторӣ, электронография, таҳлили активатсионии нейтронӣ, усули нишонаатомҳо ва г. ҳама

воситаҳову усулҳои физикианд. Мақоми физикаи муосир дар кори бозсозии инқилобии илмҳои химия, заминшиносӣ ва як қатор илмҳои дигари табиатшиносӣ муҳим мебошад.

Физика ва техника. Дар заминаи комёбиҳои физика ва техника энергетика, алоқа, нақлиёт, сохтмон, истеҳсолоти саноатӣ ва кишоварзӣ амалияи худро равнақ медиҳанд.

Захираҳои обии Тоҷикистон барои рушди соҳаи гидроэнергетика дар оянда имкониятҳои заруриро фароҳам меоварад. Дар дарёҳои Тоҷикистон якчанд НБО сохта ба истифода дода шудаанд ва боз сохтмони якчанд неругоҳҳои барқи обии иқтидорашон хурду азим ба нақша гирифта шудаанд. Нерӯгоҳҳои барқи ҳарорати миқдори зиёди гази карбонат ба вуҷуд меоваранд, ки он муҳити зистро захролуд мегардонанд, аммо нерӯгоҳҳои барқи обӣ (НБО) аз ин нуқтаи назар бехавф мебошанд.

Нерӯгоҳҳои термоядроии оянда ҷомеаро аз ташвиши рӯзафзуни ҷӯстуҷӯи манбаҳои энергия озод хоҳад гардонд. Бунёди илмии энергитикаи атомӣ ва термоядроӣ, пурра ба комёбиҳои физикаи ядро такя мекунад.

Дар оянда дар ҷабҳаи эҷоди истеҳсолоти ҳамаҷониба худкоре, ки хатҳои автоматӣ роботҳои саноатии ба воситаи компютерҳо идорашаванда ва инчунин дастгоҳҳои электронии санҷишу назоратро дарбар мегирад, кӯшиши бисёре ба харҷ дода мешавад. Бунёди илмии ингуна истеҳсолот бар комёбиҳои радиоэлектроника, физикаи ҷисмҳои сахт, физикаи ядрои атом ва чанд шохаи дигари физикаи муосир такя мекунад.

Физика ва информатика. Физика дар бунёди техникаи ҳисоббарори ҳозира саҳми муҳим дорад. Ҳама наслҳои мошинҳои ҳисобкунии электронӣ, компютерҳо, нимноқилҳо дар лабараторияҳои физикӣ ба вуҷуд омадаанд.

Ҳамин тариқ физика дар инқилоби илмӣ – техникӣ мақоми арзанда дорад.

Солҳои 70 – и асри XX шабакаи Интернет пайдо шуд,ки ҳамаи навъи компютерҳоро муттаҳид мекунад. Аз солҳои 80 ин шабака Рушд намуда, зиёда аз 40 000 шабакаи хурду бузургро муттаҳид кард. Ҳама имкон пайдо намуд, ки ба воситаи компютери худ ба ин шабака ворид шаванд.

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Энергияи алоқаи ядрои атоми дейтерийро ҳисоб кунед.

Д. ш. аст.

$m_p = 1{,}00728$ в.а.м.

$m_n = 1{,}00866$ в.а.м.

$M\ {}_1^2\text{н} = 2{,}01410$ в.а.м.

$m_э = 0{,}00055$ в.а.м.

ΔE - ? Ҳал: Энергияи алоқаи ядро баробар аст:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

ки Δm- фарқи суммаи массаҳои заррaҳои озоди таркиби ядро, c – суръати рӯшноӣ дар вакуум мебошад. Барои муайян кардани массаи атоми дейтерий зарур аст, ки аз массаи атоми дейтерий массаи электронро тарҳ кардан лозим аст:

$$\Delta m = m_p + m_n - m_я = m_p + m_n + (M\ {}_1^2\text{н} - m_э)$$

$\Delta m = 1{,}00728$ в.а.м. + 1,00866 в.а.м.- 2.01410 в.а.м. +

+ 0,00055 в.а.м.= 0.00239 в.а.м.

Азбаски 1 в.а.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг, бинобарин

$\Delta m = 0{,}00239$ в.а.м = $3{,}967 \cdot 10^{-30}$ кг.

$\Delta E = 3{,}967 \cdot 10^{-30} \cdot 9 \cdot 10^{16}$ Ҷ = $3{,}57 \cdot 10^{-13}$ Ҷ ё

$\Delta E = 3{,}57 \cdot 10^{-13} / 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 2{,}23 \cdot 10^6$ эВ = 2,23 МэВ

2. Ҳангоми реаксияи термоядроии синтези ядрои гелий аз ядрои изотопи дейтерий ва тритий аз рӯи схемаи

$${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_1^4\text{H} + {}_0^1\text{n}$$

энергияи 17,6 МэВ озод мешавад. Чӣ гуна энергия ҳангоми синтези 1 г гелий озод мешавад? Чӣ қадар ангиштсанг сӯзонидан лозим аст, ки ингуна энергия пайдо карда шавад?

Д. ш. аст.

$m_1 = 1$ г = 10^{-3} кг

$M = 4 \cdot 10^{-3}$ кг.мол$^{-1}$

$\Delta E = 17{,}6$ МэВ = $2{,}8 \cdot 10^{-12}$ Ҷ

$q = 2{,}7 \cdot 10^7$ Ҷ.кг$^{-1}$

E -?

m_2 - ? Ҳал: Барои ёфтани энергияе, ки ҳангоми синтези 1 г гелий ҷудо мешавад, лозим аст, ки баромади реаксияи ядроиро ΔE

ба миқдори реаксияҳои ичрогардида, ки ба адади атомҳои гелий N дар 1 г баробар аст, зарб кардан лозим аст:

$$E = \Delta E \cdot N$$

Адади атомҳои гелий баробар аст: $N = m \cdot N_A / M$

$N = 10^{-3} \cdot 6.10^{23} / 4.10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{23}$

Пас $E = 2,8.10^{-12} \cdot 1,5.10^{23}$ Ҷ $= 4.2 \cdot 10^{11}$ Ҷ

Аз шарти $Q = E$ бармеояд, ки

$$Q = qm, \quad m_1 = Q/q = E/q$$

Аз ин ҷо массаи ангиштсанг, ки ҳангоми сӯхтан ҳамон қадар энергия, ки ҳангоми синтези 1 г гелий ҷудо мешавад, баробар аст: $m_1 = 4.2.10^{11}$ Ҷ$/ 2,7.10^{7}$ Ҷ$.кг^{-1} = 1,56 \cdot 10^{4}$кг

3. Муайян кунед, ки кадом зарра дар амалӣ гаштани реаксияи зерин иштирок мекунад?

$$^{14}_{7}N + X \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$$

Ҳал: хосияти нигоҳдории адади умумии нуклонҳоро ҳангоми ба амал омадани реаксияҳои ядроӣ ба инобат гирифта, муайян намудан мумкин аст, ки зарраи номаълум X аз ду протон ва чор нуклон иборат мебошад. Пас ин ядрои атоми гелий: $^{4}_{2}H$ мебошад (алфа зарра).

МАШҚИ 9.

1. Реаксияи ядроиро навишта, ядрои охирини реаксияро муайян кунед:

$$^{6}_{3}Li + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{4}_{2}He + ?$$

2 Реаксияи ядроиеро нависед,ки дар натиҷаи α - борон кардани алюминий (Al^{27}_{13}) ва хориҷ гаштани як протон ба вуҷуд меояд.

3. Реаксияҳои ядроии зеринро пурра нависед:

$$^{238}_{94}PU + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{93}_{49}TC + ? + \gamma$$

$$^{3}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + ?$$

$$^{64}_{29}CИ + ? \rightarrow {}_{28}\ldots + \gamma$$

4. Урани $^{238}_{92}U$ дар натиҷаи чанд алфа-ва чанд бета табдил ба сурби $^{206}_{82}Rb$ табдил меёбад?

(Ҷавоб: Ҳашт α ва шаш β - табдилот)

5. Даври нимтабдилии $^{226}_{88}Ra$: T= 1600 сол аст. Пас аз чанд вақт адади атомҳои ин изотоп 4 бор кам мешавад?

(Ҷавоб: ≈ 3200 сол)

6. Адади атомҳои $^{222}_{86}Rn$ дар муддати 1,91 шабонарӯз) чанд маротиба кам мешавад? Даври нимкохишӣ ин изотопро T=3,82 шабонарӯз гирад.

(Ҷавоб: ≈ 1,41 маротиба)

7. Адади протонҳову нейтронҳои ядроҳои $^{19}_{9}F$, $^{40}_{18}Ar$, $^{18}_{35}Br$, $^{33}_{55}Cs$ ва $^{197}_{79}Au$- ро ёбед.

8. Энергияи банди ядрои дейтерий $_1^2H$ -ро (бо МэВ) хисоб кунед.

(Ҷавоб: 2,2 МэВ)

9. Ҳангоми реаксияи термоядроии $_1^2H + _1^3H \rightarrow _2^4He + _0^1n$ кадом энергия хориҷ мешавад?

(Ҷавоб: 15 МэВ)

10. Тавоноии неругохи атомиеро ёбед, ки дар як шабонарӯз 220 г изотопи $_{92}^{236}U$ сарф мекунад. К.К.Ф.-аш 25% аст.

(Ҷавоб: 53 МВт)

11. Ба саволҳои кроссворди «НЕЙТРОН» ҷавоб гардонед.

	1.			Н					
	2.			Е					
		3.		Й					
4.				Т					
	5.			Р					
6.				О					
7.				Н					

1. Физики олмон - асосгузори физикаи квантӣ.
2. Физике, ки бори нахуст ядрои атомро ба таври сунъӣ табдил додааст.
3. Ҳисобгираки заррахои элементарӣ.
4. Антизарраи электрон.
5. Зарраи элементарӣ.
6. Олими англис, ки электронро кашф кардааст.
7. Олими бузурги рус, яке аз асосгузорони таълимот дар бораи сохти молекулавии модда.

ХУЛОСАҲОИ БОБИ НӮҲУМ

1. Э. Резерфорд мавҷудияти ядрои атомро ошкор сохта, муайян намуд, ки тамоми заряди электрикии мусбат ва қариб ҳамаи массаи атом дар ҳамин ядро ғирд омадаанд ва андозаҳои ядро ҳамагӣ 10^{-12} - 10^{-13} см аст, ки назар ба андозаҳои атом 10^{4} – 10^{5} маротиба хурд мебошад. Заряди ядрои атом ба ҳосили зарби рақами тартибии элементи химиявии дар ҷадвали даврии Менделеев ва бузургии заряди электрон баробар аст. Ядрои атоми гидроген аз як протон иборат мебошад. Резерфорд модели сайёравии атомро ба миён овард, ки мувофиқи он электронҳо дар ғирди ядрои атом гардиш мехӯранд.

2. Бор ду постулатро пешниҳод намуд, ки ҳарду хилофи механикаи классикии Нютон ва электродинамикаи Максвелл буданд. Постулати якуми Бор: системаи атомӣ танҳо дар ҳолатҳои муқимӣ (статсионарӣ) ё худ ҳолатҳои квантие вокеъ мегардад, ки ҳар яки онҳо бо энергияи муайяни тавсиф мешавад; атом дар ҳолатҳои муқимӣ энергия намеафканад.

Мувофиқи постулати дуюми Бор афканиш ва фурӯбурди рӯшноӣ он гоҳ рӯй медиҳад, ки атом аз як ҳолати муқимӣ ба ҳолати муқимии дигар гузарад. Дар ин маврид энергияи фотони афкандашаванда ё фурӯраванда бо фарқи энергияҳои ҳолатҳои муқимие таъин мешавад, ки гузариш дар байни онҳо рӯй медиҳад.

3. Солҳои бистуми асри XX механикаи квантӣ ва электродинамикаи квантӣ ба арсаи вуҷуд қадам ниҳоданд, ки дар заминаи назарияи квантии нурафканиш генераторҳои квантии соҳаи рӯшноии намоён-лазерҳо сохта шуданд. Лазерҳо нурҳои когерентии бағоят пуриқтидор ҳосил карда метавонанд. Нурҳои лазерӣ дар соҳаҳои гуногуни илму амалия татбиқи бисёр доранд.

4. Барои қайд кардан ва табдилоти зарраҳои элементарӣ ҳисобгираки Гейгер, камераи Вилсон, ҳубобкамера ва фотоэмулсияҳо истифода мешаванд.

5. А. Беккерел ҳодисаи радиоактивиятро кашф кард. Ядроҳои уран, торий ва баъзеи дигар элементҳо худбахуд (бе таъсироти беруна) алфа-зарраҳо, бета-зарраҳо ва гамма-квантҳо меафкананд. Гамма-нурҳо мавҷҳои электромагнитии кӯтоҳ (10^{-10} – 10^{-13} м), бета-зарраҳо сели электронҳо ва алфа-зарраҳо ядроҳои атомҳои гелий мебошанд.

6. Мувофиқи қонуни табдилоти радиоактивӣ барои ҳар як моддаи радиоактив фосилаи муайяни вақте вуҷуд дорад, ки дар тӯли он фаъолият ду бор кам мешавад. Ин фосилаи вақт даври нимтабдил ном гирифтааст. Даври нимтабдил барои моддаҳои радиоактиви гуногун аз ҳиссаҳои сония то миллиардҳо сол буда метавонад.

7. Резерфорд ядроҳои атомиро бо алфа-зарраҳои афкандаи моддаҳои радиоактив алфаборон карда, ядроҳоро ба таври сунъӣ табдил дод. Ҳамкори ӯ Ҷ. Чедвик зарраи таркибии атом — нейтронро кашф кард.

8. В. Гайзенберг ва Д. Иваненко модели протони - нейтронии ядрои атомро пешниҳод намуданд. Мувофиқи ин модел ядрои атом аз протонҳову нейтронҳо иборат мебошад. Адади массавии ядро *A* ба ҷамъи адади протонҳо **Z** ва адади нейтронҳо **N** баробар аст:

$$A=Z+N$$

9. Ядрохое, ки адади протонҳошон баробар, вале адади нейтронҳошон гуногун аст, изотоп ном доранд.

Изотопҳо хосиятҳои химиявии якхела доранд.

Протонҳову нейтронҳо дар ядро тавассути қувваҳои пурзӯри кӯтоҳтаъсир нигаҳдорӣ мешаванд. Ин қувваҳоро қувваҳои ядроӣ меноманд.

Тағйироти ядроҳоро дар сурати бо якдигар ё бо заррахои элементарӣ таъсири мутақобил карданашон реаксияи ядроӣ меноманд.

Ядроҳои уран, торий ва баъзе дигар унсурҳои вазнин бо таъсири нейтронҳо пора шуда метавонанд. Дар натиҷаи пора шудани ҳар як ядро тақрибан 200 МЭВ энергия хориҷ мегардад. Ҳангоми пора шудани ҳар як ядро ду-се нейтрони озод ба вуҷуд меояд. Ин имкон медиҳад, ки дар реактори атомӣ реаксияи ядроии занҷирӣ воқеъӣ гардонда шавад. Реаксияи идоранашавандаи пора шудани ядроҳо дар бомбаҳои атомӣ воқеъӣ гардонда шудааст.

10. Дар мавриди ба якдигар бархӯрдани ду ядрои сабук онҳо як шуда, энергияи зиёде хориҷ карда метавонанд. Ингуна реаксияҳо танҳо дар ҳароратҳои баланд рӯй дода метавонанд – ҳамин аст, ки онҳо реаксияҳои термоядроӣ ном гирифтаанд. 11.Ҳамин реаксияҳои термоядроӣ Офтобу ситораҳоро миллиардҳо сол тобон медорад. Идора кардани реаксияҳои термоядроӣ ҳанӯз муяссар нагардидааст.

Изотопҳои радиоактив, ки бо ёрии реакторҳои атомӣ ва суръатфизоҳои заррачаҳои электрон ҳосил карда мешаванд, дар соҳаҳои гуногун илм, тиб, кишоварзӣ ва саноат татбиқи бисёр доранд.

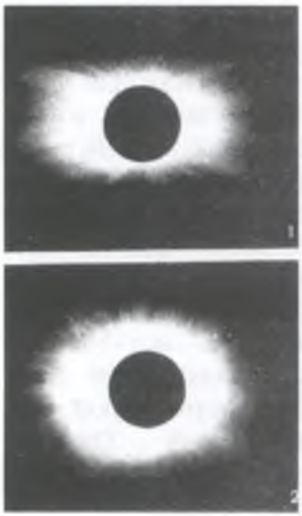
Ҳама заррачаҳои элементарӣ ба якдигар табдил ёфта метавонанд ва ин табдилоти мутақобил тарзи асосии мавҷудияти онҳост. Аксари заррачаҳои элементарӣ нопойдоранд ва бо мурури замон худбахуд ба заррачаҳои дигар мубаддал мешаванд. Аз ин «қоида» фотон, электрон, протон ва нейтрино истисно мебошанд.

Ҳама заррачаҳо антизарра доранд. Чунончи, позитрон антизарраи электрон мебошад. Зарра ва антизарра массаҳои якхела, вале заряди электрикии гуногуналомат доранд. Дар мавриди ба ҳам бархӯрдани зарраву антизарра онҳо якдигарро маҳв мекунанд (аннигилатсия мешаванд), ба заррачаҳои дигар табдил меёбанд.

Боби 10. Олами ситораҳо. Сохт ва таҳаввулоти коинот.

§1. МАЪЛУМОТИ МУФАССАЛ ДАР БОРАИ СИТОРАҲО.

Офтоб ба мо ситораи наздиктарин аст. Массаи вай аз массаи Замин 333 000 маротиба ва аз массаи ҳамаи сайёраҳо 750 маротиба зиёд мебошад. Офтоб манбаи пурзури энергияест, ки вай дар ҳамаи қисҳои спектри мавҷҳои электромагнитӣ – аз нурҳои рентгению ултрабунафш сар карда то радиомавҷҳо афканда мешавад. Чунин афканишот ба ҳамаи ҷирмҳои системаи Офтоб таъсири пурзуре мерасонад, яъне сайёраҳоро гарм мекунад, ба атмосфераи онҳо таъсир мерасонад..



Расми 213.

Фарқи Офтоб аз дигар ситораҳо дар он аст, ки дар қурси он бо ёрии телескоп хурдтарин ҷузъиётҳои онро, ки андозаашон ҳамагӣ ба чанд сад километр баробар аст, омӯхта метавонем. Офтоб аз ҷумлаи ситораҳои муқаррарист, бинобарин омӯзиши он умуман барои фаҳмиши

табиати ситоратон ёрӣ мерасонад.

Диаметри кунчии зоҳирии Офтоб аз сабаби шакли эллипс доштани мадори Замин андаке тағйир меёбад. Вай ба ҳисоби миёна ба 32 ё ҳуд 1/107 радиан баробар аст. Яъне диаметри Офтоб ба 1/107 воҳиди астрономӣ ё тақрибан ба 1 400 000 км баробар мебошад, ки ин аз қутри Замин 109 маротиба зиёд аст.

Ба сатҳи масоҳаташ 1м ^{2}, ки берун аз атмосфераи Замин воқеъ буда, ба нурҳои Офтоб перпендикуляр гузошта шудааст, 1.36 Квт энергияи шуоъ меафтад. Ин ададро ба масоҳати курае, ки радиусаш ба масофаи байни Замину Офтоб баробар аст, зарб карда, иқтидори афканишоти нурраи Офтобро (равшаниашро) меёбем, ки тақрибан ба 4.10^{23} Квт баробар аст. Ҷирме, ки андозааш ба андозаи Офтоб баробар ва то ҳарорати 6000 ^{0} К (ҳарорати эффективии Офтоб) тафсон аст, ҳамин гуна афканишотро сохиб шуда метавонад. Замин аз Офтоб тақрибан 1/ 2 000 000 000 ҳиссаи энергияи афканиши онро мегирад.

Офтоб низ монанди дигар ситораҳо кураи тафсони газӣ мебошад. Вай асосан аз гидроген иборат буда, дар таркибаш 10% гаши гелий дорад. Миқдори атомҳои ҳамаи унсурҳои бокимонда тақрибан 1000 маротиба кам аст. Аз ҷиҳати масса бошад, ин унсурҳои вазнин 1 – 2% - и массаи Офтобро ташкил медиҳанд. Дар Офтоб моддаҳо ба дараҷаи зиёд ионизатсия шудааст. Яъне атомҳо электронҳои қабатҳои беруниашонро гум карда, ба зарраҳои озоди гази ионизатсияшуда – плазма табдил ёфтаанд.

Атмосфераи Офтобро низ ба якчанд қабат тақсим кардан мумкин аст. (нигр. расми 213). Қабати аз ҳама чуқури атмосфера, ки ғафсиаш 200 – 300 км аст, фотосфера ном дорад. Ҳамаи он энергияи Офтоб, ки дар қисми зоҳирии спектр мушоҳида мегардад, аз ин қабат бароварда мешавад.

Ҳарорат дар фотосфера , чун дар дигар қабатҳои бештар чуқури Офтоб, бо дур шудан аз марказ тақрибан аз 8000 то 4000 ^{0} К паст мешавад. Дар фотографияҳои фотосфера структураҳои нозуки он, ки ба шакли «донаҳои» дурахшон – гурӯҳаҳои андозаашон ба ҳисоби миёна тақрибан 1000 км мебошанд ва аз якдигар бо фосилаҳои борики тира ҷудо шудаанд, нағз намудоранд. Ин структура ғурӯҳабандӣ номида мешавад. Вай натиҷаи омезиши газҳоест, ки дар

митақаи конвексия, яъне дар зери фотосфераи Офтоб ба амал меояд.

Баландтар аз атмосфера ҳарорат ва вобаста ба он ионизатсия дар амал оҳиста , баъдан бо тезӣ меафзояд. Он соҳаи атмосфера. ки дар он дараҷаи ҳарорат афзуда, ионизатсияи пай дар пай гидроген, гелий ва дигар унсурҳо ба амал меоянд, хромосфера номида мешавад. Ҳарорати он даҳҳо ва садҳо ҳазор келвинро ташкил медиҳад. Вай ҳангоми гирифти пурраи Офтоб чун тасмаи гулгуни тобон дар гирди курси гираи Моҳ намудор шуда меистад.Ҳарорати газҳои Офтобӣ болотар аз хромосфера ба 10 000 000 – 120 000 000 ^{0} К мерасад ва минъбаъд дар масофаҳои аз он дуртар, ки ба чандин радиуси Офтоб баробар аст, тағйир намеёбад. Ин қабати тунук ва тафсонро **точи офтобӣ** меноманд(расми 213) .

Тоҷро ҳангоми гирифти пурраи Офтоб ба шакли ҳолати марворидгуни дурахшон дидан мумкин аст, ки хеле аҷибу зебо метобад. Дар тоҷ абрҳои газие мушоҳида мешаванд, ки андозаҳояшон аз ин ҳам бузургтаранд ва онҳоро **протуберанс** меноманд.

Протуберанс гуфта, абрҳои газиеро меноманд, ки зичиашон аз зичии тоҷ бештар буда, аз ҷиҳати шаклу табиати ҳаракати худ хеле гуногунанд.

Нурҳои намоён ва инфрасурхи Офтоб « таҳиягарон» - и асосии гармӣ барои Замин ба шумор мераванд. Дар мамлакатҳои гуногуни ҷаҳон ба мақсадҳои дар хоҷагӣ ва саноат истифода бурдани энергияи Офтоб тадқиқот мебаранд. Дар оянда истифода бурдани энергияи афканишоти мустақими Офтоб торафт меафзояд. Офтоб Заминро на танҳо равшан, балки гарм ҳам мекунад. Афканишоти кӯтоҳмавҷи Офтоб дараҷаи ионизатсияи қабатҳои атмосфераи Замин (ионосфера) – ро метезонад ва ба шароити паҳншавии радиомавҷҳо таъсир мерасонад.

1. Фарқи Офтоб аз дигар ситораҳо дар чист?
2. Қабатҳои атмосфераи Офтобро номбар кунед.
3. Чиро тоҷи офтобӣ меноманд?
4. Чиро протуберанс меноманд?

§2. МУАЙЯН КАРДАНИ МАСОФА ТО СИТОРАҲО. ПАРАЛАКСИ СОЛОНА.

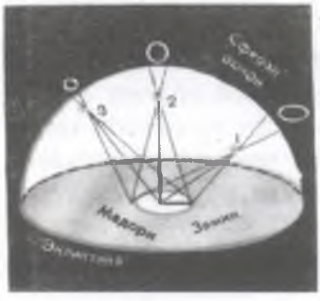
Ситораҳо дар коинот чирмҳои аз ҳама бештар паҳншуда ба шумор мераванд. Дар тамоми осмон миқдори ситорагони то қадри 6 – ум наздик ба 6000, то қадри 11 – ум тақрибан як миллион, то қадри 21 – ум қариб 2 миллиард аст.

Ҳамаи онҳо мисли Офтоб кураҳои тафсони газӣ мебошанд, ки аз худ нур мебаролранд ва дар қаърашон захираҳои бузурги энергия доранд. Ситораҳо аз мо дар масофаи хеле дур воқеъанд ва бинобар ин онҳо дар телескопҳои пурқувват ҳамчун нуқтаҳои мунир намудор мешаванд.

Ҳанӯз дар замони Коперник маълум буд, ки агар Замин воқеан ҳам дар атрофии Офтоб давр занад, он гоҳ мавқеи зоҳирии ситораҳо низ дар гунбади осмон бояд тағйир ёбад. Замин дар давоми ним сол масофаеро тай мекунад, ки он ба дарозии диаметри мадораш баробар аст. Самти назар ба ситора аз нуқтаҳои муқобилсамти ин мадор бояд айнан ба андозаи лағзиши паралаксӣ фарқ кунад. Дигар хел карда гӯем, паралакси солонаи ситораҳо бояд бузургии муайяне дошта бошад (расми 214).

Паралакси солона р ғуфта кунҷеро меноманд, ки таҳти он аз ягон ситора нимтири калони мадори Заминро, ки ба 1 воҳ. астр. баробар аст, дидан мумкин аст.

Масофаи D то ситора ҳар қадар зиёд бошад, паралакси он ҳамон қадар кам мешавад. Лағзиши паралаксӣ вазъи ситора дар гунбади осмон дар давоми сол қад – қади эллипси хурд ё худ доира ба амал меояд(расми 214).



Расми 214.

Коперник гарчанде кӯшид, вале паралакси ситораҳоро ошкор карда натавонист. Вай дуруст тасдиқ карда буд, ки ситораҳо аз Замин бениҳоят дур воқеанд ва бо асбобҳои онвақта лағзиши паралаксии ситораҳоро муайян кардан мумкин набуд.

Соли 1837 ба академики рус В.Я.Струве муяссар гардид, ки бори аввал паралакси солонаи ситораи Насри Воқеъро ба таври боварибахш чен кунад.

Тақрибан дар як вақт ӯ ва астрономҳои мамлакатҳои хориҷӣ боз паралакси ду ситораи дигарро муайян намудаанд, ки якеаш Кентавр буд. Кентавр ба мо ситораи наздиктарин аст ва паралакси солонааш $p = 0,75''$ мебошад.

Масофа то ситора аз рӯи формулаи $D = \frac{a}{\sin p}$ муайян карда мешавад, ки дар ин ҷо p – нимтири калони мадори Замин аст. Агар p бо сония ифода шуда бошад, он гоҳ дар мавриди хурд будани кунҷ $\sin p = p|206265''$ мебошад. Онгоҳ $a = 1$ вох. астр. пиндошта ҳосил мекунем:

$$D \text{ вох. астр.} = \frac{260265''}{p}$$

Масофа то ситораи наздиктарин а – и Кентавр $D = 206265'' = 0,75'' = 270\,000$ вох. астр. мебошад. Рӯшноӣ ба Замин аз ситораи – Кентавр дар 4 сол омада мерасад. Ҳол он ки нур

Масофаеро, ки рӯшноӣ дар давоми як сол тай мекунад, соли рӯшноӣ ном дорад.

аз Офтоб то Замин дар 8 дақиқа ва аз Моҳ тақрибан дар 1 сония меояд.

Барои чен кардан масофаҳо ин воҳидро дар қатори парсек (ПК) истифода мебаранд.

Парсек масофаест, ки аз он нимтири калони ба нури назар перпендикуляри мадори Замин таҳти кунҷи $1''$ намоён мешавад. Масофа ба ҳисоби парсек ба бузургии чаппаи паралакси солона баробар аст, ки бо сонияҳои камон ифода ёфтаанд. Масалан, масофа то ситораи а – Кентавр бо $0,75''$ ё худ бо 4/3 пк баробар аст.

1 парсек = 3,26 соли рӯшноӣ = 206265 вох. астр. = 3.10^{13} км.

Дар вақти ҳозира чен кардани паралакси солона яке аз асоситарин усулҳои муайян кардани масофа то ситора ҳисоб меёбад. Ҳоло паралакси бисёр ситораҳо чен карда шудаанд. Паралакси солонаро чен карда, масофаи ситораеро, ки аз мо дар фосилаи на камтар аз 100 пк, ё худ 300 соли рӯшноӣ вокеъ аст, ба таври боварибахш муайян кардан мумкин аст.

1. *Чиро паралакси солона меноманд?*
2. *Чиро соли рӯшноӣ меноманд?*
3. *Масофа то ситораҳоро чӣ тавр ҳисоб мекунанд?*
4. *Як парсек ба чӣ баробар аст?*

§3.ТАВСИФИ АСОСИИ СИТОРАҲО. ҚАДРИ СИТОРАВӢ. РАНГ, СПЕКТР ВА ҲАРОРАТИ СИТОРАҲО.

Баъд аз он ки астрономҳо имконияти то ситораҳо муайян намудани масофаҳоро пайдо намуданд, муқаррар карда шуд, ки дурахшонии зоҳириашон на танҳо аз масофа то ба онҳо, балки ба рашанои онҳо низ вобаста мебошад.

Равшаноии ситора L гуфта, иқтидори афканишии энергияи рӯшноиро нисбат ба иқтидори афканиши рӯшноии Офтоб меноманд.

Агар ду ситора равшании якхела дошта бошад, ки аз мо дуртар воқеъ гардидааст, дурахшонии камтареро доро аст. Равшании ду ситораро танҳо дар мавриде муқоиса намудан мумкин аст, агар дурахшонии зоҳирии онҳо(қадри ситоравӣ) барои ҳамон як масофаи стандартӣ оварда шуда бошад. Дар астрономия барои чунин масофа 10пк қабул гардидааст.

Қадри зоҳирии ситоравӣ, ки онро ситора аз мо дар масофаи стандартии D = 10 пк дорад, қадри мутлақи ситоравии M ном гирифтааст.

Тадқиқоти ситораҳо нишон медиҳад, ки онҳо аз рӯи равшаноӣ аз якдигар миллиардҳо маротиба фарқ мекунанд. Қадри мутлақи ситораҳои равшаноиашон ниҳоят баланд манфӣ мебошад ва то M = - 9 мерасад. **Чунин ситораҳоро ситораҳои азим ва фавқулазим меноманд.** Афканишоти ситораи S Моҳи Зарин аз афканишоти Офтоб 500 000 маротиба пуриқтидортар аст. Равшаноии ин ситора L= 500 000 мебошад. Иқтидори афканишоти резаситораҳо аз ҳама хурдтарин аст, яъне M = + 17(L = 0, 000013).

Барои фаҳмидани сабабҳои фарқҳои зиёд дар равшаноии ситораҳо бояд як қатор тавсифотҳои дигари ситораҳо дида баромада шаванд, ки онҳо дар асоси таҳлили афканишоти ситораҳо муайян карда мешаванд.

Дар вақти мушоҳида ба он диққат диҳед, ки ситораҳо рангҳои гуногун доранд. Инро дар ситорагони бештар равшан дида метавонед. Ранги ҷисми тафсон, аз ҷумла ситораҳо аз ҳаракати он вобастагӣ дорад. Ин имконият медиҳад, ки ҳарорати ситора аз рӯи тақсимоти энергия дар спектри бефосилаи он муайян карда шавад.

Ранг ва спектри ситораҳо бо ҳаракати онҳо алоқаманданд. Дар ситораҳои нисбатан сард афканишот дар соҳаи сурхи спектр афзалият дорад. Аз ин сабаб ҳам сурхчаранг мебошанд. Ҳарорати ситорагони сурх паст аст. Дараҷаи ҳарорат ба қадри аз ситораҳои сурх ба норинҷӣ, баъд ба зард, зардчатоби сафед ва нилобиранг гузаштан меафзояд.

Спектри ситораҳо хеле гуногунанд. Онҳо ба классҳо ҷудо шудаанд, ки бо ҳарфҳо лотинӣ ва рақамҳо ифода гардидаанд. Дар спектри ситораҳои сурхи сарди класси М, ки ҳарорататашон тақрибан 3000 градус Келвин аст, соддатарини рахҳои фурубурди молекулаҳои дуатома, аксаран оксиди титаннамудоранд. Дар спектри дигар ситораҳои сурх оксиди карбон ё худ сирконий бештар ҷой доранд.Қалби ақраб, Ибталҷавзо аз ҷумлаи ситорагони сурхи қадри аввали класси М ба шумор мераванд.

Дар спектри ситораҳои зарди G, ки Офтоб низ аз ҷумлаи онҳост(ҳарорати сатҳаш 6000 градус Келвин), бештар рахҳои борики оҳан, калсий, натрий ва гайра мавҷуданд. Ситораи Айюқ аз бурҷи Мумсикулинон аз ҷиҳати спектр, ранг ва ҳарорат ситораи ҳамнавъи Офтоб мебошад.

Дар спектри ситораҳои сафеди класси А ба монанди Шеърои Яманӣ (Шабоҳанг), Насри Воқеъ ва Занаб рахҳои гидроген аз ҳама равшантаранд. Ҳарорати ингуна ситораҳо ба 10 000 градус Келвин мерасад.

Дар спектри ситораҳои хеле тафсону нилобиранг, ки ҳарорататашон тақрибан 30 000 градус Келвин аст, гелийи нейтрал ва гелийи ионизатсияшуда намоёнанд.

Ҳарорати аксари ситораҳо аз 3000 то 30 000 градус Келвин мерасад. Ҳарорати миқдори ками ситораҳо то ба 100 000 градус Келвин расида метавонад.

Ба ҳамин тариқ маълум шуд, ки спектри ситораҳо аз якдигар ба куллӣ фарқ мекардаанд ва аз рӯи чунин фарқият таркиби химиявӣ ва ҳарорати атмосфераи ситораҳоро муайян намудан мумкин аст. Омӯзиши спектрҳо нишон доданд, ки атмосфераи ҳамаи ситораҳо гидроген ва гелий аз ҳама бештаранд.

Фарқияти спектри ситораҳо на танҳо ба гуногунии таркиби химиявиашон, балки аз фарқияти ҳарорат ва дигар шароитҳои физикии атмосфераи ситораҳо низ вобастагӣ дорад. Дар ҳарорати баланд молекулаҳо, ба атомҳо ҷудо

мешаванд. Дар ҳарорати аз ин ҳам баланд атомҳои на чандон устқвор электронҳояшонро гум мекунанд ва ба ионҳо табдил меёбанд. Атомҳои ионизатсияшудаи аксар элементҳои химиявӣ энергияи мавқҳои дарозиашон гуногунро меафканад ва ҳам фуру мебарад. Интенсивияти раҳҳои спектри атомҳо ва ионҳои ҳамон як элементи химиявиро бо ҳам муқоиса намуда, миқдори нисбии онҳоро ба таври назариявӣ муайян кардан мумкин аст. Вай аз дараҷаи ҳарорат вобаста аст. Чунончӣ, аз рӯи раҳҳои хиратоби спектри ситораҳо ҳарорати атмосферии онҳоро муқарар кардан мумкин аст.

Ситораҳое, ки ҳарорат ва рангашон якхелаю рашаноиашон гуногунанд, спектри якхела доранд. Бо вуҷуди ин, дар интенсивияти нисбии баъзе аз раҳҳо аз ҳам фарқ мекунанд. Ин ҳолат аз он сабаб рӯй медиҳад, ки гарчанде ҳарорати ситораҳо якхела бошанд ҳам, вале фишори атмосферии онҳо гуногун аст. Масалан фишор дар атмосфераи ситораҳои азим кам мебошад, зеро, ки атмосфера он ҷо тунук аст. Агар чунин вобастагиро ба тарзи графикӣ ифода кунем, он гоҳ аз рӯи интенсивияти раҳҳо қадри муғлаки ситора ва баъдан масофа то ба онро ёфтан мумкин аст.

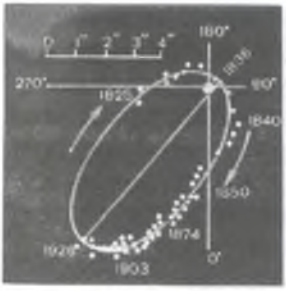
1. Чӣ гуна ситораҳоро ситораҳои азим ва фавқулазим меноманд?
2. Чиро равшании ситора меноманд?
3. Ҳарорати ситора чӣ тавр муайян карда мешавад?
4. Ранг ва спектри ситораҳо аз чӣ вобастагӣ доранд?

§ 4. МАССА ВА АНДОЗАИ СИТОРАҲО

1. Қӯшаситораҳо. Массаи ситораҳо. Чӣ тавре, ки мо дар мисоли Офтоб боварӣ ҳосил кардем, массаи ситора яке аз муҳимтарин хосиятҳо ҳисоб меёбад, ки шароитҳои физики қаъри ситора аз он вобастагӣ доранд. Массаи ситораҳо фақат барои қӯшаситораҳо муайян кардан мумкин аст.

Агар дар мавриди бо телескоп бевосита мушоҳида кардан ҷуфтияти ситора ошкор гардад, чунин ситораҳоро қӯшаситораҳои визуалӣ меноманд.

Шумо чунин қӯшаситораи визуалиро дар бурҷи Дуби Акбар бо чашм дида метавонед. Ин ситораи с-и Дуби



Расми 215.

Акбар, ситораи дуюм аз охири «дастаи кафлези»-и бурҷ мебошад. Касе, ки қувваи босириаш хуб бошад, дар наздикии он ситораи дуюми хираро мебинад. Арабҳои даврaи қадим ин ситораро мушоҳида карда ба он Суҳо (Ал-Суҳо) ном гузоштанд, ки маънояш савора аст. Онҳо ситораи равшанро Меъзар (Асп) номиданд. Бо дурбин миқдори зиёди чунин ситораҳои ҷуфтро ёфтан мумкин аст.

Мадори радифи қӯшаситора (*γ*-и Сунбула)нисбат ба ситораи асосӣ, ки масофааш аз мо ба 10 пк баробар аст, дар расми 215 тасвир ёфтааст.

Системаҳое, ки миқдори ситорагонаш $n \geq 3$ аст, ***системаҳои каратӣ*** номида мешаванд. Чунончӣ, бо дурбин дида метавонед, ки α-и Лира аз ду ситораи якхелаи қадри ситоравиаш 4-уми масофаи байнашон 3 ташкил ёфтааст. α-и Лираро бо телескоп мушоҳида кунед, мебинед, ки вай ситораи чоркарата-визуалӣ мебошад.

Агар дар вақти мушоҳида ошкор карда шавад, ки ситораҳои мазкур системаи ягонаро ташкил медиҳанд ва таҳти таъсири ҷозибаи мутақобил дар атрофи массаи умумӣ давр мезананд, он гоҳ чунин ситемаи ситоравиро ***қӯшаситораҳои физикӣ*** меноманд.

Олими маъруфи рус В. Я. Струве миқдори зиёди қӯшаситораҳоро кашф карда, онҳоро омӯхтааст. Кӯтоҳтарин давраи гардиши баъзе аз қӯшаситораҳои визуалии маълум ҳамагӣ якчанд солро ташкил медиҳанд. Қӯшаситораҳои даври гардишашон ба даҳҳо сол баробар омӯхта шудаанд. Қӯшаситораҳое, ки даври гардишашон садҳо солро ташкил медиҳанд, дар оянда омӯхта хоҳанд шуд. Ситораи ба мо наздиктарин α -Кентавр низ қӯшаситора аст. Даври гардиши ташкилдиҳандаҳои вай 70 сол мебошад. Ҳар ду ситораи ин ҷуфт аз ҷиҳати масса ва ҳарорат ба Офтоб монанданд.

Ҳаракати радифи ситораҳоро бо ҳаракати Замин дар атрофи Офтоб муқоиса карда (барои Замин даври гардиш ($T_з$) ба 1

сол ва нимтири калони мадор (a_1) ба 1 воҳ . астр. баробар аст) мувофиқи қонуни сеюми Кеплер навишта метавонем:

$$\frac{m_1 + m_2}{A^3} \cdot T^2 = \frac{M_O + M_3}{1^3} \cdot 1^2$$

ки ин ҷо m_1 ва m_2-массаи компонентҳои ҷуфти ситораҳо, M_O ва M_3 – массаҳои Офтоб ва Замин Т-даври гардиши ҷуфти ситораҳо ба ҳисоби сол мебошад. Массаи Заминро нисбат ба массаи Офтоб ба назар нагирифта, мо ҳосили ҷамъи массаҳои ташкилдиҳандаи ҷуфти ситораро ба ҳисоби массаи Офтоб меёбем, яъне

$$m_1 + m_2 = A^2 : T^2$$

Барои муайян кардани массаи ҳар кадоме аз ситораҳо ҳаракати компонентҳоро нисбат ба ситораҳои атроф омӯхта, масофаи байни онҳоро (A_1 ва A_2) аз маркази умумии массаҳо ҳисоб кардан лозим аст. Дар ин сурат муодилаи дуюм: $m_1 : m_2 = A_2 : A_1$ ҳосил мекунем ва баъдан аз системаи ду муодила массаро ҷудо-ҷудо меёбем.

Ҳангоми бо телескоп мушоҳида кардани қӯшаситораҳо манзараи зебое намудор мешавад: ситораи асосӣ зард ва ё норинҷӣ, радиф бошад сафед ва ё нилобӣ метобад.

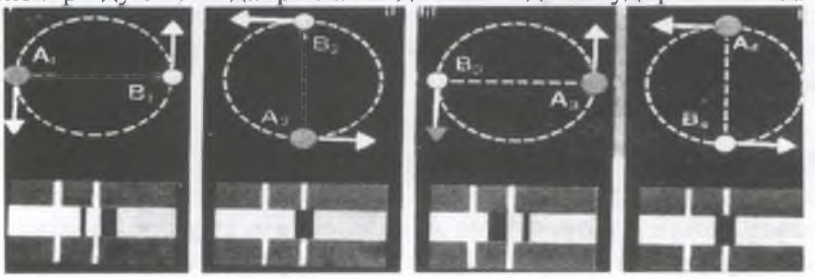
Агар компонентҳои қӯшаситора ҳангоми даврзании якҷоя ба ҳамдигар наздик шаванд, онҳоро ҳатто бо телескопии пурзӯр ҳам ҷудогона наметавон мушоҳида кард. Дар чунин маврид ҷуфтияти системаро фақат аз рӯи спектри онҳо муайян кардан мумкин аст. Чунин ситорагонро ***қӯшаситораҳои спектрӣ*** меноманд. Ба нисбати эффекти Доплер раҳҳои дар спектри ин ситораҳо рӯ ба самтҳои муқобил мелағжад (дар сурате, ки ситора аз мо дур, дигараш ба мо наздик мешавад). Андозаи ин лағжиш бо даврe тағьир меёбад, ки он ба даври гардиши ситораи ҷуфт баробар аст. Агар дурахшониҳо ва спектри ситораҳое, ки ҷуфтро ташкил медиҳанд ба ҳам монанд бошанд, он гоҳ дар спектри қӯшаситора дутақсимшавии ба таври даврӣ такроршавандаи роҳҳои спектр мушоҳида мешавад.

Фарз мекунем, ки компонентҳо мавқеҳои A_1 ва B_1 ва ё A_3 ва B_3 ишғол мекунанд. Он гоҳ яке аз онҳо рӯ ба самти мушоҳид ҳаракат мекунад (расми 216, а, в). Дар ин ҳолат дутақсимшавии раҳҳои спектр мушоҳида карда мешавад.

Рахҳои спектри ситораи наздикшаванда рӯба канори кабуд лагжад, дар ситораи дуршаванда ба самти сурх мелагжад.

Дар мавриде, ки компоненти қӯшаситора мавқеъҳои A_2 ва B_2 ва ёА$_4$ ва B_4-ро ишғол намоянд (расми 216.б,г,) он гоҳ ҳар дуи онҳо таҳти кунҷи рост ба самти нури назар ҳаракат мекунанд. Дар ин ҳолат тақсимшавии рахҳои спектрӣ ба амал намеояд.

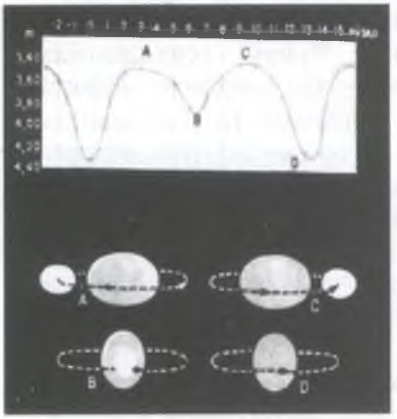
Агар яке аз ситораҳо хира бошад, он гоҳ фақат рахи спектри дуюм, ки даврӣ лагжида меистад, намудор мешавад.



а **б** **в** **г**

Расми 216.

Компонентҳои қӯшаситораҳо метавонанд ҳангоми чарх заниш якҷоя ба навбат якдигарро панаҳ кунанд. Чунин ситорагонро ***қӯшаситораҳои гирифташуда*** ё **худ а л ғ у л х о** меноманд. Ҳангоми гирифт тобиши умумии чуфт, ки мо ҳар кадоме аз чузъи онро дар алоҳидагӣ дида наметавонем, сустар мешавад (мавқеи *B* ва *D* дар расми 217). Вақтҳои дигар бошад, дар фосилаи байни гирифтҳои тобиши вай тағьир намеёбад (мавқеи *A* ва *C*): гирифт ҳар қадар тез гузараду мадор ҳар қадар дароз бошад, тобиши қӯшаситора ҳамон қадар тӯлонӣ боқӣ мемонад. Агар радиф калону вале камнур бошад, он гоҳ ҳангоми онро панаҳ кардани ситораи дурахшон ҳосили чамъи тобиши система ба дараҷаи хеле кам тағьир меёбад.



Расми 217.

Арабҳои қадим β Персейро *Алғул* номиданд, ки маънояш «дев» аст. Шояд, онҳо «рафтори» ҳайратангези онҳоро пай бурда бошанд: тобиши Алғул дар муддати 2 рӯзу 11 соат як хел мемонад, баъд дар давоми 5 соат тобиши он аз 2,3 то 3.5 қадри ситорави кам мешавад ва ниҳоят баъд аз 5 соат тобишаш боз ба дараҷаи аввала бармегардад.

Таҳлили хати каҷи тағьирёбии қадри зоҳирии ситора чун далели гузашти вақт имконият медиҳад, ки андоза ва дурахшонии ситораҳо, андозаҳои мадор, шакли он ва тамоил ба самти нури назар, инчунин массаҳои ситораҳо муқаррар карда шаванд. Ба ҳамин тариқ қӯшаситораҳои гирифткунанда, ки чун қӯшаситораҳои спектрӣ мушоҳида шудаанд аз ҷумлаи системаҳои муфассал омӯхташуда ҳисоб мсёбанд. Мутаасифона чунин системаҳо алҳол кам дарёфт карда шудаанд.

Даври қӯшаситораҳои спектрии маълум ва алғулҳо асосан кӯтоҳанд, ки ҳаматӣ якчанд шабонарӯзро ташкил медиҳанд.

Умуман системаҳои ситораҳои қӯша дар фазои Коинот ҳодисаи хеле пахншуда мебошад. Статистика нишон медиҳанд, ки шояд то 30%-и ситораҳо қӯшаситора бошанд.

Массаи ситораҳо (тақр. аз 0.1 то 100 массаи Офтоб), ки бо усулҳои мавҷуда муайян карда шудаанд, назар ба равшаноиашон камтар фарқ мекунанд. Массаҳои азим хеле кам дучор меоянд. Одатан массаи ситораҳо аз массаи Офтоб панҷ карат хурд шуда наметавонад.

Маҳз массаи ситора мавҷудият ва табиати онро чун типи махсуси ҷирмҳои осмонӣ, ки дар каъраш ҳарорати баланд (бештар аз 10^7 °К) тавлид меёбад, муайян мекунад. Реаксияҳои ядроие, ки дар натиҷаи он гидроген ба гелий мубаддал мешавад ва дар ингуна ҳароратҳо сурат мегиранд, манбаи афканиши энергияи бештарини ситораҳо мебошад. Ҳангоми хурд будани масса ҳарорати қаъри ҷирмҳои осмонӣ ба ҳадди он қиматҳое намерасад, ки ба давомоти реаксияҳои термоядрой заруранд.

1. Чӣ гуна ситораҳоро қушаситораҳои визуалӣ меноманд?
2. Чӣ гуна ситораҳоро қӯшаситораҳои физикӣ меноманд?
3. Чӣ гуна ситораҳоро қӯшаситораҳои спектрӣ меноманд?
4. Чӣ гуна ситораҳоро алғӯлҳо меноманд?
5. Массаи ситораҳоро чӣ тавр муайян мекунанд?

§5. АНДОЗАҲОИ СИТОРАҲО. ЗИЧИИ МОДДАҲОИ ОНҲО.

Дар мисоли оддӣ чӣ тавр муқоиса кардани андозаҳои ситораҳои ҳаракаташон якхела, масалан, Офтоб ва Айюқро (α-и Мумсикулинон) нишон медиҳем. Ситораҳои мазкур ранг, ҳарорат ва спектрҳои якхела дошта бошанд ҳам, вале равшаноии Офтоб 120 маротиба зиёд аст. Азбаски дар сурат якхелагии ҳарорат дурахшонии воҳиди сатҳи ин ситораҳо низ якхела аст, пас чунин бармеояд, ки сатҳи Айюқ аз сатҳи Офтоб дида 120 маротиба зиёд аст. Диаметр ва радиусаш бошад, назар ба диаметр ва радиуси Офтоб дида $\sqrt{120} \approx 11$ маротиба калон мебошад.

Донистани қонунҳои афканишот имконият медиҳад, ки андозаҳои дигар ситораҳо низ муайян карда шаванд.

Чунончи, дар физика қонунеро муқарар кардаанд, ки баёнаш ин аст: энергияи пуррае, ки дар воҳиди вақт аз 1 м^2 сатҳи ҷисми тафсон афканда мешавад, ба $i=\sigma T^4$ баробар аст (*ин қонунро физикҳои австрягӣ Й. Стефан (дар таҷриба) ва Л.Больцман муқаррар намудаанд.) Дар* ин ҷо σ – коэффициенти мутаносибӣ, T-ҳарорати мутлақ [1] мебошад. Диаметри хаттии нисбии ситораеро, ки ҳарорататаш T аст, аз рӯи формулаи

$$\frac{L}{L_0} = \frac{4\pi r^2}{4\pi r_0^2} \cdot \frac{i}{i_o} = \left(\frac{r}{r_o}\right)^2 \cdot \left(\frac{T}{T_o}\right)^4$$

меёбанд. Дар ин ҷо r- радиуси ситора, i- афканишоти воҳиди сатҳи ситора, r_O , i_O, T_O мутааллиқ ба Офтоб буда,

$L_0 = 1$ қабул шудааст.

Аз ин ҷо

$$r = \sqrt{L} : \left(\frac{T}{T_O}\right)^2$$

ба ҳисоби радиуси Офтоб аст.

Вақте, ки бо ёрии асбоби махсус-интерферометри ситоравӣ

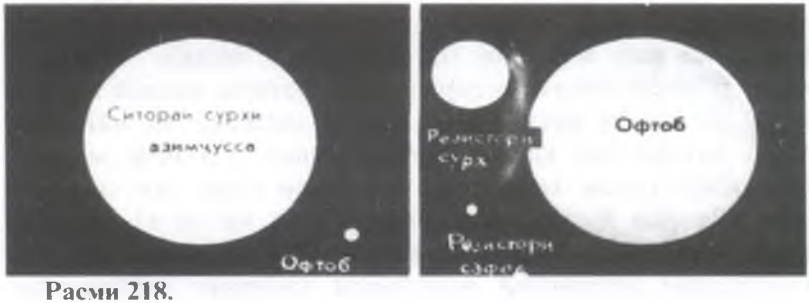
Ситорахое, ки равшаноиашон басо бузург аст, ситорахои *фавқулазим* номида мешаванд.

чен кардани диаметри кунчии ситораҳо имконпазир гардид, натичаҳои чунин ченкуниҳои пурра тасдиқ шуданд.

Ситораҳои *фавқулазими* сурх аз чиҳати андоза низ аз қабили чунин ситораҳо мебошанд (расми 218). Диаметрҳои Ибталчавзо ва Қалби Акраб аз диаметри Офтоб садҳо маротиба зиёд мебошад. Ситораи аз мо хеле дур VV Сефей чунон калон аст, ки дар дохилаш системаи Офтоб бо мадорҳои сайёраҳояшон (то худи мадори Муштарӣ) ғунҷида метавонист! Бо вуҷуди он массаҳои ситораҳои фавқулазим аз массаи Офтоб фақат 30-40 маротиба калон аст. Маълум мегардад, ки зичии миёнаи ситораҳои фавқулазимҳои сурх аз зичии ҳавои хона ҳазорҳо маротиба хурд будааст.

Дар мавриди якхела будани равшаноӣ ситорае, ки ҳар қадар тафсон бошад, андозааш ҳамон қадар хурд мебошад. Дар байни ситораҳои муқаррарӣ резаситораҳои сурх аз ҳама хурд ҳисобида мешаванд. Масса ва радиуси онҳо ҳамагӣ даҳяки масса ва радиуси Офтобро ташкил медиҳанд, зичии миёнааш бошад, аз зичии об дида 10-100 маротиба зиёд аст. Массаҳои резаситораҳои сафед, ки ситораҳои басо гайриодианд, аз ин ҳам хурдтар мебошанд.

Ситораи равшани ба мо наздик Шеърои Яманӣ (радиусаш аз радиуси Офтоб дида ду маротиба дароз аст) радифе дорад, ки даври гардишаш ба 50 сол баробар аст. Масофа, мадор ва массаи ин қӯшаситора бароямон маълум аст. Ҳар ду ситора сафед аст ва тақрибан якхела тафсон мебошад. Бинобар



Расми 218.

ин сатҳи масоҳати якхелаи ин ситораҳо миқдори якхелаи энергияро меафканад. Вале равшаноии радиф назар ба равшаноии Шеърои Яманӣ 10 000 маротиба кам аст.

(Андозаҳои қиёсии Офтоб ва ситораҳои навъҳои гуногун (масштаб дар ду қисми расм гуногун аст). Пас, радиуси вай

$\sqrt{10000} = 10$ карат кам аст, яъне андозаи радиф тақрибан ба андозаи Замин баробар будааст. Вале массаи радиф қариб ба массаи Офтоб баробар аст.

Ин аст, ки моддаи резаситораи сафед ниҳоят зич буда тақрибан ба 10^9 кг/м^3 баробар мебошад. То ин дараҷа зич будани газ ин гуна резаситораҳоро чунин шарҳ додаанд: одатан ҳадди зичии моддаро андозаи атомҳо, ки системаҳои аз ядрою қабатҳои электронӣ иборатбуда мебошад, муайян мекунад. Ҳангоме ки дар қаъри ситораҳо ҳарорат ба дараҷаи баланд мерасад ва пайваста ба ин пурра ионизатсия шудани атомҳо ва электронҳо таъсири мутақобилаи худро гум мекунанд. Дар шароити фишори беандоза зиёд қабатҳои болоӣ «атомреза» назар ба гази нейтралӣ дида бештар фишурда хоҳад шуд. Бинобар ҳисоби назарявӣ дар баъзе шароитҳо ситорахое вуҷуд дошта метавонанд, ки зичиашон ба зичии ядрои атомҳояшон баробар аст.

Мо дар мисоли резаситораҳои сафед бори дигар боварӣ ҳосил мекунем, ки тадқиқотҳои астрофизикӣ тасаввуроти моро дар бораи сохти модда васеъ мекунанд. То алҳол чунин шароитҳоро дар лаборатория ба вуҷуд овардан имкон нагардидааст. Аз ин сабаб ҳам мушоҳидаҳои астрономӣ барои инкишофи муҳимтарин тасаввуроти физикӣ кӯмак мерасонанд. Масалан, барои физика назарияи нисбияти Эйнштейн аҳамияти ниҳоят калон дорад. Аз он якчанд натиҷа бармеояд, ки онҳоро бо маълумотҳои астрономӣ, санҷидан мумкин аст. Яке аз он натиҷаҳои назарияи мазкур тасдиқ мекунад, ки дар майдони басо пурзӯри ҷозиба ларзиши мавҷҳои рӯшноӣ бояд суст гардад. Дар натиҷа, раҳҳои спектр бояд рӯ ба самти рахи сурхи спектр лағжанд ва майдони ҷозибаи ситора ҳар қадар пурзӯр бошад, лағзиши мазкур ҳамон қадар калон хоҳад буд. Лағзиши сурх дар спектри радифи Шеърои Яманӣ ошкор карда шуд, ки он аз таъсири майдони пуркуввати ҷозибаи сатҳи он ба амал меомадааст. Мушоҳидаҳои астрономӣ пешгӯиҳои назарияи нисбият ва чанде аз натиҷаҳои онро тасдиқ карданд. Ин мисоли барҷастаи алоқаи тарафайни физика ва астрономия барои илми муосир характернок мебошад.

1. Чӣ гуна ситораҳоро ситораи фавқулазим меноманд?
2. Андозаи ситораҳоро чӣ тавр муайян мекунанд?

§6. СИТОРАҲОИ ТАҒЙИРЁБАНДА.

1. **Сефеидҳо.** Чӣ тавре, ки шумо медонед, тағйир ёфтани тобиши системаи ситорагони Алгул на аз тағьир ёфтани равшаноии худи ситора, балки натиҷаи гирифти даврии ситораҳо мебошад. Бо вуҷуди он алҳол даҳҳо ҳазор ситораҳои тағйирёбанда маълуманд, ки равшаноиашон воқеӣ тағйир ёфта меистанд. Тобиши баъзе ситораҳо қатъиян даврӣ, баъзеи дигараш тайридаврӣ, яъне бо даврияти аксар риоянашаванда тағйир меёбад.

Ба хотир оред, ки равшаноии ситора аз кадом тавсифҳои (характеристикаҳои) физикӣ вобаста аст. Чаро равшаноӣ тағйир ёфта метавонад?

Ҳамин тариқ тағйир ёфтани андоза ва ҳарорат боиси тағйир ёфтани равшаноии ситора мегардад. Аз ин сабаб ҳам ҳамаи ситораҳои тағйирёбандаи физикӣ як хусусият доранд: дар баробари тағьир ёфтани равшаноӣ дар спектри онҳо, яъне дар атмосфераи онҳо низ ин ва ё он тағйироте рӯй медиҳад.

Аз гурӯҳи ситораҳои даврӣ тағйирёбанда ачоибаш сефеидҳо мебошанд. Инҳо ситорагони сафед ва ё зардчатобе мебошанд, ки номашонро аз рӯи номи яке аз ҳамчинсони худ ситораи δ Сефрей гирифтаанд. Даври тағйирёбии ин ситора ба 5,37 шаборӯз ва амплитудаи тағйирёбии тобишаш аз 4,6 то 3,7 қадри ситоравӣ баробар мебошад. Дар даврaҳои аз даҳҳо дақиқа кашида то даҳҳо шаборӯз амплитудаи тағьирёбии тобиши сефеид аз 1,5 қадри ситоравӣ зиёд нахоҳад шуд. Ин амплитуда солиёни дароз бо саҳехии то ҳиссаҳои сония бетағйир мемонад.

Пайваста ба тағйир ёфтани ҳарорат класси спектрии сефеид низ як андоза тағьир меёбад. Сабаби ин ходиса дар он аст, ки сефеидҳо ситораҳои зарабопӣ (пулсатсиякунанда) мебошанд, яъне тапида меистанд. Онҳо ба таври даврӣ васеъ ва фишурда мешаванд. Фишориши қонораҳои он боиси тафсиши онҳо мегардад.

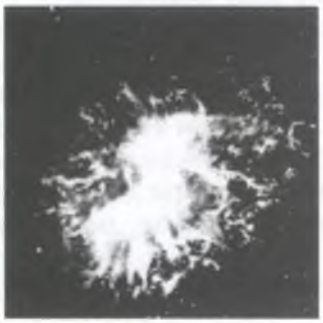
Сефеидҳо ба ду гурӯҳ чудо мешаванд: сефеидҳои кӯтоҳ давр ё худ ситораҳои навъи Лира, ки даврашон камтар аз як шабонарӯз ва сефеидҳои классикӣ, ки даврашон зиёдтар аз 2 шабонарӯз аст. Сефеидҳои кӯтоҳдавр тафсонтар буда, қадри мутлақи ҳамаи онҳо якхела ($M=0,5$) мебошад.

Сефеидҳои классикӣ сардтар буда, хосияти ачоибе доранд: ҳамаашон ситораҳои азим буда, даврашон ҳар қадар зиёд

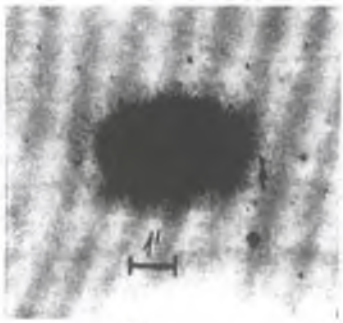
бошад, равшаноиашон ҳамон қадар баланд мешавад. Сефеидҳои аз ҳама дурахшон он сефеидҳоянд, ки басо суст тағйир меёбанд. Равшаноии сефеидҳои даврашон тақрибан 50-шабонарӯз аз Офтоб 10 000 маротиба зиёд мебошад. Дурахшонии сефеидро аз рӯи даври тағйирёбии тобиши он муқаррар намуда, қадри мутлақи ситораві М-ро ҳисоб кардан мумкин аст. Ин бузургиро бо қадри зоҳирии ситораві мукоиса намуда, аз рӯи формулаи 1gD-0.2 (m-M)+1 масофа то ситораро муайян кардан мумкин аст. Бинобар ин вобастагии равшаноӣ аз даври сефеид барои муайян кардани масофаҳо ва андозаҳои системаи ситорагии мо ниҳоят муҳим мебошад.

Сефеидҳои дурахшони *азим дар назари мо чун миноҳои Коинот намудор мешаванд.* Мо аз рӯи онҳо ҳудудҳои системаи ситорагии худамонро муайян мекунем.

2.Ситораҳои нав. «Ситораҳои нав» гуфта аз замонҳои қадим инчониб ситораҳоеро меноманд, ки онҳоро дар ҳақиқат ҳам нав мепиндоштанд. Колексияи фотографияҳо нишон доданд, ки дар асл ба ном «ситораҳои нав» пеш аз ин ҳам вуҷуд доштанду баъд якбора афрӯхта, тобишаш дар як муддати кӯтоҳ даҳҳо ҳазор маротиба зиёд шудааст. Баъди афрӯхтан ситора оҳиста-оҳиста ба ҳолати аввалааш бармегардад. Амплитудаи тағьирёбии тобиши ситораҳои нав аз 7 то 14 қадри ситораві мерасад, яъне равшаноиашон то 400 000 маротиба зиёд шуда метавонад. Қадри мутлақи ситораві дар максимум аз -6 то -9 мерасад. Тахмине меравад,



Расми 219.



Расми 220.

ки афрӯзиши ситораҳои нав баъди ҳар як ҳазор сол як маротиба такрор меёбад.

Ситорахои нави дурахшон . ки ҳангоми ба максимум расиданаш тобишашон ба қадри якум мерасиданд. танҳо дар солҳои 1901, 1918,1925 мушоҳида шудаанд.

Расми 219. Системаи дури ситорагӣ-галактика. ки ситораи навтарин дорад. бо акрабак ишора карда шудааст.

Расми 220.Туманоти Харчангшакл бокимондаи ситораи навтарин аст. ки соли 1054 дар бурҷи Савр афрӯхта буд. тасвир ёфтааст.

Афрӯзиши ситораи нав одатан дар муддати якчанд рӯз аз ҳад зиёд рӯй медиҳад. Вале бозгашти ситораи нав ба дараҷаи равшаноии аввала чандин солҳо тӯл мекашад ва дар давоми ин солҳо тобишаш тағйир ёфта меистад (расми 219).

Тағйирот дар спектри ситораи нав нишон дод. ки: тобиши ситора аз он сабаб меафзудааст. ки атмосфераи он медамидааст ва дар натиҷа сатҳи ситора васеъ мешавад. Диаметри ситораи нав дар лаҳзаи максимуми равшаной аз диаметри мадори Замин бештар мегардад. Дар лаҳзаи максимуми тобиш кабати берунии ситора канда шуда ва бо суръати тақрибан 1000 км/сония ба фазои Коинот паҳн мешавад.

Фақат баъзе аз ситорахои басо тафсони равшаноиашон мӯътадил чун ситорахои нав меафрӯзанд ва тахмине меравад. ки ҳамаи ситорахои нав қӯша мебошанд.

3. Ситорахои навтарин. Баъзе аз ситорахои махсусе. ки намудор набуданд, якбора афрӯхта. баъд монанди ситорахои нав хомӯш мешаванд. Вале дар максимум равшаноии онҳо назар ба ситорахои нав ҳазорҳо маротиба зиёд мегардад. Чунин ситорахоро **ситорахои навтарин меноманд.**

Суръати газфишонии онҳо низ назар ба ситорахои муқаррарӣ чандин маротиба зиёд аст.

Ситорахои навтарин аз мо дар масофахои бағоят дур. дар дигар системахои ситорагӣ вокеъ гардидаанд. Аз он сабаб ки дар максимум равшаноиашон дар қиёси ситорахои муқаррарӣ даҳҳо ҳазор маротиба зиёданд. мо дурахшидани онҳоро дида метавонем (расми 220). Бо мақсади муайян намудани масофа то ба ин ситорахо тобиши ситорахои навтаринро чен мекунанд.

Афрӯхтани ситорахои навтарин ҳодисахои басо нодиреет. Дар системае. ки ба ҳисоби миёна миллиардҳо ситора дорад.

дар давоми даҳҳо ва ҳатто садҳо сол як дурахши ситора рӯй медиҳад.

То ихтирои телескоп дар системаи ситорагии мо якчанд ситора мушоҳида карда шудааст, ки дар замонҳои пеш ситораҳои навтарин будаанд. Дар ҷои ситорае, ки соли 1054 дар бурҷи Савр афрӯхта буд, ҳоло туманоти тирае намудор аст, ки онро туманоти Харчангшакл номидаанд (расми 220).

Аз муқоисаи фотографияҳое, ки дар солҳои гуногун гирифта шудаанд, ошкор гардид, ки туманот бо суръати тақрибан 1000 км/сония васеъ мешавад. Вассеъшавии ин туманот аз лаҳзаи афрӯзиши он сар шудааст. Газе, ки туманотро ташкил додааст, дар вақти афрӯзиши ситора афканда шудааст. Баъдтар маълум гардид, ки туманоти мазкур манбаи пурзӯртарини радиоафканишот будааст. Натиҷаи ин ҳодисаро чунин шарҳ додан мумкин аст: майдони магнитиии туманот суръати ҳаракати электронҳоеро, ки ҳангоми афрӯзиш тавлид ёфтаанду кариб бо суръати рӯшноӣ паҳн мешаванд, суст мегардонад. Чунин афканишоти электронҳоро дар майдони магнитӣ афканишоти гайригармӣ ё ҳуд с и н х р о т р о н ӣ меноманд. Туманоти Харчангшакл инчунин яке аз пуриқтидортарин манъбаҳои кайҳонии нурҳои рентгенӣ мебошад.

1. ***Равшанои ситора аз кадом тавсифҳои (характеристикаҳои) физикӣ вобаста аст?.***
2. ***Чӣ гуна ситораҳоро ситораҳои нав ё навтарин меноманд?***
3. ***Сефеидҳо чӣ гуна ситора мебошанд?***

§7. ТАҲАВВУЛОТИ СИТОРАҲО ВА ОЯНДАИ ОНҲО

Чунончи ки дар боло ишора рафт, ситораҳо тоқа, каратӣ, тағьирёбанда, нав, навтарин, фавқулазим ва ғеза мешаванд ва андоза, равшаноӣ, ҳарорат ва зичиҳои гуногун доштa метавонанд. Масса ва равшаноии ситораҳои маълумро ба ҳам муқоиса намуда, боварӣ ҳосил намудан мумкин аст, ки **бо** ***зиёд шудани масса равшаноии ситора низ меафзояд:*** $L=m^{3,9}$.

Равшаноиии ситораи тоқаро дониста (ғезаситораҳои сафед аз ин вобастагӣ истисноанд), аз рӯи вобастагии «*масса-равшанӣ*» массаи тоқаситораро муайян кардан мумкин аст.

Барои типи ситораҳои бештар паҳншуда формулаи $L=R^{5,2}$ ҷой дорад, ки ин ҷо R-радиуси ситора аст. Дар ҳамаи

мавридҳо равшаноии пурра ба назар гирифта мешавад. Ин формулаҳо нишон медиҳанд, ки тавсифҳои физикии ситораҳо ба ҳам алоқамандланд.

Муқоисаи равшаноии ситора бо ҳарорат ва ранги он басо диққат ҷалбкунанда аст. Ин вобастагӣ дар диаграммаи «ранг-равшаноӣ» (Р-Р) нишон дода шудааст (*инро диаграммаи Герцшпрунг-Рассель меноманд*). Дар тири ординатаи ин диаграмма қиматҳои логарифми равшаноӣ ва ё қадри мутлақи ситоравӣ (М) ва дар тири абсцисса синфҳои спектрӣ ё худ логарифми равшаноӣ ва ё бузургии тавсифдиҳандаи ранг қайд карда мешаванд. Нуқтаҳое, ки ба ситораҳои тафсифоташон маълум мувофиқат мекунанд, дар диаграмма на ба тарзи бетартиб, балки қад-қади баъзе хатҳо, ки п а й д а р п а и х о ном доранд, ҷой мегиранд. Бештарини онҳо қад-қади хати моиле, ки аз болои тарафи чап ба росту поён равон шудааст, ҷой мегиранд. Ба самти ин хат дар як вақт равшаноӣ, радиус ва ҳарорати ситораҳо кам мешаванд. *Ин хатро пайдарпаии асосӣ меноманд.* Дар он бо ақрабак мавқеи Офтоб чун резаситораи зард нишон дода шудааст. Пайдарпаии резаситораҳо, ки аз ситораҳои пайдарпаии асосӣ ба як қадри ситоравӣ хиратар ҳастанду, вале ҳарорататашон якхела аст, ба пайдарпаии асосӣ параллел ҷой мегиранд.

Дар боло параллел ба тири абсисса пайдарпаии ситораҳои фавқулазим ҷо гирифтаанд. Ранг ва ҳарорати онҳо гуногун бошанд ҳам, вале равшаноиашон қариб як хел аст.

Аз мо байни пайдарпаии асосӣ рӯ ба самти болову рост *пайдарпаии ситораҳои сурхи азим* ҷудо шуда рафтаанд. Ва ниҳоят, дар поён *резаситораҳои сафеди* ҳарорататашон гуногун ҷо гирифтаанд. Ситораҳои нав ва дигар типи ситораҳои тафсон *пайдарпаии сафеду нилобиро* ташкил медиҳанд.

Аз рӯи баъзе ҷузъиёти спектр тааллуқияти ситораро ба ин ва ё он пайдарпаӣ муайян кардан мумкин аст.

Мо дидем, ки дар табиат комбинатсияҳои ихтиёрии масса, равшаноӣ, ҳарорат ва радиус вуҷуд надоштааст. Назария нишон медиҳад, ки мавқеи ситора дар диаграммаи Р-Р пеш аз ҳама бо масса ва синни ситора муайян карда шудааст. Ин аст, ки *диаграмма таҳаввулоти (эволютсияи) ситораро инъикос менамояд.*

Ситора ҳар қадар массивноктар бошад, ҳарорат дар қаъри он ҳамон қадар баланд буда, гидроген босуръаттар «сӯхта» ба

гелий табдил меёбад. Ситорахои нилобиранг, ки ба пайдарпаии асосй мансубанд, гидрогенашонро дар 10^6-10^7 сол, ситорахои типи Офтоб бошад, дар 10^{10} сол «сухта» тамом мекунанд. Энергияи дохилии Офтоб боз ба миллиардхо сол мерасад.

Вакте ки гидроген сухта тамом шуд, таххаввулот дар маркази ситора сурьат мегирад. Ситора ба ситораи сурхи азим табдил меёбад. Дар ядрои зич ва тафсони он реаксияи синтези гидроген аз гелий идома меёбад. Бо кам шудани захираи гелий чараёни реаксия катъ мегардад. Ситора фишурда мешавад, ба худ ранги сафед гирифта, ба резаситораи бағоят зич табдил меёбад. Дар коиноти ситоразор на танхо тағйиротхои суст, балки тағйиротхои фавкулсурьат ва хатто аз хад зиёд низ рўй медиханд. Масалан дар давоми такрибан як сол ситораи ба назар муқаррарй чун ситораи навтарин дурахшида, пас тобишаш дар муддати хамин гуна вакт мекохад. Дар натича, шояд вай ба ситораи хурди андозааш хамагй 10-20 км табдил ёбад., ки аз нейтронхо иборат буда, бо даври такрибан як сония ва аз он хам зудтар (ситораи нейтронй) давр занад. Зичии он то ба дарачаи зичии ядрои атом (10^{16} кг/м^3) меафзояд. Чунин ситора пурзўртарин манбаи радиоафканишот ва нурхои рентгенй мегардад, ки рўшноиаш низ бо даври гардиши ситора пулсатсия мекунад. Ситораи камнуре, ки дар маркази радиотуманоти Харчангшакли васеъшаванда вокеъ аст, аз қабили хамин гуна п у л с а р (номашро аз ситораи пулсатсиякунанда, яъне тапанда гирифтааст) ба шумор меравад. Миқдори зиёди бокимондахои афрўхти ситорахои навтарин ба намуди пулсар ва радиотуманот (ба мисли туманоти Харчангшакл) маълум карда шудаанд.

Ситорахои нейтронй охирин марҳилаи таххаввулоти онхоанд, ки массахояшон аз массаи Офтоб андаке зиёд аст.

Ситорае, ки массааш аз массаи Офтоб хеле зиёд асту ба чирми зичии андозааш такрибан ба ситораи нейтронй баробар табдил ёфтааст, таххаввулоти хешро анчом медихад. Майдони гравитатсионии чунин ситорае, ки афканиши рўшноиро хам боз медорад, вартаи сиёх номида мешавад.

Резаситорахои сафед, ситорахои нейтронй ва вартахои сиёх, ки мавчудияти онхоро назария пешгўи мекунад, ханўз бо мушохидахо тасдик нагардидаанд, ки онхо марҳилаи

охирин дар тахаввулоти ситораҳои массаҳояшон гуногун бошанд. Аз моддае, ки ситора афкандааст, минбаъд метавонад аз он ситораҳои авлоди навин ташкил ёбанд. Агар ситораҳоро чун қисми таркибии тамоми системаи ситорагӣ-Галактика муоина кунем, он гоҳ ба тарзи умумӣ протсесси ташаккулёбӣ ва инкишофи ситораҳо фаҳмо мешавад.

1. Алақамандии массаи Ситора аз равшанои онро фаҳмонед.
2. Равшанои ситора ба ҳарорат ва ранги он чӣ гуна алоқамандӣ дорад?

§8. ТАРОКУМИ СИТОРАҲО ВА АССОСИАТСИЯҲО.

Бо телескоп, баъзан ҳатто бо чашм дар баъзе қитъаҳои осмон гурӯҳҳои ба ҳам зичи ситорагонро фарқ кардан мумкин аст, ки таҳти таъсири ҷозибаи якдигар мебошанд. Чунин гурӯҳҳоро ***тарокуми ситорагӣ*** меноманд. Ду намуди тарокуми ситорагӣ ***мансура*** (пароканда) ***манзума*** (курашакл)-ро фарқ мекунанд. Хосиятҳои онҳоро ба ҳам муқоиса мекунем. Тарокумҳои мансура одатан аз даҳҳо ё худ садҳо ситораи пайдарпаии асосӣ ва ситораҳои фавқулазиме иборатанд, ки ба тарафи марказ чандон гун нашудаанд. Таракумҳои манзума аз даҳҳо ва ё садҳо ҳазор ситораҳои пайдарпаии асосӣ ва ситораҳои сурхи азим иборат мебошанд. Дар ҳайати онҳо сефеидҳои кӯтоҳдаврро низ дучор омадан мумкин аст.

Андозаи тарокумҳои мансура ба якчанд парсек баробар аст. Тарокумҳои Ҳиада ва Парвин дар бурҷи Савр аз ҷумлаи тарокумҳои мансура мебошанд. Агар мо ба тарокуми Парвин бо телескоп нигарем, ба ҷои 6 ситораи мукаррарӣ анбӯҳи алмосгуни ситораҳоро мебинем. Андозаи тарокумҳои манзумае, ки ситораҳояш ба самти марказашон хеле гун шудаанд, ба даҳҳо парсек баробар аст. Ҳамаи онҳо аз мо хеле дуранд ва дар телескоп чун доғи туманмонанд намудор мешаванд.

Диаграммаи «ранг-равшаной»-и тарокумҳои мансураву манзума аз якдигар фарқ доранд. Маҳз аз рӯи ҳамин хосият гипи тарокумро фарқ кардан мумкин аст. Ба таркиби тарокумҳои мансура ҳамчун газу ғубор дохил аст, ки онро дар тарокумҳои манзума дучор карда намешавад .

Дар таркиби тарокумҳои манзума сефеидҳои кӯтоҳдавр ҳастанд. Қадри зоҳирии ситорагии ин ҷирмҳои мунирро бо

қадри мутлақи маълумашон муқоиса намуда, масофаро то ба наздиктарин тарокуми манзума муайян мекунанд.

Барои муайян кардани масофа то тарокумҳои мансура аввал барояшон диаграммаи «ранг-қадри зоҳирии ситорагӣ» тартиб дода, баъд онро бо диаграммаи «ранг-қадри мутлақи ситорагӣ» муқоиса мекунанд. Ин усул имконият медиҳад, ки фарқи қадри зоҳирӣ ва қадри мутлақи ситораҳои рангашон якхеларо муайян намуда, масофа то ба ситораҳои тарокумро ҳисоб кунанд.



Расми 221.

Ҳоло бештар аз 100 тарокуми манзума ва садҳо тарокуми мансура ба қайд гирифта шудаанд. Вале дар Галактика миқдори тарокумҳои мансура бояд ба даҳҳо ҳазор расад. Мо танҳо тарокумҳои бароямон наздиктаринро мебинем.

Дар осмон гурӯҳҳои пароканда ситораҳои тафсони фавқулазим мушоҳида мешаванд, ки академик *В. А. Амбарцумян* Q-ассосиатсияҳо номидааст. Ситораҳои ин ассосиатсияҳо аз ҳамдигар дар чунин масофаҳои дуре воқеъ гардиданд, ки қувваи ҷозиба онҳоро на ҳамеша чун тарокумҳои ситорагӣ дар як ҳудуди муайян нигоҳ дошта метавонанд. O-ассосиатсияҳо низ аз сокинони характерноки шоҳаҳои спиралӣ ба шумор мераванд.

Ҳаракати ситораҳо дар Галактика. Дар замонҳои қадим ситораҳоро бесабаб «ситораҳои собита» наномидаанд. Танҳо дар асри XVIII ошкор намудаанд, ки ситораи Шеърои Яманӣ дар байни ситораҳо басо бо оҳистагӣ ҷой иваз мекардааст. Дар давоми даҳсолаҳо ҷойивазкунии вазъи онро дар осмон дақиқ чен карда, ин ҳодисаҳоро ошкор намудаанд.

Ҳаракати хоси ситора μ гуфта лагзиши зоҳирии кунҷиро меноманд, ки ситора дар фони ситораҳои камнури дур дар давоми як сол ба амал меорад. Чунин лагзиши бо ҳиссаҳои сонияҳои камон дар як сол ифода карда мешавад.

Танҳо ситораи Барнард дар давоми як сол камони ба 10″, баробарро тай мекунад, ва ё дар давоми 200 сол ба андозаи $0{,}5^0$ ҷо иваз мекунад, ки ба бари зоҳирии Моҳ баробар мешавад.

барои чунин суръаташ ситораи Барнардро «ситораи даванд» номидаанд.

Ҳоло расмҳои китъаҳои муайяни осмонро, ки бо ҳамон як телескоп бо фосилаи вақти ба солҳо ва ҳатто даҳсолаҳо баробар гирифта шудааст, мукоиса намуда, ҳаракати хоси ситораҳор муайян мекунанд. Аз сабаби он ки ситораҳо ҳаракат мекунанд, дар ин муддат мавқеи он дар фони ситораҳои бештар дур як андоза тағьир меёбад. Дар фотография лагзиши ситораҳоро бо ёрии микроскопи махсус чен мекунанд. Танҳо лагзиши ситораҳои нисбатан наздикро чен кардан имконпазир меғардад.

Дар расми 221. ҳаракати хос μ суръати шуоӣ ϑ_r суръати тангенсӣ ϑ_t ва суръати пурраи фазоии ситора ϑ_o тасвир ёфтааст.

Вале агар масофа то ба ситора номаълум бошад, аз рӯи ҳаракати вай чизеро донистан душвор аст. Масалан, роҳеро, ки ситора дар давоми сол тай кардааст, (S_1A, S_2C) гуногун буда, ҳаракати хоси онҳо μ якхелаанд (расми 221). Суръати ситораро дар фазо ҳамчун суммаи вектории ду ташкилдиҳандае тасаввур кардан мумкин аст, ки яке ба самти нури назаре равон шудааст ва дигаре ба он перпендикуляр мебошад. Ташкилдиҳандаи аввалро суръати шуоӣ дигареро суръати тангенсӣ меноманд. Ҳаракати хоси ситора танҳо аз рӯи суръати тангенсӣ муайян карда мешавад ва аз суръати шуоӣ вобастагӣ надорад. Барои суръати тангенсӣ (ϑ_t)-ро дар воҳиди км/сония ҳисоб кардан μ-ро, ки ба воситаи радиан/сол ифода ёфтааст, масофаи то ба ситора (D), ки дар навбати худ бо километрҳо ифода меёбад, зарб кардан ва миқдори сонияҳои сол тақсим кардан даркор аст. Вале азбаски дар амалия μ фақат бо сонияҳои камон ва D бо парсекҳо ифода мешавад, барои бо км/сония ифода кардани ϑ_t аз формулаи $\vartheta_t = 4.74\mu$ D истифода мебаранд.

Агар аз рӯи спектр суръати шуоии ситора ϑ_r муайян шуда бошад, он гоҳ суръати фазоии он ϑ ба $\vartheta = \sqrt{\vartheta_t^2 + \vartheta_r^2}$ баробар мешавад.

Суръати ситораҳо одатан нисбат ба Офтоб (ва ё Замин) ба даҳҳо километр/сония баробар аст.

Ҳаракати системаи Офтоб. Дар ибтидои асри XIX В. Гершел аз рӯи ҳаракати хоси баъзе аз ситораҳои наздик муқаррар намуд, ки системаи Офтоб нисбат ба онҳо рӯ ба самти бурҷҳои Лира ва Ҷосӣ ҳаракат мекунад. Самте, ки ба он системаи Офтоб ҳаракат мекунад, а п е к с и ҳаракат номида мешавад. Ситораҳо ба самти апекс ба ҳисоби миёна бо суръати 20 км/сония ба мо наздик мешаванд ва ба самти муқобил ба ҳисоби миёна бо ҳамон суръат аз мо дур мераванд. Инак, *системаи Офтоб рӯ ба самти бурҷи Лира ва Ҷосӣ бо суръати 20 км/сония нисбат ба ситораҳои ҳамсоя ҳаракат мекунад.*

Ситораҳое, ки дар осмон ба якдигар наздиканд, дар фазо метавонанд, аз ҳам дур воқеъ гардида бошанд ва бо суръатҳои гуногун ҳаракат кунанд. Аз ин сабаб ҳам баъди гузашти ҳазорсолаҳо намуди бурҷҳо зимни ҳаракатҳои хосаашон бояд хеле ҷиддӣ тағьир ёбанд.

Чархзании Галактика. Ҳамаи ситораҳои Галактика дар атрофи маркази он давр мезананд. Суръати кунҷии даврзании ситораҳо дар соҳаҳои дарунии Галактика тақрибан якхела буда, дар соҳаҳои берунии он сусттар ба амал меоянд. Фарқи даврзании ситораҳои Галактика аз даврзании сайёраҳои системаи Офтоб дар ҳамин аст, ки дар он суръати кунҷӣ ва хаттӣ бо зиёд шудани мадор фаврӣ кам шуда меравад. Ин фарқият бо он алоқаманд аст, ки ядрои Галактика он массаеро, Офтоб дар системаи худ дорад, доро нест.

Системаи Офтоб дар атрофи маркази Галактика дар муддати 200 млн. сол бо суръати қариб 250 км/сония тақрибан як маротиба давр зада мебарояд.

Аз рӯи даври гардиши Галактика массаи онро муайян мекунанд. Вай тақрибан ба 2.10^{11} массаи Офтоб баробар аст.

1. Ҳаракати хоси ситораро аз рӯи чӣ муайян мекунанд?
2. Массаи Галактика ба чӣ баробар аст?
3 Чиро тарокуми ситорагӣ меноманд?
4. Чиро тарокуми манзума меноманд?
5. Тарокуми мансура гуфта чиро меноманд?

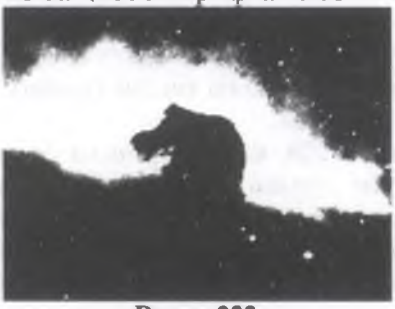
§ 9. МАТЕРИЯИ ДИФФУЗИИ БАЙНИ СИТОРАҲО

1. **Чангу гази байниситоравӣ.** В.Я.Струве зиёда аз 100 сол қабл аз ин дар фазои байниситоравӣ фурӯбурди рӯшноиро

ошкор карда буд, ки онро ба таври қатъӣ танҳо соли 1930 исбот намуданд. ***Ситора аз мо ҳар қадар дуру дарозии мавҷаш ҳар қадар кӯтоҳ бошад, дар фазои байниситоравӣ рӯшноӣ бештар фурӯ бурда шуда, дурахши ситораро ҳамон қадар суст мегардонад.*** Бинобар ин ситораҳои дур ба назари мо сурхчатоб менамоянд. Чангу гарде, ки андозаи заррахояшон қариб ба дарозии мавҷи рӯшноӣ баробар меояд, бояд сабабгори ин ҳодиса бошад.

Тадқиқотҳо нишон доданд, ки чанги байниситоравӣ аз қабати борики ғафсияш қариб 200-300 пк иборат аст, қад-қади ҳамворияи Галактика ҷой гирифтааст. Вай аз муҳити тунук иборат аст, ки ҷо-ҷо ғун шуда абрҳоро ба вуҷуд меоварад. Рӯшноӣ дар ҳамворияи Галактика масофаи 100 пк-ро тай намуда, ба ҳисоби миёна ба 1,5 қадри ситоравӣ суст мешавад.

Кам шуда рафтани дурахши ситораҳои дур то ба онҳо муайян кардани масофаро душвор мегардонад. Дар муайян кардани масофа на фақат таъсири чанги кайҳонӣ, балки номунтазам таксим шудани он ва мавҷудияти абрҳои тираро низ ба ҳисоб гирифтан лозим меояд.



Расми 222.



Расми 223.

Дар расми 222 туманоти хираи чангӣ бо номи Аспар, ки бо туманоти равшани чангӣ иҳота шудааст ва дар расми 223 туманоти газу чанги диффузӣ дар бурҷи Ҷаббор тасвир ёфтаанд..

Абрҳои чангу газ табиатан якхела буда, аз ҷиҳати таркиб ба ҳам наздиканд, вале ба назар гуногун менамоянд. Онҳо барои рӯшноӣ ношаффоф буда, чун туманоти тира ба назар намудор мешаванд. (расми 222).

Агар дар наздикии абри калони аз газу чанг иборатбуда ситораи равшаноиаш азим воқеъ бошад, вай ин абрро равшан мекунад.

Вақте, ки абри газу чангро ситораи басо тафсон (харораташ на камтар аз 20 000-30 000 ^{0} К) равшан мекунад, он гоҳ афканишоти ултрабунафши ситора гидроген ва дигар газҳои абрро ионизатсия карда, онҳоро маҷбур месозад, ки нур афкананд. Газ нурҳои ултрабунафшро фурӯъ бурда, дар раҳҳо спектри сурх, сабз ва г. меафканад. Чунин абри мунирро ***туманоти газу чанг*** меноманд. Агар ситораи тафсон якбора хомӯш мешуд, дурахши туманот низ қатъ мегардид. Чунин туманот дар бурҷи Ҷаббор воқеъ аст. (расми 221). Онро бо дурбини пурзӯр метавон дар фасли зимистон мушоҳида кард, вале таркиби онро фақат ба воситаи усули фотографӣ ошкор намудан мумкин аст. Чандин туманоти тунуки диффузии чангу газ кашф карда шудаанд. Онҳо кабзамонанд буда, шаклашон номунтазам ва ҳудудҳояшон норавшан мебошад. Спектрҳои туманот аз раҳҳои равшани гидроген, оксиген ва дигар газҳои сабук иборат аст. Туманоти сайёрагӣ яке аз навъҳои туманот ба шумор меравад (расми 224). Ситора дар як марҳилаи муайяни инкишофаш (ин марҳилаи инкишоф барои аксаран ситорагон қонунист) аз худ пардаи газии мунире меафканад. Табиати партавафкании онҳо ба мисли туманоти диффузӣ мебошад.



Расми 224.

Дар расми 224. калонтарин ва ба мо наздиктарин туманоти сайёрагӣ дар бурҷи Далв тасвир ёфтааст. Туманоти газии диффузӣ дар ҳамвории Галактика қабатеро ба вуҷуд меоварад, ки ғафсиаш ҳамагӣ тақрибан 200 пк аст.

Туманотҳои мазкур бошандагонеанд, ки ба шохаҳои спиралии Галактика мансубанд. Андозаҳои туманот хеле бузурганд, ба якчанд парсек ва ё ба даҳҳо парсек баробар аст. Аз ин ҷост, ки дар дохили онҳо якчанд ситораҳо ҷой гирифтаанд.

Пайдошавии ситора. Як қатор далелҳое ҳастанд, ки фарзияи аз таъсири ҷозибаи байниҳамдигарии заррачаҳо аз абри сарди газу чанг пайдо шудани ситораҳоро тасдиқ мекунад. Яке аз далелҳои асоситарин тасдиқ мекунад, ки тавлиди ситораҳо дар наздикии ҳамворияи галактикӣ мушоҳида мешавад, ки он ҷо абри бештар зич ва сарди газӣ

байнисторагӣ ҷамъ гардидааст. Азбаски ситораи тавлидӣ (нротоситора) ҳанӯз зичӣ ва ҳарорати баландро надоранд, вай метавонад дар дарозиҳои мавҷҳои инфрасурх нур афканад.

Протоситора то ҳарорат дар қаъраш ба чандин миллион дараҷа расидан, гарм мешавад. Баъди он бо иштироки элементҳои сабук реаксияҳои ядроӣ сар мешаванд ва энергия ҷудо мекунанд. Тафсиш реаксияеро ба вуҷуд меоварад, ки дар он гидроген ба гелий табдил меёбад. Қувваи фишори газ қувваи ҷозибаро ба мувозинат меоварад. Ситора шакли устувор мегирад ва дар давоми умри зиёдаш андоза ва равшаноиашро тақрибан доимӣ нигоҳ медорад.



В. Я. Струве (1793-1864) Астрономи рус. Бо роҳбарии у дар расадхонаи Пулково координатҳои ситорахо дақиқ муайян карда шудааст. Бори аввал дар ҷаҳон масофаи ситораи Насри Воқеъро муайян кардааст.

Тадқиқи радиоафканишоти гази байнисторавӣ барои илм маълумоти зиёде медиҳад. Гидроген дар туманоти равшан ионизатсия мешавад ва агар дар наздикиҳояш ситораи тафсон бошад, аз худ равшанӣ ҳам медиҳад. Вале массаи асосии гидроген дар Галактика нейтрал мебошад. Гидрогени нейтрал дар кайҳон нонамоён аст ва равшанӣ намедиҳад. Вале радиомавҷе меафканад, ки дарозиаш 0,21 м аст. Аз рӯи интенсивияти рахи спектр масса ва зичии гидрогенро дар самти мазкур муайян мекунанд. Аз рӯи фарқи дарозии мавҷи аслии рахи мазкур аз 0,21 м мувофиқи принципи Доплер суръати абри гидрогенро муайян мекунанд. Ҳоло дар Галактика манзараи умумии тақсимоти гидроген муайян карда шудааст ва бештар дар қабати тунукӣ дар ҳамвории Галактика ҷойгир аст. Бо телескоп абрҳои гидрогени дар масофаҳои бағоят дур вокеъбударо дидан мумкин аст ва ҳол он ки ситораҳои ҷудогонаи ин қадар дурро мушоҳида кардан ғайриимкон хоҳад буд. Ҳарорати абрҳои гидрогени нейтрал ба ҳисоби миёна тақрибан 100 ^{0} К, ҳарорати абрҳои ионизатсияшудаи равшан (туманотҳо) тақрибан 10 000 ^{0} К мебошад. Дар абрҳои зичи газӣ (туманот) атомҳои гидроген ба ҳам якҷоя шуда, молекулаҳои H_2-ро ташкил медиҳанд. Массаи пурраи гидрогени байниситоравӣ

ҳамагӣ ба якчанд фоизи массаи умумии Галактика баробар мсоя.д. Массаи чанги кайҳонӣ бошад, аз ин боз 100 маротиба кам аст. Зичии гидрогени нейтрал дар ҳамворнии Галактика ба ҳисоби миёна тақрибан 10^{-21} кг/м^3 -ро ташкил медиҳад.

Дар фазои байниситоравӣ ба ҷузъ гидроген, ҳамчунин гелий ва атомҳо ва баъзе молекулаҳои соддатарин дигар унсурҳои химиявӣ ҳастанд, ки миқдорашон нисбат ба миқдори гидроген ва гелий камтар мебошад. Бо ёрии радиоусулҳо (аз рӯи афканиш ва фурӯбурди радиомавҷҳо) бисёр молекулаҳо ошкор карда шудаанд. Дар байни онҳо OH, H_2O, CO, CO_2, NH_3 ва дигар молекулаҳои мураккаб ҳастанд.

1. Чаро ситораҳои дур ба назари мо сурхчатоб менамоянд?
2. Чиро туманоти газу чанг меноманд ?

§10. РАДИОГАЛАКТИКАҲО ВА КВАЗАРҲО. МЕТАГАЛАКТИКА ВА КОСМОЛОГИЯ.

Баъзе галактикаҳо чунон радиоафканишоти пурзӯреро соҳибанд, ки аз таъсири байниҳамдигарии электронҳои фавқулсуръат бо майдони магнитӣ пайдо шудаанд. Онҳоро радиогалактикаҳо номидаанд. Аксаран онҳо ду манбаи радиоафканишотро доро мебошанд, ки аз ду тарафи галактика ҷой гирифтаанд. Онҳо дар натиҷаи хурӯҷи ядроҳои галактикаҳо, ки ба самтҳои муқобил сели моддаҳои фавқулсуръатро меафкананд, ҳосил гардидаанд.

Дар ҷои баъзе радиоманбаҳо объектҳоеро дарёфтанд, ки дар расм онҳоро аз ситораҳои басо тира фарқ кардан душвор аст. Чи тавре ки хусусияти афканишоти онҳо нишон дод, ин объектҳо ситора буда наметавонанд. Дар спектри онҳо раҳҳои равшане ҳастанд, ки лажзиши сурхшон хеле калон аст. Дар баъзе мавридҳо ин раҳҳои газе мебошанд, ки одатан ба соҳаи ултрабунафши спектр таалуқ доранду рӯ ба самти намоёни он лагзидаанд. Лажзиши сурхи онҳо чунон бузург аст, ки вай ба масофаи ба миллиардҳо соли рӯшноӣ баробар мувофиқат мекунад. Ин объектҳоро манбаҳои квазиситорагии (ситорамонанд) радиоафканишот ё худ квазарҳо номидаанд, ки ҷирмҳои кайҳонии аз ҳама дур мебошанд ва масофа то ба онҳо ҳанӯз муайян карда нашудааст. Дурахшонтарини квазарҳо чун ситораи қадри 13-ум намудор мешаванд, *вале баъзе квазарҳо аз ҷиҳати равшаноӣ*

дар қиёси галактикаҳои азим садҳо маротиба дурахшонанд. Ҳанӯз муаммои сарбастаест, ки он сели азими энергияе, ки квазарҳо аз худ ба сифати рӯшноӣ ва радиомавҷҳо месафкананд, чи тавр пайдо мешуда бошад. Мушоҳидаҳо шаҳодат медиҳанд, ки квазарҳо аз ҷиҳати табиати худ ба ядрои галактикаҳои фаъол монанданд. Тахмине меравад, ки онҳо ядрохои системаи ситорагии хеле дур мебошанд.

Галактикаҳо ҳам ба монанди ситораҳо кӯша, каратӣ мешаванд, гурӯҳҳо ва тарокумҳо ташкил медиҳанд. Бештарини галактикаҳо дар тарокумҳо ҷамъ омадаанд. Тарокуми галактикаҳо чун тарокуми ситораҳо мансура ва манзума мешаванд ва даҳҳо, баъзан ҳазорҳо аъзо доранд. Тарокуми галактикаи ба мо наздиктарин дар бурҷи Сунбула, дар масофаи тақрибан 20 млн. пк (20 Мпк) воқеъ аст. Калонтарин каталоги галактикаҳо, ки дар собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ тартиб дода шудааст, 30 000 галактикаро дарбар мегирад, ки аз қадри ситорагии 15-ум дурахшонтар метобанд. Ба воситаи телескопи пуриқтидор садҳо миллион галактикаҳои то қадри ситорагии 23-25-умро ба сурат гирифтан мумкин аст, ки дуртаринашон аз мо дар масофаи миллиардҳо соли рӯшонӣ воқеъ гардидааст ва ба назар чун ситорахои тира намудор мешаванд.

Солҳои охир муайян кардаанд, ки дар тақсимоти фазоии галактикаҳо ва тарокумҳои он қонунияти муайяни ба ном «структураи чашмакҳои ғалберӣ» ба мушоҳида мерасад.

Ҷамъи системаи галактикаҳои мушоҳидашаванда ва тарокумҳои он Метагалактика номида мешавад. Метагалактика қисми Коиноти бехудудро ташкил медихад.

Девори ин чашмакҳо, ки аз маҷмӯи галактикаҳо ташкил ёфтаанд, гафсиашон 3-4 Мпк аст ва андозаҳои худи чашмакҳо тақрибан 100 Мпк мебошад. Калонтарин тарокумҳои галактикаҳо гирехҳои ҳамин чашмакро ташкил медиҳанд.

Дар метагалактика қонуни лажзиши сурхи Ҳаббл амал мекунад ва эътироф шудааст, ки лажзиши хусусияти ҳаракати воқеии тарокумҳои галактикаҳоро инъикос мекунад. Ин чунин маънӣ дорад, ки тарокумҳои галактикаҳо аз мо (ва аз якдигар) ба чор тараф «мегурезанд». Онҳо аз мо ҳар қадар дур бошанд, «гурезашон» ҳамон қадар зиёд аст. Ин протсесс тамоми қитъаи мушоҳидашавандаи Коинот ва шояд тамоми

Коинотро фаро гирифтааст. Аз ин ҷост, ки онро *васеъшавии Коинот* ном додаанд. Барои аввал васеъшавии Коинотро олими советӣ А. А. Фридман (188-1895) дар асоси назарияи нисбияти А. Эйнштейн (1879-1955) пешгӯӣ кардааст.

Илме, ки Коинотро чун манбаи том меомӯзад, космология ном дорад. «Космология» (аз юнонӣ космос-кайҳон ва логос-таълимот) гирифта шудааст

Бештарини назарияҳои мавҷудаи космологӣ ба назарияи ҷозиба, физикаи зарраҳои элементарӣ, назарияи умумии нисбият ва дигар назарияҳои физикӣ ва албатта, ба мушоҳидаҳои астрономӣ такя мекунанд. Дар космология усулҳои моделсозӣ васеъ истифода мешаванд. Олимон моделҳои назариявии Коинотро месозанд, мекӯшанд, ки дар асоси онҳо дурустии хулосаҳои илмиро санҷида бинанд. Татбиқи компютерҳо имконият медиҳад, ки ин масъалаҳо то ҳадде ҳал карда шаванд. Аз ҷумла, ҳисобкуниҳо нишон доданд, ки аз таъсири қувваҳои гравитатсионӣ дар ибтидо муҳити якҷинса дар давоми миллиардҳо сол шаклеро ба худ гирифт, ки он дар замони ҳозира дар Коинот мушоҳида мешавад. Чӣ тавре, ки маълум гардид, Коиноти воқеӣ бо моделҳои Коиноти васеъшаванда мутобиқат пайдо мекунад. Дар аввал галактикаҳо ба якдигар наздик будаанд. 10-15 млрд сол қабл аз ин зичии миёнаи материя дар Коинот чунон калон, ҳарорат чунон баланд будааст, ки модда танҳо дар шакли зарраҳои элементарӣ вуҷуд дошта метавонист. Дар ҷараёни васеъшавӣ унсурҳои химиявӣ пайдо шуданд ва галактикаҳо, ситораҳо ва дигар объектҳо оҳиста оҳиста ташаккул ёфтанд. Назарияи Коиноти васеъшаванда имконият медиҳад, ки таносуби гидроген ва гелийро дар ситораҳо шарҳ диҳем. Афканишоте, ки гази тафсон миллиардҳо сол пеш, ҳанӯз то пайдошавии галактикаҳо аз худ афкандааст, ба мо аз масофаҳои ниҳоят дур меоянд ва аз ин сабаб ҳам афканишоти реликтӣ (қадимӣ) номида мешавад. Мавҷудияти ӯро то айёми дарёфт шуданаш ба тарзи назарявӣ пешгӯӣ карда буданд. Энергияи афканишоти реликтӣ дар қисми кӯтоҳмавҷ (миллиметрӣ) ба максимум мерасад. Афканишоти мазкур аз ҳама самтҳои осмон мунтазам меояд. Онро бо ёрии радиотелескопҳо қабул карда, ахбороро дар бораи хосиятҳои физикавии модда дар аввалин марҳилаҳои Коинот васеъшаванда ба даст меоранд, ки зичии миёнаи модда он

вақт назар ба имрӯза миллионҳо маротиба зиёд буд. Кашфи афканишоти реликтӣ хулосаҳои назарияро тасдиқ кард. Маълум гардид, ки модда он вақт тафсон ва баробар тақсим шуда будааст.

Тамоми таҷрибаи инсоният нишон медиҳад, ки материяро сохтан ва нест кардан имконнопазир аст. Вай танҳо шакли воқеии худро тағьир медиҳад. Дар Коинот натанҳо инкишофи бефосила ва тағьирьёбии моддаҳои органикӣ, балки моддаҳои ғайриорганикӣ низ идома доранд. Материя дар гардиш аст, вай ҳеҷ гоҳ зинаҳои тайкардаи худро такрор намекунад. Тасаввуроти ҳозира дар бораи Коинот на танҳо ба маҷмӯи илмҳои табиатшиносӣ, балки ба фалсафа низ такя мекунад.

Коинот дар фазои вақт беҳудуд аст. Вай аввал надошт ва ҳеҷ гоҳ охир ҳам дошта наметавонад.

Мо дар замони ҳозира ҳатто тахминӣ гуфта наметавонем, ки чи миқдор ситораҳо сайёрагони худро доранд, дар чи миқдори он ҳаёт ба вуҷуд омада тавонистааст. Инкишофи илму техника имконият медиҳад, ки дар оянда ба саволи пахноиши ҳаёт дар Коинот ҷавоб ҷӯем.

1. *Чиро метагалактика меноманд?*
2. *Чиро космология меноманд?*
3. *Чиро радиогалактика меноманд?*
4. *Квазарҳо гуфта чиро меноманд?*

§11. АҲАМИЯТИ ТАСАВВУРОТҲОИ ҲОЗИРА ДАР БОРАИ СОХТИ КОИНОТ ВА ТАҲАВВУЛОТИ ОН.

1. Роҳи Қаҳкашон ва Галактика. Илм то сохти ҳақиқии Коиноти моро муайян кардан, роҳи тӯлониро тай намуд, ки ҳамаи ситораҳои ба назар намудори осмон системаи ситорагии махсус-Галактикаро ташкил медиҳанд. Чунончи олими англис *Вильям Хершель* (1738-1822) аввалин шуда роҳи дурусти ҳалли масъаларо дар бораи сохти олами ситорагон нишон дод, ки аз ҳисоби ситораҳои дар қитъаҳои якхела хурди осмон интихобшуда ташкил ёфтаанд.



***Вильям Хершель* (1738-1822). Астроном ва оптики англис. Сайёраи Уранро кашф кардааст, қӯшаситорахо ва таркиби ситорагони**

Роҳи Каҳкашонро тадқиқ намудааст. Якчандто калонтарин телескопҳои замонаашро сохтааст.

Зина ба зина ошкор гардид, ки ситорахои Роҳи Каҳкашон - тасмаи равшани нукрафоме, ки тамоми осмонро печонида гирифтааст, қисми асосии системаи ситорагии басо мачақшуда-*Галактикаро* ташкил медихад. Азбаски тасмаи Роҳи Каҳкашон тамоми осмонро аз рӯи доираи калон ҳалқанеч карда гирифтааст, пас мо дар наздикии ҳамвории он, ки ҳамвории галактикӣ ном дорад, чо гирифтем. Галактика аз ҳама дуртар қад-қади ҳамин ҳамвори тӯл кашидааст. Зичии ситорахо дар самти ба ҳамвории Галактикӣ перпендикуляр кам шуда меравад. Пас, дар ин самт Галактика чандон дур тӯл намекашидааст.

Дар Роҳи Каҳкашон гализахои чудогонаи абрмонанде низ мушохида мешаванд. Онҳо қисман анбӯхи ситорахои хирае (яъне, дуре) мебошанд, ки чо-чо бо абрхои дар таркибаш



Расми 225.



Расми 226.

чанҳои кайҳонӣ доштa. Роҳи Каҳкашонро панах мекунад. Ҳамин гуна абри тираро дар наздикии ситораи Занаби бурҷи Дачоча мушохида кардан мумкин аст. Махз аз ҳамин чо Роҳи Каҳкашон ба ду шоха таксим мешавад, ки дар нимкураи чануби осмон аз нав якчоя мегардад. Ду таксим шудани Роҳи Каҳкашон ҳодисаи зоҳирист. Вай натиҷаи он аст, ки тарокуми чангу губори кайҳонӣ як қисми ситорахои аз хама равшани Роҳи Каҳкашон, аз чумла он ситорахоеро, ки дар бурҷи Акраб ва Қавс вокеъ шудаанд, панах мекунад (расми 225).

Баъзан сахван мегӯянд, ки Роҳи Каҳкашон ин халкаи дурахшонест, ки мо онро дар осмон мебинем. Галактикаи мо

бошад, ҷазираи азими ситоравист. Мо аксарияти ситораҳои Галактикаро дар тасмаи Роҳи Каҳкашон мебинем. Ба ғайр аз ситораҳои Роҳи Каҳкашон ба таркиби Галактика ситораҳои ҳамаи бурҷҳои осмон низ дохил мешаванд.

Ҳисоб карда шудааст, ки **дар осмон миқдори умумии ситораҳои то қадри 21-ум тақрибан ба 2-10⁶ мерасад**. Ин миқдор ситорахо танҳо қисми аз «сокинон»-и системаи ситорагии мо-Галактика мебошад.

Андозаҳои Галактика аз рӯи ҷойгиршавии ситораҳо, ки аз масофаҳои дур намудоранд, муайян карда шудаанд. Инҳо сефеидҳо ва ситораҳои тафсони фавқулазим мебошанд. Диаметри Галактикаро тақрибан ба 30 000 пк ва ё ба 100 000 ҳазор соли рӯшноӣ баробар қабул кардан мумкин аст. Бо вуҷуди он, сарҳади саҳеҳи Галактика мавҷуд нест, зичии ситорагӣ дар он ҳади саҳеҳи Галактика мавҷуд нест, зичии ситорагӣ дар он оҳиста-оҳиста кам шуда меравад. Дар маркази Галактика ядрои диаметраш 1000-2000 пк воқеъ аст, ки азимтарин тарокуми зичи ситорагиро ташкил медиҳад. Вай аз мо дар масофаи тақрибан 10 000 пк (30 000 соли рӯшноӣ) дар самти бурҷи Қавс воқеъ гардидааст. Ядрои Галактикаро абрҳои чанги губори кайҳонӣ аз мо тамоман пинҳон кардаанд. Ба таркиби ядрои Галактика бисёр ситораҳои сурхи азим ва сефеидҳои кӯтоҳдавр дохил мешаванд. Ситорҳои қисми болоии пайдарпаии асосӣ махсусан ситораҳои сурхи азим ва сефеидҳои классикӣ «сокинон»-и хеле ҷавонро ташкил медиҳанд. Онҳо аз марказ [illegible] вокеъ буда, пардаи нисбатан тунукеро ташкил медиҳанд. Дар байни ин ситорагон материяи губормонанд ва абри гаҳ[illegible] воқеъ гардидааст.

Робитаи байни мансубияти ситора ба ин ва ё он пайдарпаӣ ва марҳалаи фаъ[illegible]он фарқияти шароит ва вақти тавлиди ситораро инъикос менамояд.

Дар расми 225. м[illegible]раи Роҳи Каҳкашон ҳангоми дидиназар ва дар расми 226. [illegible]ати минтақаи Роҳи Каҳкашон дар бурҷи Қавс тасвир ёфтаанд.

1. Чиро ҳамвории галактикӣ меноманд?
2. Сайёраи Уранро кӣ кашф кардааст?

НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Масъала: агар қадри зоҳирии ситоравии q- Акраб ба 3 ва масофа то ба он ба 7500 соли рӯшноӣ баробар бошад, равшанноии он чӣ қадар аст?

Дода шудааст:
M= 3
D=7500 соли рӯшн.

L - ?

Ҳал:

ℓg L= 0.4(5 – M)

M = m-5 +5 ℓg D, ки ин ҷо D

бо парсекҳо ифода шудааст. D=7500 соли рӯшн. : 3.26 соли рӯшн. = 2300 пк.

Он гоҳ M = 3 + 5 – 5 ℓg 2,3 . 10^3 = - 8,8.

ℓg L= 0, 4(5 – (- 8,8)) = 5,52.

Аз ин ҷо L=3,3 .10^5.

Ҷавоб: L= 3,3 .10^5

МАШҚИ 10.

1. Шабоҳанг назар ба Дабарон чанд маротиба дурахшонтар аст?. Офтоб нисбат ба Шабоҳанг чӣ?

(Ҷавоб: ≈ 11.6 маротиба: 10^{10} маротиба)

2. Як ситора напзар ба дигараш 16 маротиба дурахшонтар аст Фарқи квадратҳои ситоравии онҳо ба чӣ баробар аст?

(Ҷавоб: m_1-m_2 ≈ 3

3. Паралакси Насри Вокеъ ба 0,11 баробар аст. Нур он баъд аз чанд вақт ба Замин омада мерасад?

(Ҷавоб: ≈ ...3 соли рӯшноӣ)

4. Ба сӯи бурҷи Лира бо суръати км/ сония чанд сол парвоз кардан лозим аст, то ситораи Нури Вокеъ ду баробар наздиктар гардад?

(Ҷавоб: 145000 сол)

5. Суммаи массаи кӯшаситораи Айюкро муайян кунед, ки агар нимтири калони мадори он ба 0.85 вох. астр. баробар бошаду даври гардишаш 0.285 солро ташкил диҳад.

(Ҷавоб: 7.5 масофаи Офтоб)

6. Агар аз рӯи мадори Замин ситорае, ки массааш ба массаи Офтоб баробар ҳаракат мекард, он гоҳ даври гардиши он чӣ қадар мебуд?

(Ҷавоб: 257 шабонарӯз)

7. Тобиши ситорахои нав одатан ҳангоми доимӣ будани ҳарорат дар натичаи дамидани фотосфераи он меафзояд. Агар тобиши ситораи нав ба андозаи 10 қадар ситорагӣ тағйир ёфта бошад, дарозии радиуси ситора ба чӣ андоза тағйир ёфтааст?

(Ҷавоб: 100 маротиба)

8. Ҳаракати хоси ситора дар як сол 0,1″- ро ташкил медиҳад. Масофа то ба он 10 пк мебошад. Суръати тангенсии вай чӣ қадар аст?

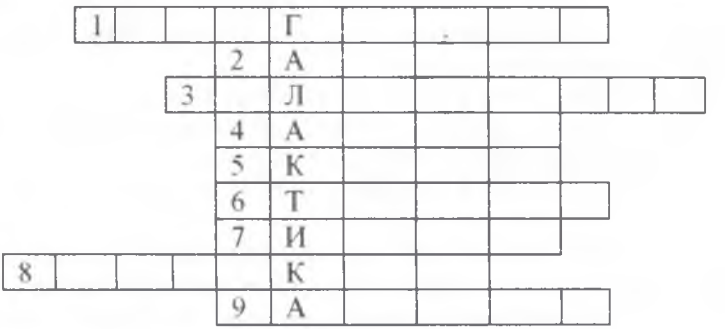
(Ҷавоб: ≈ 5 км/с)

9.Суръати шуои ситора 10 км/сония аст. Суръати фазоии он чӣ гуна аст?

(Ҷавоб: ≈ 11 км/с)

10. Агар ситора ба мо бо суръати 100 км/сония наздик шавад, пас дурахши зоҳирии он баъди 100 сол чӣ қадар тағйир хоҳад ёфт?

11. Ба саволҳои кроссворди «ГАЛАКТИКА» ҷавоб гардонед:



1. Нуқтаи ба Офтоб наздиктарини мадор.
2. Бурч.
3. Хате, ки дар давоми як сол Офтоб аз руи он як маротиба давр мезанад.
4. Сайёра.
5. Бурчи Дуби ...
6. Сайёраи ба Офтоб нисбатан наздиктарин.
7. Радифи Зуҳал.
8. Асбобе, ки бо ёрии он чирмҳои осмониро мушоҳида мекунанд.
9. Комета.

ХУЛОСАҲОИ БОБИ ДАҲУМ

1. Офтоб ба мо ситораи наздиктарин аст. Массаи вай аз массаи Замин 333 000 маротиба ва аз массаи ҳамаи сайёраҳо 750 маротиба зиёд мебошад. Офтоб манбаи пурзури энергияест, ки вай дар ҳамаи қисҳои спектри мавҷҳои электромагнитӣ – аз нурҳои рентгению ултрабунафш сар карда то радиомавҷҳо афканда мешавад.

Диаметри Офтоб ба 1/107 воҳиди астрономӣ ё тақрибан ба 1 400 000 км баробар мебошад, ки ин аз диометри Замин 109 маротиба зиёд аст. Нурҳои намоён ва инфрасурхи Офтоб « таҳиягарон» - и асосии гармӣ барои Замин ба шумор мераванд.

2.Офтоб Заминро на танҳо равшан, балки гарм ҳам мекунад.

Ситораҳо дар коинот чирмҳои аз ҳама бештар паҳншуда ба шумор мераванд. Дар тамоми осмон миқдори ситорагони то қадри 6 – ум наздик ба 6000, то қадри 11 – ум тақрибан як миллион, то қадри 21 – ум қариб 2 миллиард аст. Ҳамаи онҳо мисли Офтоб курахои тафсони газӣ мебошанд, ки аз худ нур мебароранд ва аз каърашон захираҳои бузурги энергия меафкананд. Нури рӯшноӣ аз Офтоб то Замин дар 8 дақика ва аз Моҳ тақрибан дар 1 сония меояд.

3. Масофаеро, ки рӯшноӣ дар давоми як сол тай мекунад, соли рӯшноӣ ном дорад. Барои чен кардан масофаҳо ин воҳидро дар қатори парсек(ПК) истифода мебаранд.

1 парсек = 3,26 соли рӯшноӣ = 206265 воҳ. астр. = 3.10^{13} км. мебошад.

Дар вақти ҳозира чен кардан паралакси солона яке аз асоситарин усулҳои муайян кардани масофа то ситора ҳисоб меёбад. Ҳоло паралакси бисёр ситорахо чен карда шудаанд. Паралакси солонаро чен карда, масофаи ситораеро, ки аз мо дар

фосилаи на камтар аз 100 пк. ё худ 300 соли рӯшной воқеъ аст муайян кардан мумкин аст.

4. Ситораҳо рангҳои гуногун доранд. Инро дар ситорагони бештар равшан дида метавонед. Ранги чисми тафсон. аз чумла ситораҳо аз ҳаракати он вобастагӣ дорад. Ин имконият медиҳад. ки ҳарорати ситора аз рӯи таксимоти энергия дар спектри бефосилаи он муайян карда шавад.

Ранг ва спектри ситораҳо бо ҳаракати онҳо алоқаманданд. Дар ситораҳои нисбатан сард афканишот дар соҳаи сурхи спектр афзалият дорад. Аз ин сабаб ҳам сурхчаранг мебошанд. Ҳарорати ситорагони сурх паст аст. Дарачаи ҳарорат ба қадри аз ситораҳои сурх ба норинчӣ. баъд ба зард. зардчатоби сафед ва нилобиранг гузаштан меафзояд.

Ҳарорати аксари ситораҳо аз 3000 то 30 000 градус Келвин мерасад.Ҳарорати миқдори ками ситораҳо то ба 100 000 градус Келвин расида метавонад.

Спектри ситораҳо аз якдигар ба куллӣ фарқ мекунанд ва аз рӯи чунин фарқият таркиби химиявӣ ва ҳарорати атмосфераи ситорахоро муайян намудан мумкин аст. Омӯзиши спектрҳо нишон доданд. дар атмосфераи ҳамаи ситораҳо гидроген ва гелий аз ҳама бештаранд.

Ситорахое. ки равшаноиашон басо бузург аст. ситораҳои фавқулазим меноманд. Ситораҳои фавқулазими сурх аз чиҳати андоза низ аз қабили чунин ситораҳо мебошанд.

5. Масса ва равшаноии ситораҳои маълумро ба ҳам муқоиса намуда. боварӣ ҳосил мекунем. ки бо *зиёд шудани масса равшаноши ситора низ меафзояд.*

Ситора ҳар қадар массивноктар бошад. ҳарорат дар қаъри он ҳамон қадар баланд буда. гидроген босуръаттар «сӯхта» ба гелий табдил меёбад. Ситораҳои нилобиранг. ки ба пайдарпаии асосӣ мансубанд. гидрогенашонро дар 10^{6}-10^{7} сол. ситорахои типи Офтоб бошад. дар 10^{10} сол «сӯхта» тамом мекунанд. Энергияи дохилии Офтоб боз ба миллиардҳо сол мерасад.

6. *Системаи Офтоб дар атрофи маркази Галактика дар муддати 200 млн. сол бо суръати қариб 250 км/сония тақрибан як маротиба давр зада мебарояд.*

Аз рӯи даври гардиши Галактика массаи онро муайян мекунанд. Вай тақрибан ба 2.10^{11} массаи Офтоб баробар аст. Илме. ки Коинотро чун манбаи том меомӯзад. космология ном дорад. «Космология» (аз юнонӣ космос-кайҳон ва логос-таълимот) гирифта шудааст.

Ҳисоб карда шудааст, ки дар осмон миқдори умумии ситораҳои то қадри 21-ум тақрибан ба $2 \cdot 10^6$ мерасад. Ин миқдор ситораҳо танҳо қисми аз «сокинон»-и системаи ситорагии мо-Галактика мебошад.

Андозаҳои Галактика аз рӯи чойгиршавии ситорахо, ки аз масофаҳои дур намудоранд, муайян карда шудаанд. Инҳо сефеидҳо ва ситораҳои тафсони фавқулазим мебошанд. Диаметри Галактикаро тақрибан ба 30 000 пк ва ё ба 100 000 ҳазор соли рӯшноӣ баробар қабул кардан мумкин аст.

МАЪЛУМОТҲОИ ТАЪРИХӢ АЗ ФИЗИКА ВА АСТРОНОМИЯ

1. Аввалин маротиба мавҷудияти мавҷҳои электромагнитиро физики олмонӣ Генрих Ҳертс соли 1886 исбот намуд. Ӯ ошкор намуд, ки мавҷҳои электромагнитӣ ва мавҷҳои рӯшноӣ хосияти якхела доранд. Г. Ҳертс аввалин шуда ҳодисаи эффекти фотоэлектрикиро мушоҳида намудааст.
2. Ихтирочии радио физики рус А.С.Попов соли 1894 генератор ва қабулкунаки мавҷҳои электромагнитиро сохта, дар онҳо антенаи ихтироъкардаашро истифода бурд.
3. Бунёдгари аввалин назарияи мавҷии рӯшноӣ физик ва математики голландӣ Христиан Гюгенс мебошад. Ӯ аввалин созандаи соати раққосакдор ҳисоб мешавад.
4. Интерференсияи рӯшноиро аввалин шуда, олими британиягӣ Томас Юнг кашф карда аст. Ӯ ҳодисаи дифраксияро дар асоси назарияи мавҷи шарҳ дода, аввалин шахсест, ки дарозии мавҷи рӯшноиро чен кардааст.
5. Асосгузори оптикаи мавҷӣ физики франсавӣ Френел Огюстен мебошад. Ӯ назарияи дифраксияи рӯшноиро кор карда баромадааст ва аввалин шуда мавҷудияти мавҷҳои арзии рӯшноиро исбот намудааст.
6. Қонуни ҳамбастагии масса ва энергияро А. Эйнштейн кашф карда, тасаввуротро оид ба сохти квантӣ доштани рӯшноӣ пешниҳод намудааст.
7. Нурҳои рентгениро аввалин шуда соли 1895 физики олмонӣ В. Рентген кашф кардааст. Ӯ татбиқи амалии кашфиёти худро дар тиб ба роҳ монд.
8. Асосгузори физикаи квантӣ физики олмон Макс Планк мебошад.
9. Аввалин шуда ҳодисаи эффекти фотоэлектрикиро физики рус А.Г.Столетов кашф намудааст.Ӯ инчунин қонуни

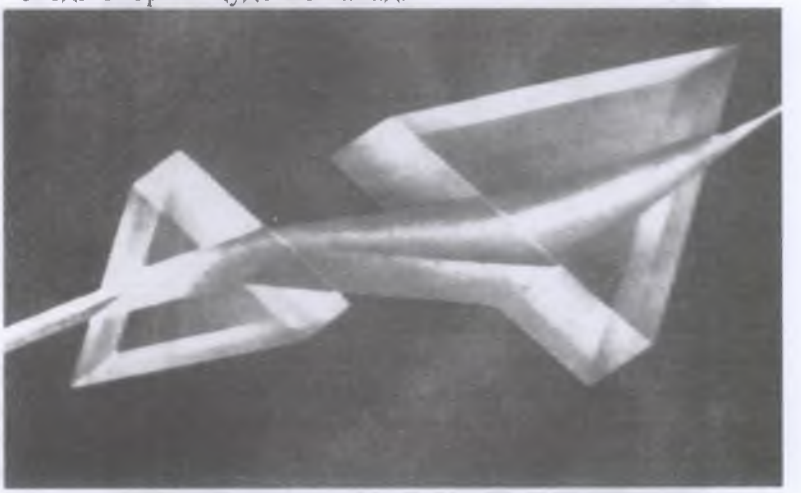
алоқамандии қувваи чараён аз интенсивияти рӯшноиро кашф кардааст.

10. Аввалин маротиба мавҷудияти фишори рӯшноиро соли 1900 физики рус П.Н. Лебедев исбот намуда, қимати онро барои чисмҳои сахт ва газҳо муайян кардааст.
11. Физики англис Э.Резерфорд ядрои атомро соли 1911 кашф намуда, аввалин бор табдили сунъии ядрои атомро ҳосил намудааст.
12. Назарияи аввалини атомро физики даниягӣ Нилс Бор бунёд кардааст. Ӯ дар ташакулдиҳии назарияи ядрои атом ва реаксияҳои ядроӣ саҳми сазовор гузоштааст.
13. Физики фаронсавӣ Жолио Кюри Федерик ҳамроҳи ҳамсараш Ирен соли 1934 радиоактивияти сунъиро кашф намуданд.
14. Аввалин реаксияи ядроии занҷирии таксимшавии ядрои уран – 235 – ро Энрико Фермӣ амалӣ гардонидааст Таҳти роҳбарии ӯ соли 1942 аввалин реаксияи ядроии идорашаванда гузаронида шудааст.
15. Якумин реактори атомӣ дар собиқ СССР соли 1946 таҳти роҳбарии И.А. Курчатов ба кор дароварда шуд.
16. Соли 1963 физикони рус Н.Г.Басов ва А.М. Прохоров ва физики америкоӣ Ч. Таунс ба мукофоти Нобелӣ сарфароз гардиданд. Соли 1960 аввалин лазер - генератори квантии мавҷҳои электромагнитии диапазони спектр сохта шуд.
17. Соли 1932 физики англис Д. Чедвик нейтронро кашф кард.
18. Таксимшавии ядрои уранро соли 1938 физикони олмонӣ О. Ҳан ва Ф. Штрассман кашф карданд.
19. Астрономи англис В. Ҳершел сайёраи Уранро кашф кард.
20. Қонунҳои ҳаракти сайёраҳоро астроном ва математики олмонӣ И. Кеплер кашф кардааст. Ӯ даврзании Миррихро дар атрофии Офтоб омӯхта, се қонуни ҳаракати сайёраҳоро кашф намуд.
21. Яке аз калонтарин радиотелескопҳои чаҳон – радиотелескопи Академияи Илмҳои собиқ СССР мебошад, ки диаметраш 600 м аст.
22. Системаи геомарказии оламро дар асри II милодӣ олими юнони қадим Клавдий Птоломей (Балтимус) пешниход намудааст.
23. Астрономии поляк Николай Коперник аввалин шуда исбот намуд, ки Замин ҳам бо дигар сайёраҳо дар атрофи Офтоб давр мезанад.
24. Галилео Галилей фазаҳои Зӯҳраро кашф намуда, ба чунин хулоса омад, ки тағйирёбии фазаҳои Зӯҳра дар сурати на дар

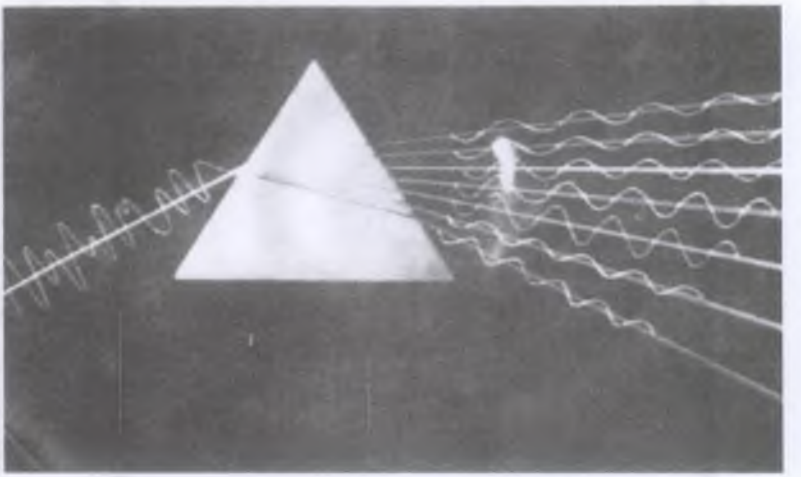
атрофи Замин. балки фақат дар гирди Офтоб давр задании сайёраи мазкур имконпазир аст. Ӯ чор радифи Муштариро кашф кард.

25. Дисперсияи рӯшноӣ соли 1666 аз тарафи И.Нютон кашф карда шуд.
26. Суръати рӯшноӣ бори нахуст соли 1676 аз тарафи астрономи даниягӣ Рёмер муайян карда шуд.
27. Қонуни индуксияи электромагнитӣ соли 1831 аз тарафи М. Фарадей кашф карда шуд.
28. Радиоактивияти табиӣ соли 1896 аз тарафи А.А.Беккирел кашф карда шуд.
29. Электрон соли 1897 аз тарафи У. Томсон кашф карда шуд.
30. Асоси тақвими солшумории шамсиро, ки аввали сол ҳамеша ба нуқтаи эътидоли баҳорӣ. яъне ба чашни Наврӯз рост меояд. шоир. мунаҷҷим ва файласуф Умари Хайём бунёд кардааст. Тақвими Хайём. ки бо номи «Зичи Маликшодӣ» машҳур аст. дар 4500 сол ба 1 шабонарӯз тасҳеҳ металабад.
31. Соли 1987 бо қарори Комиссияи байналхалқӣ доир ба астрономия яке аз астероиди кашфгардида ба шарафи кометашиноси маъруфи Тоҷикистон О.В.Доброволский – Доброволево номида шуд.
32. Абурайҳони Берунӣ яке аз аввалинҳо шуда дарозии давра ва радиуси Заминро чен кардааст.
33. Расадхонаи астрономии Ҳисор соли 1932 таъсис ёфтааст. Комёбиҳои астрономҳои тоҷик дар бобати гадқиқи кометаву метеорҳо ва ситораҳои тағйирёбанда дар арсаи чаҳонӣ шӯҳрат пайдо карданд.
34. Ғояи ҳаракати Замин дар асри V пеш аз милод аз тарафи Пифагор пайдо шуда буд. Дар Шарқ ин ғояро олими хоразмӣ Абурайҳони Берунӣ тарафдорӣ намудааст.
35. Аввалин харитаи Моҳ дар асоси мушоҳидахои телескопӣ аз тарафи Галилей(1609 – 1610). Харитон дар Англия ва Шейнер дар Германия (1611 – 1613) тартиб дода шуданд.
36. Галилей бори аввал бозгашти навбатии кометаеро, ки солҳои 1531.1607 ва 1682 мушоҳида шуда буд, пешгӯӣ кард. Баъд аз вафоти ӯ соли 1758 комета дар ҳақиқат пайдо шуд ва номи Галлейро гирифт. Кометаи Галлей соли 1986 боз дар масофаи наздиктарин аз Офтоб пайдо гардид ва маълум гардид, ки баъд аз 75 – 76 сол аз сари нав ба Замин ва Офтоб бозмегардад.

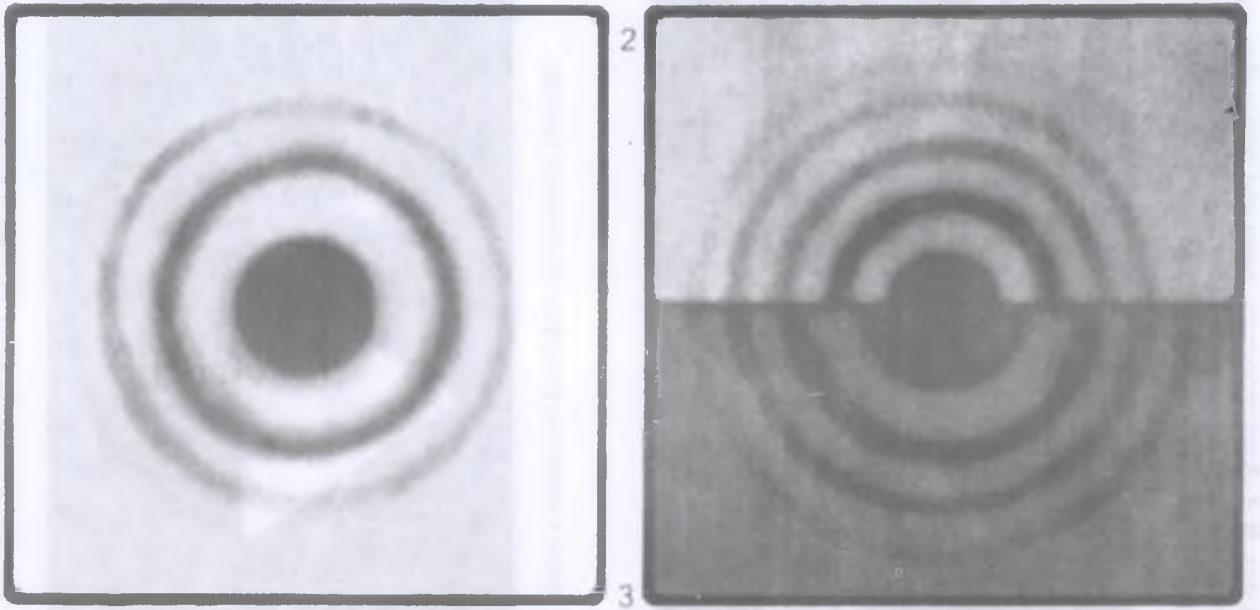
37. Академик В.А.Амбарцумян аввалин бор исбот намуд, ки дар ядрохои галактикахои спиралй ва эллипсй ходисахои таркишдихандаро рўй медихад, ки дар рафти онхо микдори зиёди энергия чудо мешавад.



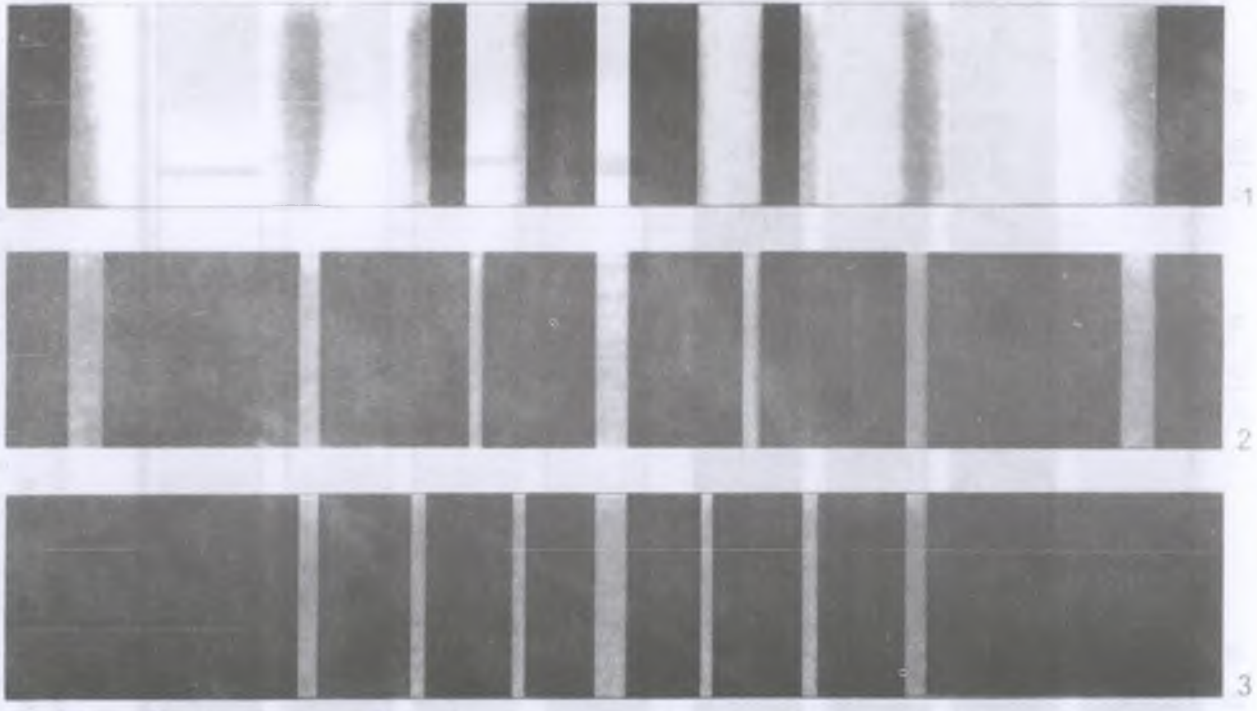
Расми I. Тархи тачзияи нури сафед ба воситаи призма



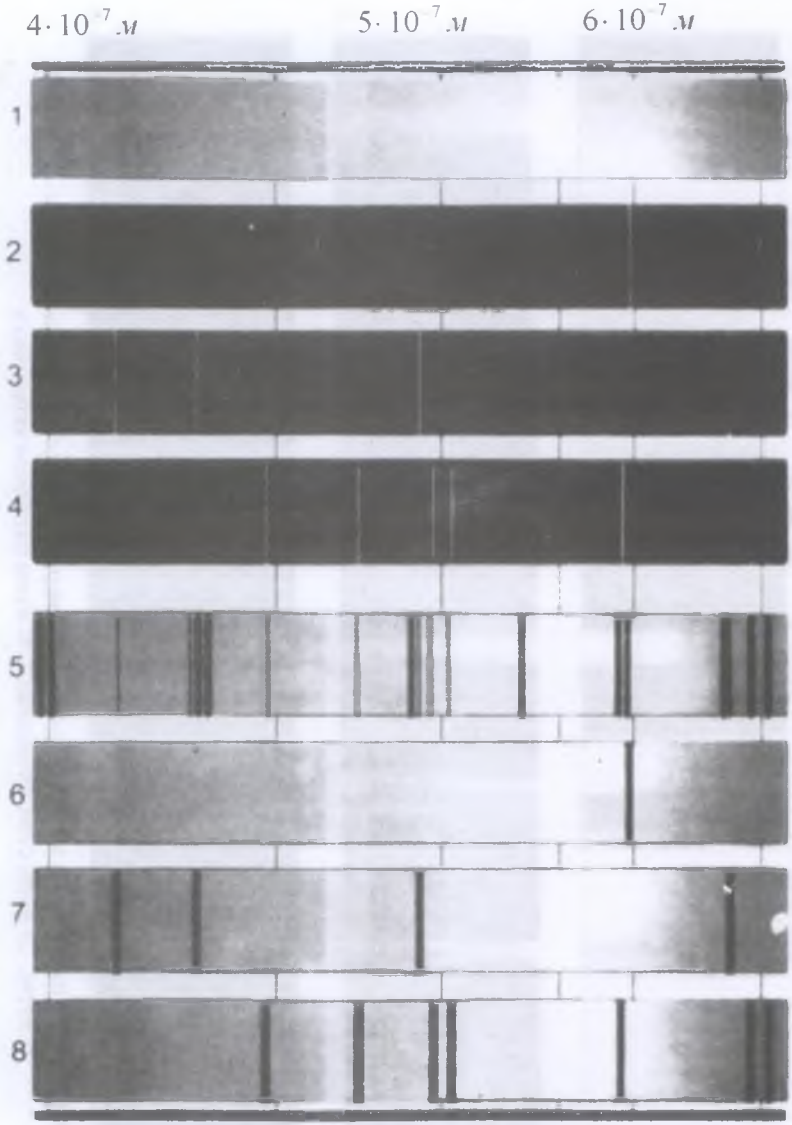
Расми II. Тачзияи нури сафед ва синтези он ба воситаи ду призма.



Расми III. Халқаҳои Нютон дар партави инъикоспудаи сафед (1), сабз (2) ва сурх (3).



Расми IV. Спектрҳое, ки ба воситаи панҷараи дифраксионӣ ҳосил карда шудаанд
1- нури, 2- нури сурх як басомад, 3- нури бунафши якбасомад.



Расми V. Спектрҳои афканиш:
1 – бефосила; 2 – натрий; 3-гидроген.
Спекрҳои фурубурд: 5 - партави офтоб; 6 - натрий;
7 - гидроген; 8 - гелий.

КОРҲОИ ЛАБОРАТОРӢ

1. ОМӮХТАНИ ҲОДИСАИ ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

Мақсади кори лабораторӣ: санҷидани шарти риоя шудани қоидаи Ленс.

Лавозимотҳои зарурӣ: Миллиамперметр, манбаи ҷараён, ғалтакҳои дорои дилак, магнити камоншакл, туғмакалиди электрикӣ, симҳои пайвасткунанда, қутбнамо (ё ақрабаки магнитӣ), реостат.

Омода кардани асбобҳо:

1. Дар яке аз ғалтакҳо магзаи оҳанин андозед ва онро бо ғайка маҳкам кунед. Ин ғалтакро ба миллиамперметр, реостат ва калид ба манбаи ҷараён пайвандед. Калидро пайваста, ба воситаи қутбнамо қутбҳои магнитии ғалтаки ҷараёндорро муайян кунед. Мушоҳида кунед, ки дар ин маврид ақрабаки миллиамперметр ба кадом тараф майл мекунад. Минбаъд ҳангоми иҷро кардани кори лабораторӣ дар бораи мавқеъи қутбҳои магнитии ғалтаки ҷараёндор аз рӯи самти майли ақрабаки миллиамперметр хулоса баровардан мумкин аст.
2. Реостат ва калидро аз занҷир ҷудо кунед. Миллиамперметрро бо ғалтак ба ҳамон тартиби пешинаи пайвасти шохаҳои занҷир пайвандед.

Тартиби иҷрои кор:

1. Дилаки оҳанинеро ба яке аз қутбҳои магнити камоншакл наздик баред ва онро ба ғалтак дароред ва дар ин ҳолат рафтори ақрабаки миллиамперметрро мушоҳида кунед.
2. Мушоҳидаро барои мавриди аз ғалтак берун кашидани дилак ва мавриди иваз кардани қутби магнит такрор кунед.
3. Дар дафтаратон тарҳи таҷрибаро кашед ва шарти риоя шудани қоидаи Ленсро барои ҳарду маврид санҷед.
4. Ғалтаки дуюмро дар назди ғалтаки якум тавре ғузоред, ки онҳо ҳаммеҳвар оянд.
5. Дилакҳои оҳаниро дар даруни ғалтакҳо ҷой диҳед ва ғалтаки дуюмро ба воситаи калид ба манбаи ҷараён пайвандед.
6. Калидро пайваст намудаю кушода, майли ақрабаки миллиамперметрро мушоҳида кунед.
7. Нақшаи таҷрибаро кашида, шарти риоя шудани қоидаи Ленсро санҷед.

2. МУАЙЯН КАРДАНИ НИШОНДИҲАНДАИ ШИКАСТИ ШИША

Мақсади кори лабораторӣ: муайян кардани қобилияти шуоъшикании лавҳаи шишагине, ки шакли трапетсия дорад.

Лавозимотҳои зарурӣ: лавҳаи шишагини шакли трапетсия дошта, чароғи электрикӣ, калид, вараки ношафофи сӯрохидошта, батарея, вараки коғази тақсимоти миллиметрӣ дошта, хаткашак, паргор.

Тартиби ичрои кор:

Ба яке аз рӯяҳои лавҳаи шишагин дастаи борики рӯшноиро ба таври мойл равона кунед. Ин даста дар мавриди аз лавҳа гузашган ду бор мешиканад. Ба сифати манбаи рӯшноӣ чароғи электрикиеро истифода намоед, ки тавассути калид ба ягон манбаи ҷараён пайваст аст. Дастаи борики рӯшноӣ аз нури чароғ ба воситаи варақаи ношаффофе ҷудо карда мешавад, ки он сӯрохе дорад. Ғафсии дастаи рӯшноиро аз ҳисоби каму зиёд кардани масофаи байни чароғ ва лавҳаи сӯрохдор тағйир додан мумкин аст.

Қобилияти шуоъшикании шиша нисбат ба ҳаво ин тавр ёфта мешавад:

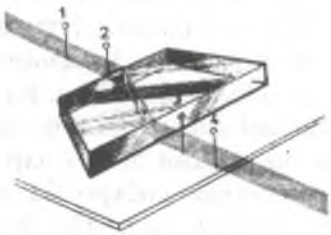
$$\mathbf{n}=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\mathbf{a|b}$$

ин ҷо α - кунҷест, ки рӯшноӣ таҳти он аз ҳаво ба шиша мезанад; β - бошад, кунҷи шикасти рӯшноӣ (дар шиша) аст.

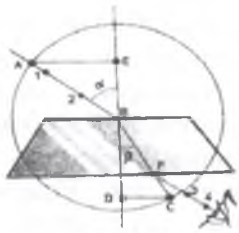
Нисбати сунусҳоро ин тавр меёбанд. Пеш аз он ки дастаи рӯшноӣ ба лавҳаи шишагин равона карда шавад, лавҳаро дар рӯи вараки коғази тақсимоти миллиметрӣ дошта тавре гузоред, ки яке аз рӯяҳои параллели он бо хати пешакӣ нишонашудаи рӯи коғаз ҳамҷо ояд. Ин хат сарҳади ҷудоии ҳарду муҳит (ҳаво – шиша)-ро ифода мекунад. Баъд бо калами тез баробари рӯяи дуюми мувозӣ хат кашед – ин хат сарҳади ҷудоии шиша – ҳаворо ифода мекунад.

Баъд шишаро дар ҳамин ҳолат нигоҳ дошта, ба рӯяи аввали он дастаи борики рӯшноиро таҳти ин ё он кунҷ равона созед. Дар роҳи рафти дастаи ба шиша зананда рӯшноӣ ва шуъои аз он бароянда бо калами тез чанд нуқтаро гузоред (нуқтаҳои **1,2,3,4 дар рас.1**). Баъд аз ин чароғро хомӯш намуда, шишаро аз рӯи коғаз гиред ва бо ёрии хаткашак шуоъҳои ба шиша зананда, аз он бароянда ва шикастаро дар рӯи коғаз тасвир

созед. (**рас.2**). Аз тариқи нуқтаи В-и сарҳади ҳаво- шиша хати амудӣ кашед ва кунҷҳои афтишу шикаст (α ва β)-ро сабт кунед. Баъд ба воситаи паргор дар гирди нуқтаи В (марказ) давраи радиусаш **R** ва аз нуқтаҳои А ва С перпендикулярҳои АЕ ва CD – ро кашед. Дар натиҷа секунҷаҳои росткунҷаи АВЕ ва **CBD** ҳосил мешаванд.



Рас.1



Рас.2

Азбаски **sinα** =AE/AB **sin β** =CD/BC ва AB=BC= **R** мебошанд, нас формулаи муайян кардани нишондиҳандаи шикасти шиша шакли зайл мегирад:

Sinα = a|R ва sin β = b|R , ки a = AE, b =CD мебошад. бинобарин нишондиҳандаи шикаст:

$$n = \sin\alpha / \sin\beta = a / b$$

Дарозии порчаҳои АЕ ва **DC**-ро аз рӯи коғази миллиметрӣ ё бо ёрии хаткашак ёбед.

1. Барои сабти натиҷаҳои санҷиш дар дафтаратон инғуна ҷадвалро созед:

AE =a, мм	**CD =b, мм**	**n = a / b**

2. Дар бораи ба кунҷи афтиш вобаста будан ё набудани нишондиҳандаи шикасти шиша хулоса бароред.

3. ЧЕН КАРДАНИ ДАРОЗИИ МАВҶИ РӮШНОӢ.

Максади кори лабораторӣ: муайян намудани дарозии мавҷи рӯшноӣ.

Лавозимотҳои зарурӣ: панҷраи дифраксионии давраш 1 мм, лавҳаи сиёҳи рогдор, чароғи электрикӣ ё шамъ

Барои мӯайян кардани дарозии мавҷи рӯшноӣ панҷараи дифраксионии давраш 1/100 мм ё 1/10 мм истифода мешавад (даври панҷара дар рӯи он сабт шудааст). Панҷараи дифраксионӣ қисми асосии дасттохи дар расми 3 тасвирёфта мебошад. Панҷараи 1 дар пояи 2 ва дар навбати худ, ин поя дар нӯги ҷадвали 3 маҳкаманд. Лавҳаи сиёҳи рогдор, ки бо раками 4 ишорат шудаасту роғи он бо раками 5, низ дар рӯи ҳамин ҷадвал ҷой дода мешавад. Лавҳаи сиёҳро ба қади ҷадвал пасу пеш ҳаракат додан мумкин аст. Ин имкон медиҳад, ки масофаи байни лавҳа ва панҷара тағйир дода шавад. Ҳам ҷадвал ва ҳам лавҳаи сиёҳ шкалаи таксимоти миллиметрӣ доранд. Ин дасттоҳ дар штатив(поя)-и 6 маҳкам карда шудааст.

Агар аз тариқи панҷара ва рог ба манбаи рӯшноӣ (чароғи электрикӣ ё шамъ) нигарем, дар заминаи сиёҳи лавҳаи рогдод (ки дар ин марид чун экран хидмат мекунад) мебинем, ки дар ҳарду тарафи рог спектрҳои тартиби якум, дуюм ва г. ба вуҷуд меоянд.

Дарозии мавҷ λ ин тавр ёфта мешавад: $\lambda = d \sin\varphi / к$



Рас. 3



Рас. 4

ки ин ҷо d- даври панҷара, к — тартиби спектр ва φ - кунҷе, ки таҳти он максимуми рӯшноии дорои ин ё он ранг менамояд.

Азбаски кунҷхои биниши максимумҳои тартиби 1 ва 2 на бештар аз 5^0 мебошанд, пас, ба ҷои сунуси ин кунҷхо тангенсҳои онҳоро истифода кардан мумкин аст. Аз расми 4 аён аст, ки $\mathbf{tg\varphi = b/a}$ мебошад. Масофаи а-ро, ки фосилаи байни панҷараву экранро ифода мекунад, аз рӯи ҷадвал ба ҳисоб мегиранду масофаи байни рог ва максимуми интихобшуда (b)-ро аз рӯи ҷадвали дутарафаи экран.

Бинобар ин, формулаи ниҳоӣ барои муайян кардани дарозиии мавҷ шакли зайл мегирад:

$$\lambda = d\, b / ka$$

Тартиби иҷрои кор:

1. Барои сабти натиҷаҳои санҷиш ва ҳисобкунии онҳо вараке омода созед.
2. Дастгоҳи таҷрибаро омода созед: экранро 50см дур аз панҷара қарор дихед.
3. Аз тариқи панҷара ва роғи лавҳаи сиёҳ сӯи манбаи рӯшноӣ нигариста, панҷараро дар ҷои худ тавре лағзонед, ки спектрҳои дифраксионӣ ба шкалаи экран паралел оянд.
4. Дарозии мавҷи нури сурхро дар спектри тартиби якум барои ҳарду тарафи роғи экран ҳисоб кунед. Қимати миёнаи натиҷаҳои санҷишро муайян кунед.
5. Ҳамин амалро барои нури бунафш такрор кунед.
6. Натиҷаҳои хосилшударо бо дарозии мавҷи нурҳои сурх ва бунафше, ки дар вараҳаи ранги V, I оварда шудааст, муқоиса кунед.

4. МУШОҲИДАИ СПЕКТРҲОИ БЕФОСИЛА ВА РАХ – РАХ.

Мақсади кори лабораторӣ: Бо ёрии найчаҳои бо гидроген, неон ё гелий пур кардашуда ва дастгоҳи проексионӣ мушоҳида намудани спектрҳои бефосила ва рах – рах.

Таҷҳизот: Дастгоҳи проексионӣ, найчаҳои спектрии бо гидроген ва гелий пур кардашуда, индуктори баландшиддат, манбаи ҷараён, поя(штатив), ноқилҳои пайвасткунанда, лавҳачаи шишагини лаббурида.

Тартиби иҷрои кор:

1. Лавҳачаро дар рости чашми худ мавқеи уфуқӣ дихед. Аз тариқи рӯяҳое, ки байни худ кунҷи 45^0 ташкил медиҳад, дар пардаи намоиш рахи рӯшани амудиеро мушоҳида кунед, ки тасвири роғи дастгоҳи проексионӣ бошад.

2. Рангҳои асосии спектри ҳосилшударо дар дафтар бо ҳамон тартибе, ки мушоҳида мешаванд, сабт кунед.

3. Таҷрибаро барои мавриди истифода шудани рӯяҳое такрор кунед, кунҷи байнашон 60^0 аст. Спектри ҳосилшударо бо спектри пешина муқоиса кунед.

4. Найчаи бо гидроген пур кардашударо даргиронда, нури онро аз тариқи рӯяҳои лавҳачаи шишагин мушоҳида карда, рӯшантарин раҳҳои спектри ҳосилшударо дар дафтар сабт намоед.

5. Ин амалро барои найчаҳои гелийдор ва неондор такрор кунед.

5. ОМӮЗИШИ ИЗИ ЗАРРАҲОИ ЗАРЯДНОК.

Мақсади кори лабораторӣ: муқоиса намудани изи зарраи номаълум бо изи зарраи маълум.

Лавозимотҳои зарурӣ: сурати фотографии тайёр, ки дар он изи протон (хати I) ва зарраи номаълум (хати I I) тасвир ёфтааст, хаткашак, қоғаз, қалам.

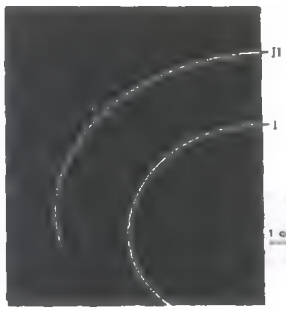
Барои иҷрои кардани кори лабораторӣ сурати фотографии тайёр(расми5) истифода мешавад, ки дар он изи протон (хати I) ва зарраи номаълум (хати I I) тасвир ёфтааст. Ин сурат дар камераи дар майдони магнитӣ воқеъшудаи Вилсон гирифта шудааст. Хатҳои индуксияи майдони магнитӣ амудан ба ҳамвории сурат равонаанд. Сурьатҳои ибтидоии ҳарду зарра якхела ва ба канори сурат амудан равона мебошанд.

Барои ташбеҳи зарраи номаълум заряди электрикии хоси онро бо заряди хоси протон муқоиса кардан лозим аст. Ин дар мавриде осон хоҳад буд, ки радиуси изҳои ҳарду зарраро барои қитъаҳои аввали изҳо чен ва муқоиса намоем. Дар ҳақиқат барои зарраи электроне, ки амудан ба вектори индуксияи майдони магнитӣ ҳаракат мекунад, ин тавр навиштан мумкин аст:

$$qB\vartheta = \frac{m\vartheta^2}{R} \quad ё \quad \frac{q}{m} = \frac{\vartheta}{BR}$$

Аз ин формула аён аст, ки нисбати зарядҳои хоси зарраҳо ба нисбати чаппаи радиусҳои траекторияҳои онҳо баробар мебошад.

Радиуси каҷии изи зарраро ин тавр муайян кардан мумкин аст. Дар рӯи сурати **рас. 5** коғази шаффоф ё нимшаффофе гузошта, тасвири изҳоро ба он мегузаронанд.



Расми 5.



Расми 6.

Баъд, чунонки дар **рас. 6** омадааст, аввал ду хорда ва баъд аз мобайни ҳар яки онҳо хати амудӣ (перпендикуляр) мекашанд. Нуқтаи бурриши ин хатҳо маркази давраро ифода мекунад. Радиуси онро бо хаткашак чен мекунанд.

Тартиби иҷрои кор:

1. Барои сабти натиҷаҳои санҷиш дар дафтаратон «Ҷадвали натиҷаҳо»- ро созед.
2. Изи зарраҳоро аз сурати фотографӣ ба коғазӣ шаффоф (ё нимшаффоф) гузаронед.
3. Радиуси каҷии қитъаҳои аввали изи зарраҳоро (аз рӯи коғази шаффоф) чен кунед.
4. Зарядҳои хоси зарраи номаълум ва протонро муқоиса кунед. Зарраи номаълумро ташбеҳ кунед.

Вайсиддини Зайниддин

ФИЗИКА
11

Мураттиб: Вайсиддини Зайниддин
Муҳаррирон: Доктори илмҳои техникӣ, профессор. Сафаров М. А. Хидиров
Муқарриз: Ҳ. Ҷумъаев

Ба чопаш 16. 07. 2009 имзо шуд. Андозаи қоғаз 60х90 1/16.
Чопи офсетӣ. Қоғази офсетӣ. Гарнитураи Times New Roman Tj
Ҷузъи чопӣ 21,5. Адади нашр 5000 нусха.

ООО «ГРАФ ПОЛИГРАФ»

376