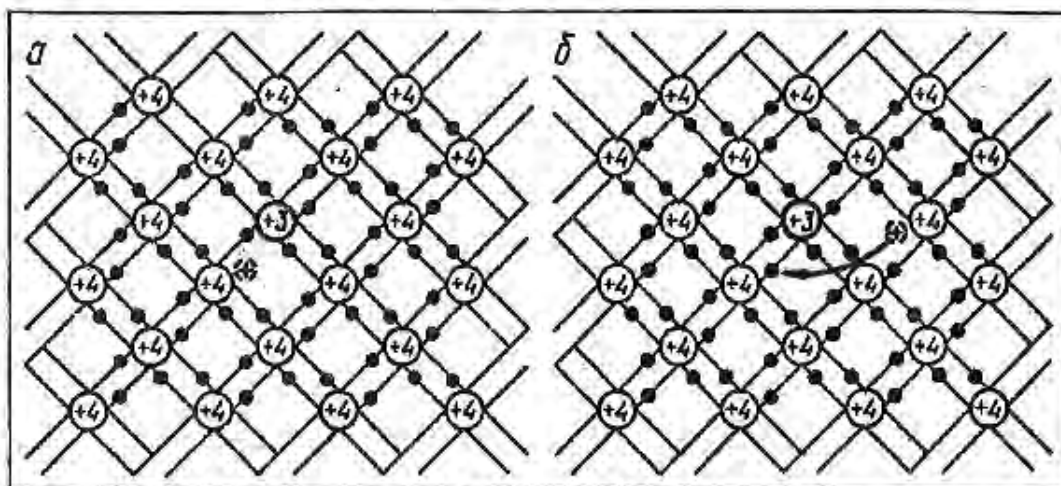


навъи p^*) – ро ташкил медиҳанд.

Ғашҳое, ки электронҳои худро бо осонӣ дода, дар нимноқил шумораи электронҳои озодро зиёд мекунанд, ғашҳои донорӣ номида мешаванд.

Нимноқилҳои навъи – p. Ноқилияти германий ё силитсийро инчунин бо ёрии ғашҳои моддаҳои севалента, масалан, бор (B) зиёд кардан мумкин аст. Дар ин вақт ҷараёни нимноқил на аз ҳаракати зарядҳои манфӣ, балки аз ҳаракати зарядҳои мусбат вобаста мешавад. Ин қабил



Расми 187

нимноқилҳоро нимноқили навъи – p^{**} меноманд.

Ҳангоми ба силитсий илова намудани атоми бор се электрони валентии он бо се атоми ҳамсои силитсий дар алоқаи ковалентӣ мешаванд (расми 187,а). Бо электрони чоруми силитсий бошад, ягонто аз атомҳои ҳамсои бор алоқа надоранд, чунки вай электрони валентии чорумро надорад. Яке аз атомҳои наздиктарини силитсий метавонад электрони валентии худро диҳад ва атоми борро ба атоми чоруми силитсий алоқаманд созад. Сипас дар атоми силитсий, ки электрони худро дод, заряди барзиёди мусбат – «сӯроҳӣ» ҳосил мешавад (расми 187,б). Шумораи чунин «сӯроҳӣ»-ҳои иловагӣ аз он вобаста аст, ки ба кристалли силитсий чанд атоми бор дохил мегардад.

Дар нимноқили навъи – p «сӯроҳӣ»-ҳо барандагони асосии ҷараён, вале электронҳо барандагони ғайриасосӣ ҳисоб мешаванд.

Нишон додан душвор нест, ки бо роҳи ба силитсий каме илова кардани омехтаи моддаҳои панҷвалента ё севалента шумораи барандагони озоди ҷараён-электронҳо ё «сӯроҳӣ»-ҳо якбора меафзояд.

Ҳисоботи номураккаbero гузаронида, ба ин боварӣ ҳосил кардан мумкин аст.

Дар 1 м^3 силитсий ба ҳисоби миёна 10^{28} атом вучуд дорад. Дар шароити муқаррарӣ миқдори электронҳои озод дар ин ҳаҷм, тавре ки

* *Аз калимаи negativ - манфӣ*

** *Аз калимаи positiv - мусбат*

таҷрибавӣ муқаррар шудааст, $n=10^{17} \text{ м}^{-3}$ аст. Пас ба ҳар сад миллиард атомҳои силитсий як электрони озод рост меояд. Ба хотир меорем, ки дар филизот тақрибан ба ҳар як атом як электрони озод рост меомад.

Фарз кунем, ки ҳамагӣ 1% атоми силитсийро атомҳои марғи муш иваз мекунам. Дар 1% омехтаи марғи муш 0,01 ҳисса аз 10^{28} , яъне 10^{26} атомҳои дар 1 м^3 буда ҷойгир мешаванд. Агар ҳисоб кунем, ки ҳар як атоми марғи муш як электрони нақлқунанда медиҳад, пас миқдори чунин электронҳои бо омехта алоқаманд 10^{26} м^{-3} -ро ташкил медиҳанд. Ин назар ба миқдори электронҳо дар силитсийи тоза 10^9 , яъне миллиард маротиба зиёд аст. Пас муқовимати хоси нимноқилҳо мутаносибан ҳамин қадар кам мешавад.

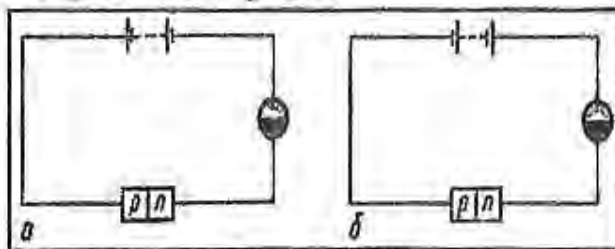
❓ Саволҳои санҷишӣ

1. Гаши ба нимноқили германий иловашаванда барои а) ноқилияти электронӣ; б) ноқилияти «сӯрохӣ» доштани бояд чӣ гуна валентнокӣ дошта бошад?

2. Барои чӣ миқдори нозизи омехтаи моддаи панҷвалента ё севалента дар силитсий ноқилияти онро яқбора зиёд мекунад?

§ 81. Ноқилияти яктарафаи қабати тамосӣ

Аз хосияти тамоси (контакт) байни нимноқилҳо, ки бо навъҳои n ва p аз якдигар фарқ мекунам, ҳангоми татбиқи амалии онҳо васеъ истифода мебаранд.



Расми 188

Нимноқили кристаллиро, ки ба тӯфайли иловаи гашҳои мувофиқ ноқилияти намудҳои n ва p -ро ташкил додаанд, ба занҷир пайваст мекунам. Маълум мегардад, ки ҳангоми тағйирдиҳии

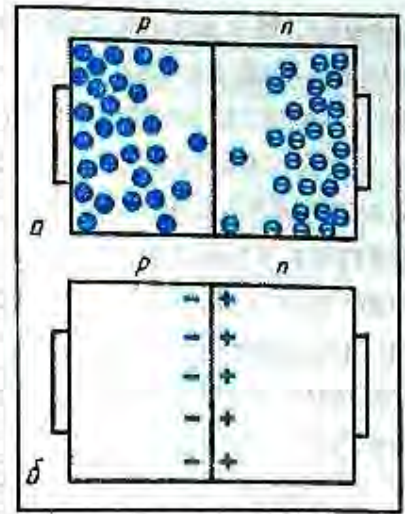
қутбҳои ҳамон як манбаъ дар чунин дастгоҳи нимноқилӣ дар як маврид ҷараён мегузарад (расми 188,а), дар мавриди дигар тамоман ҷараён намегузарад (расми 188,б). Ин аз он гувоҳӣ медиҳад, ки қитъаи тамосии нимноқилҳои навъи n ва p хосияти аҷиб дорад. Яъне муқовимати он ба як самти ҷараён нисбат ба дигараш чандин ҳазорҳо маротиба зиёд аст.

Сабаби ин ҳодисаҳоро шарҳ медиҳем. Барои ин муқаррар намудан лозим аст, ки дар ҳудуди қабати нимноқилҳои «сӯрохӣ» ва «электронӣ» чӣ ҳодиса рӯй медиҳад?

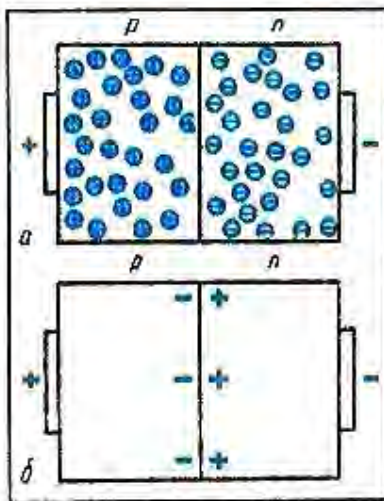
Электронҳо дар ҳаракати ҳароратии нимноқили навъи n иштирок намуда, аз ҳудуди нимноқилии навъи p мегузаранд, яъне бо «сӯрохӣ»-ҳо омехта мешаванд. Айнан ҳамин тавр «сӯрохӣ»-ҳо ба нимноқили навъи n гузашта, бо электронҳо омехта мешаванд. Ин ҳодиса мисли он сурат мегардад, ки атомҳои маҳлули ғализ бо маҳлули нисбатан тунук омезиш меёбанд.

Дар натиҷаи даррафт зарядҳои озод дар қитъаи тамосӣ кам мемонанд, дар нимноқилҳои навъи n миқдори электронҳо ва дар нимноқилҳои навъи p миқдори «сӯроҳӣ»-ҳо кам мешавад (расми 189,а). Аз ин рӯ муқовимати қитъаи тамосӣ меафзояд.

Дар натиҷаи даррафти электронҳо ва «сӯроҳӣ»-ҳо ҳангоми гузариши p - n ноқили электронҳо ҳамчун мушбат ва ноқили «сӯроҳӣ»-ҳо ҳамчун раванда манфӣ заряднок мегарданд (расми 189,б). Дар байни ин ду қабати зарядҳо майдони электрикӣ пайдо мешавад, ки барои даррафти минбаъдаи барандагони асосии ҷараён монеа мешаванд ва ҳангоми ягон қимати шадидияти ин майдон даррафт пурра қатъ мегардад.



Расми 189

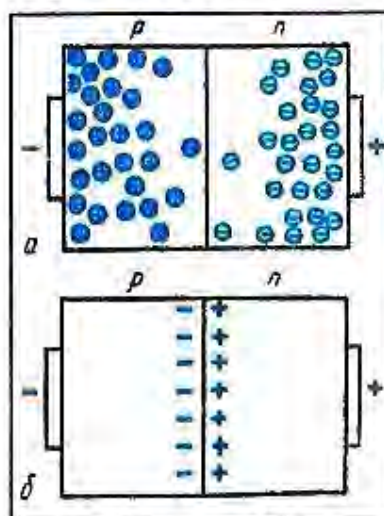


Расми 190

Акнун нимноқили гузариши p - n доштаро ба манбаи ҷараён чунон пайваст мекунем, ки соҳаи электрони он ба қутби манфӣ ва соҳаи «сӯроҳӣ»-и он ба қутби мушбати манбаъ мувофиқ ояд.

Дар ин маврид майдони электрикӣ манбаи ҷараён сабаби дар ҳар ду тарафи қитъаи тамосӣ бештаршавии миқдори барандагони асосии заряд мешавад (расми 190,а). Дар натиҷа шадидияти майдони байни нимноқилҳои p ва n суст мешавад (расми 190,б) ва аз қабати тамосӣ ҷараёни муайян мегузарад.

Агар баръакс, нимноқили электрониро ба қутби мушбат ва «сӯроҳӣ»-ро ба қутби манфӣ манбаи ҷараён пайваст кунем, барандагони асосии ҷараён дар ҳар як нимноқил аз қитъаи тамосӣ ба самтҳои муқобил ҳаракат мекунанд (расми 191, а). Барандагони асосии ҷараён дар қитъаи тамосӣ кам гашта, шадидияти майдони гузариши p - n меафзояд (расми 191, б). Дар ин маврид муқовимати қитъаи тамосӣ меафзояд ва ҷараёни гузаранда хеле суст мешавад.



Расми 191

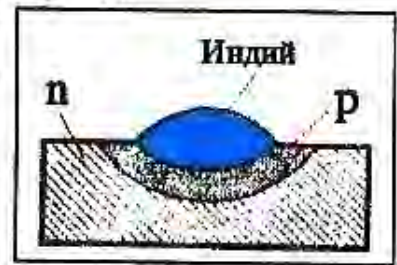
Ҳамин тариқ, тамоси ду нимноқили ноқилияти гуногундошта хосияти ба як тараф хеле хуб гузаронидани ҷараён, яъне ноқилияти яктарафа дорад.

Ноқилияти яктарафаи гузариши p - n дар росткунакҳои ҷараёни тағйирёбанда истифода бурда мешавад.

Диоди нимноқилӣ. Қисми асосии росткунаки нимноқилӣ асбобест, ки қитъаи гузариши p - n

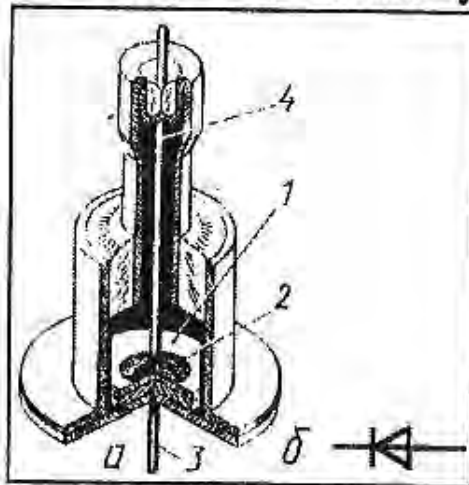
дорад. Ин асбоб диоди нимноқилӣ аст. Диоди ҳозиразамонро бештар аз германий ва силитсий месозанд, ки дар онҳо иловаи ғашҳои мувофиқ ноқилияти электронӣ ва «сӯроҳӣ»-ро ба вуҷуд меоранд.

Масалан, агар ба лавҳаи аз германий сохташуда, ки ноқилияти электронӣ дорад, қатраи ғудохтаи индийро чаконем (расми 192), пас қабати сатҳи германий, ки ба он атомҳои индий дохил шудаанд, ба нимноқили «сӯроҳӣ»-гӣ табдил меёбад ва дар байни онҳо гузариши p-n ба вуҷуд меояд.

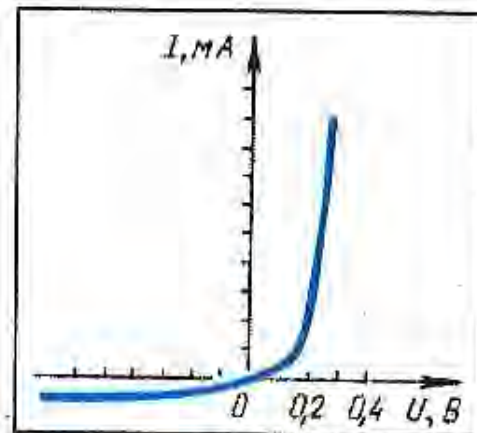


Расми 192

Дар расми 193 (а) сохти яке аз диодҳои аз германий сохташуда ва ишорати шартии он нишон дода шудааст (Расми 193, б). Қисми асосии диодро лавҳаи аз германий тайёршудаи 1, ки ғудохтаи индий (2) дорад, ташкил медиҳад ва он дар баданаи (корпус) филизии аз таъсири беруна муҳофизаткунанда ҷойгир шудааст. Ба германий ва индий баромадҳои 3 ва 4-и аз бадана изолятсияшуда пайваस्त мешаванд.



Расми 193



Расми 194

Вобастагии қувваи ҷараёни аз нимноқил гузаранда ва шиддати ба он гузошташуда, яъне тавсифоти волтампери он дар расми 194 нишон дода шудааст.

❓ Саволҳои санҷишӣ

1. Гузариши p-n-ро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
2. Гузариши p-n чӣ гуна ҳосиятҳо дорад?
3. Ҳангоми чӣ гуна пайваस्तшавӣ гузариши p-n дорои муқовимати кам аст ва дар кадом маврид муқовимати зиёд дорад?
4. Диоди нимноқилӣ ва реостат дар қутбҳои якхела ҷойгиранд ва аз қутбҳои ҳар кадоми онҳо дутогӣ сим берун бароварда шуда бошанд, аз манбаи ҷараён истифода бурда, қутби дар он диодбударо чӣ тавр муайян бояд кард?

§ 82. Триоди нимноқилӣ – транзистор

Шубҳае нест, ки Шумо оид ба транзисторҳо чун қисми асосии асбобҳои радио ва телевизион шунидаед. Транзистор* дастгоҳест, ки аз ду гузариши p-n иборат мебошад.

Ғашҳои мувофиқро дар кристалли германий ё силитсий истифода бурда, дар байни ду қитъаи ноқилияти навъи p дошта қабати ноқилияти навъи n доштара чойгир мекунанд, ки он база ном дорад (расми 195, а).

Яке аз соҳаҳои ҷудошудаи база эмиттер, дигаре – коллектор ном доранд. Ҳамин тариқ, дар байни эмиттеру база, инчунин коллектору база ду гузаргоҳи p-n ба вуҷуд оварда мешавад, ки онҳо зарядро ба самтҳои муқобил мегузаронанд. Дар расми 195,б аломати шартии транзистор нишон дода шудааст. Занчире, ки ба он эмиттер ва база дохил мешаванд, занҷири эмиттер ва занчире, ки ба он база ва коллектор васл мешаванд, занҷири коллектор номида мешаванд.

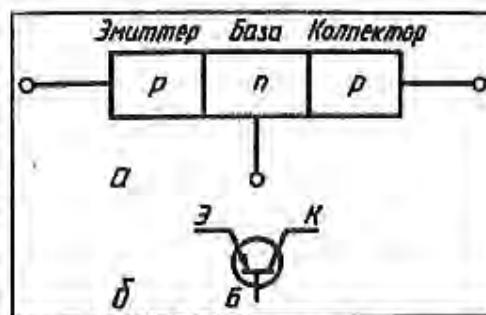
Ҳар ду гузаргоҳҳои p-n-ро ба ду манбаи ҷараён васл мекунанд (расми 196).

Вақте ки занҷири эмиттер кушода аст, ҷараёни занҷири коллектор ночиз аст.

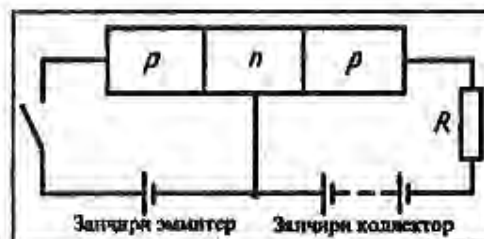
Амали пурқувваткунаки транзисторӣ. Қувваи ҷараён дар эмиттер ва коллектор қариб як хел аст. Ин бо он шарҳ дода мешавад, ки қисми (то 95%) зиёди «сӯроҳӣ»-ҳои аз эмиттер ба база гузаронида ба коллектор мераванд, чунки база қабати тунук аст ва аз он «сӯроҳӣ»ҳо бо таъсири майдон аз байни электронҳои база бемалол мегузаранд.

Аз ин сабаб ҳангоми бо ёрии манбаи ҷараёни тағйирёбанда дар занҷири эмиттер тағйир додани қувваи ҷараён, дар занҷири коллектор низ ба ҳамон дараҷа тағйирот ба амал меояд. Ин хусусияти транзисторро барои дар занҷири коллектор идоракунии ҷараён истифода бурдан мумкин аст. Барои ин ба занҷири коллектор резистори муқовиматаш зиёдро пайваст мекунанд. Баъд аз ин тағйирёбии ночизи шиддат дар занҷири эмиттер метавонад тағйирдиҳии шиддатро дар резистор ба миён орад, чунки ҳангоми якхела будани қувваи ҷараён дар эмиттер ва коллектор шиддатҳои онҳо ба муқовиматҳояшон мутаносибанд. Амали пурқувваткунандаи транзисторӣ аз ҳамин иборат аст.

Барои он ки кори транзисторро ҳамчун муқовимати тағйирёбанда



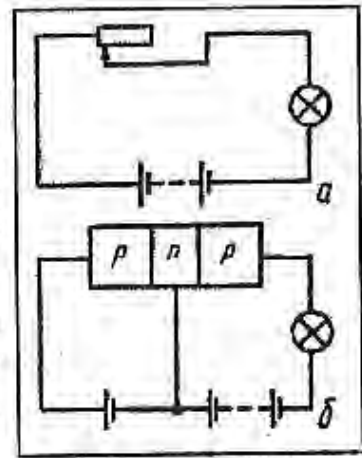
Расми 195



Расми 196

* Калимаи «транзистор» аз калимаҳои transfer - гузаронидан ва resistor - муқовимат ба вуҷуд омадааст.

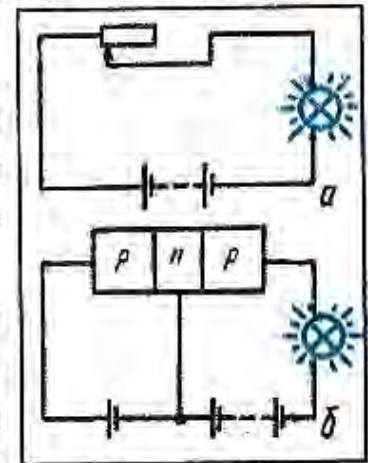
бифаҳмем, занҷири оддиеро муоина мекунем, ки дар он реостат ба сифати муқовимати тағйирёбанда хизмат мекунад ва он дар занҷир ба лампа пайдарпай пайваст шудааст (расми 197,а). Барои ин реостати муқовиматаш нисбат ба муқовимати лампа хеле зиёд бударо мегирем.



Расми 197

Маълум аст, ки шиддати ноқилҳои пайдарпай пайвастшуда ба муқовиматҳои онҳо мутаносиб аст $I = U/R$. Бигузур реостат бо муқовимати пурра ба занҷир васл шуда бошад. Дар ин маврид қисми зиёди шиддат дар муқовимати реостат сарф шуда, қисми хурди он ба лампа мегузарад. Дар натиҷа лампа наметафсад. Мисли ҳамин, дар мавриде, ки занҷири эмиттер сарбаستا нест (расми 197, б), муқовимати қитъаи «база-коллектор» назар ба муқовимати лампа хеле зиёд аст. Дар айни ҳол қисми зиёди афтиши шиддати батарея дар қитъаи «база-коллектор» ва қисми ками он дар лампа ба амал меояд.

Давонаки реостатро ба ҳаракат оварда, муқовиматро дар занҷир кам мекунем (расми 198, а) қисми ками он ба реостат ва қисми зиёди афтиши шиддат дар лампа ба амал меояд ва равшаннокии он зиёд мегардад.



Расми 198

Мисли ҳамин, агар занҷири эмиттерро (расми 198, б) сарбаستا намоем, муқовимати қитъаи «база-коллектор» кам мешавад ва қисми бештари афтиши шиддат дар лампа сабаби равшании зиёди мӯяки он мегардад.

Аз ин ҷо фаҳмида мешавад, ки қитъаи «база-коллектор» дар занҷире, ки лампа дорад, мисли реостат вазифаи муқовимати тағйирёбандаро иҷро менамояд.

§ 83. Татбиқи асбобҳои нимноқилӣ дар техника

Мо ин ҷо танҳо бо баъзе хосиятҳои ҷолиби нимноқилҳо ва асбобҳои нимноқилӣ: термистор, фоторезистор, диод ва транзистор шинос шудем. Асбобҳои нимноқилӣ дар радиотехника, автоматика, телемеханика ва дигар соҳаҳои илму техникаи имрӯза ба таври васеъ истифода мешаванд.

Ҳоло дар радиҳои маснуи Замин ва дар киштиҳои парвозкунандаи байнисайёравӣ батареяҳои офтобӣ шинонда мешаванд, ки онҳо аз ҳисоби энергияи Офтоб энергияи электрикӣ ҳосил мекунанд. Дар як қатор мамлакатҳои дунё лоиҳаи дастгоҳҳои тайёр шуда истодаанд, ки дар онҳо энергияро барои гармкунии хонаҳои истиқоматӣ ба

тавассути батареяҳои дар болои бом мучаҳҳазшуда ҳосил мекунад. Нимноқилҳои гузариншҳои p-n дошта қисми асосии батареяҳои офтобиро ташкил медиҳанд.

Ноил гаштан ба андозаи ниҳоят хурди асбобҳои нимноқилӣ, ки чанд миллиметрро ташкил диҳанд, имконияти ба осонӣ тағйирдиҳии ноқилияти электрони онҳо ва ғайраҳо, қори дарозмуддат, самтҳои ояндаи таҳқиқу татбиқи нимноқилҳоро ташкил медиҳанд.

Академик А. Ф. Иоффе, ки қорҳои ӯ оид ба омӯзиши хосияти нимноқилҳо ба оламиён шиносанд, қалли проблемаҳои техникийи гуногуни ин соҳаро пешбинӣ намуда, навишта буд: «Бо ёрии нимноқил чунин масъалаҳои бунёдии илмӣ, мисли табдили энергияи ҳароратӣ ба энергияи Офтоб ба энергияи электрӣ ва инчунин энергияи электрӣ ба механикӣ ҳал хоҳанд шуд... Қабулкунандаҳои радиои такмилёфта, аппаратҳои ниҳоят мураккаби хабаррасон (сигнализатсионӣ), автоматӣ ва идоракундаи телевизионӣ бо андозаҳои хеле хурд сохта мешаванд».

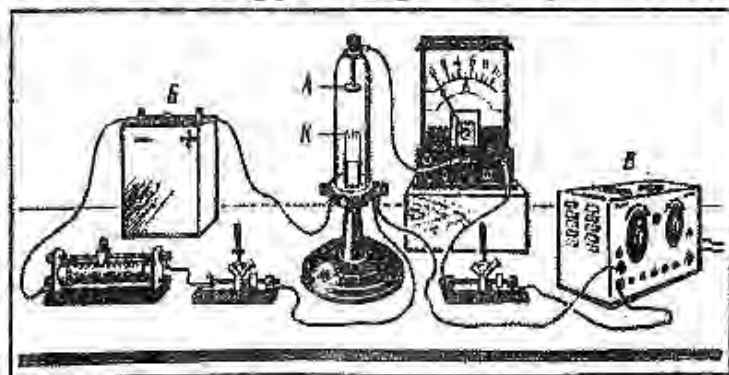
§ 84. Табиати ҷараёни электрӣ дар ҳало (вакуум). Эмиссияи термоэлектронӣ

Лампаҳои радио, қарнаи телевизионӣ ва осциллографи электронӣ асбобҳои мебошанд, ки дар онҳо ҳало ба вучуд оварда мешаванд. Ҳало гуфта ҳолати гази тунуки фишораи ба дараҷае пастро мефаҳманд, ки дар он бархӯрди молекулаҳо амалан ба қайд гирифта намешавад. Чунин гази тунук изолятор буда дар он барандагони заряд вучуд надоранд. Вале ба он барандагони зарядро дохил карда, ошқор қардан мумкин аст, ки вай ба ноқил табдил меёбад. Пас ин қор чӣ тавр муяссар мешавад?

Роҳи муносибтари дар чунин муҳит ҳосил қардани барандагони заряд истифодаи электронҳои озоди филизот мебошад.

Таҷриба нишон медиҳад, ки дар ҳароратҳои баланд филизот аз худ электронҳо қорич мекунад. Ин қордеса эмиссияи термоэлектронӣ ном гирифтааст. Электронҳо инчунин қангоми бо рӯшноӣ равшанкунии сатҳи филизот қанда мешаванд. Ин қордесаро эмиссияи фотоэлектронӣ меноманд. Ва дар охири қангоми ба сатҳи филизот зарраҳои зарядноки серҳаракат (электронҳо, ионҳо ва ғ.) афтидан, вай аз худ электронҳо мебарорад. Инро эмиссияи электрони дуюмӣ меғуянд. Барои ҳосилкунии ҷараёни электрӣ дар ҳало қамай намудҳои эмиссия ба таври васеъ истифода мешаванд.

Таҷриба нишон медиҳад, ки дар ҳароратҳои баланд филизот аз худ электронҳо қорич мекунад. Ин қордеса эмиссияи термоэлектронӣ ном гирифтааст. Электронҳо инчунин қангоми бо рӯшноӣ равшанкунии сатҳи филизот қанда мешаванд. Ин қордесаро эмиссияи фотоэлектронӣ меноманд. Ва дар охири қангоми ба сатҳи филизот зарраҳои зарядноки серҳаракат (электронҳо, ионҳо ва ғ.) афтидан, вай аз худ электронҳо мебарорад. Инро эмиссияи электрони дуюмӣ меғуянд. Барои ҳосилкунии ҷараёни электрӣ дар ҳало қамай намудҳои эмиссия ба таври васеъ истифода мешаванд.



Расми 199

Барои ҳосилкунии ҷараёни электрӣ дар ҳало қамай намудҳои эмиссия ба таври васеъ истифода мешаванд.

Бо қордесаи тавассути эмиссияи термоэлектронӣ дар ҳало ҳосил

кардани чараён шинос мешавем.

Зарфи шишагинеро мегирем, ки ба он электродҳо кафшер шудаанд (расми 199). Яке аз онҳо, ки шакли мӯяки филизӣ (вольфрам)-и К-ро дорад, аз чараёни электрикии батареяи В метафсад. Электроди дигар лавҳаи филизии А ҳисоб мешавад.

Мӯякро ба қутби манфӣ, вале лавҳаи А-ро ба қутби мусбати манбаи баландшиддати В пайваст мекунем. Баъди ин мӯяк ҳамчун катод ва лавҳа ҳамчун анод хизмат мекунад. Галванометри ба ин занҷир пайвастшуда барои ченкунии қувваи чараён хизмат мекунад.

Вақте ки катод тафсон аст, галванометр ягон қувваи чараёно нишон хоҳад дод. Пас маълум мегардад, ки дар байни электродҳо зарраҳои заряднок пайдо шудаанд, ки эҳтимол онҳо аз электроди тафсон (мӯяк) канда шуда бошанд. Онҳо таҳти таъсири майдони электрикӣ аз катод ба анод мекуҷанд.

Бо боварии комил гуфтан мумкин аст, ки мӯяк танҳо зарраҳои заряднокӣ манфӣ, яъне электронҳо хориҷ мекунад.

Барои ин занҷири асосиро тавре тартиб медиҳем, ки акнун мӯяк анод, вале лавҳа катод бошад. Мебинем, ки дар ин ҳолат ақрабаки галванометр майл намекунад. Дар занҷир чараён нест. Набудани чараён дар ин маврид аз он шаҳодат медиҳад, ки электронҳо аз мӯяк ба қафо бар мегарданд.

Эмиссияи термоэлектронӣ раванди бугшавии моеъ ё моддаи сахтро ба хотир меорад. Фақат аз филизи тафсон зарраҳои заряднок-электронҳо, вале аз моеъ молекулаҳои нейтрал (безаряд) хориҷ мешаванд.

Мисли он ки ҳангоми бугшавии моеъ қувваҳои кашиши байни молекулаҳо кори манфӣ иҷро мекунад, ҳангоми аз сатҳи филиз кандашавии электронҳо ҳам таҳти таъсири қувваҳои кашиши байни ионҳои филиз кори манфӣ иҷро мегардад. Онро кори баромад меноманд ва чун бузургии тавсифдиҳандаи филиз (тавре ки гармии бугҳосилкунӣ хосияти моеи додашударо тавсиф медиҳад) хизмат мекунад.

Кори баромад одатан бо электрон-волтҳо чен карда мешавад ва барои аксарияти филизот қиматҳои аз 2 то 6 эВ-ро дорад. Масалан, барои сезий қимати 2,8 эВ, барои нуқра – 4 эВ, барои никел – 4,9 эВ-ро дорад.

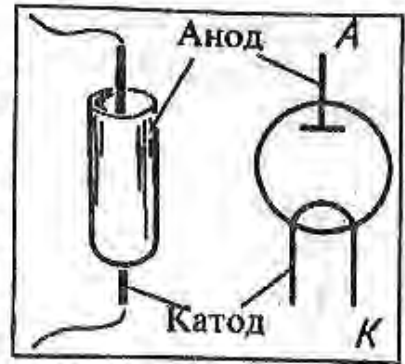
Аз ҳудуди филизот электронҳо берун мебароянд, ки энергияи кинетикии ба кори баромад баробар ё аз он зиёд доранд.

Ҳангоми баландшавии ҳарорат шумораи электронҳои хориҷшаванда меафзояд.

Лампаи дуэлектрода – диод. Асбобе, ки ба тавассути он мо эмиссияи термоэлектрониро ҳосил намудем, асбоби оддитарини ҳалой – лампаи электронии ду электроддошта мебошад. Чунин лампаро диоди ҳалой меноманд. Мӯяки лампа ба сифати катод хизмат мекунад. Ба сифати анод устувонае, ки мӯякро иҳота кардааст (расми 200 аз чап), хизмат мекунад. Аломати шартии диод (дар схемаҳо) дар расми 200 аз

тарафи рост нишон дода шудааст.

Чунон ки гуфтем, аз диод фақат вақте ҷараён мегузарад, ки мӯяки тафсон ба сифати катод хизмат кунад. Ҳангоми тағйири қутбҳои манбаъ ҷараён дар занҷир қатъ мегардад. Аз ин сабаб диоди ҳалой, ки ба занҷири ҷараёни тағйирёбанда пайваस्त шудааст, ҷараёнро танҳо ба як тараф мегузаронад ва яқбора ҷараёни самташ тағйирёбандаро ба ҷараёни самташ доимӣ табдил медиҳад. Ин хусусияти асосии диод дар техника татбиқи васеъ дорад.



Расми 200

Суръати электронҳо дар асбобҳои ҳалой. Ҷараён дар ҳало аз филизот бо он фарқ мекунад, ки дар ҳало электронҳо дар байни электродҳо ҳаракат карда, бо зарраҳои дигар бархӯрд надоранд. Барои ҳамин ҳам таҳти таъсири майдони электрикӣ электронҳо то ба анод расидан бефосила шитоб мегиранд. Масалан, агар шиддати байни электродҳо $U=100\text{В}$ ва $\mathcal{G}_0 = 0$ бошад, пас энергияи кинетикии

электронҳо $\frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2}$ ба қори қўчиши электронҳо eU баробар мешавад:

$$\frac{m_0 \mathcal{G}^2}{2} = eU$$

$$\text{Аз ин ҷо } \mathcal{G} = \sqrt{\frac{2Ue}{m_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100\text{В} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ Кл}}{9,1 \cdot 10^{-31}\text{ кг}}} \approx 6 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

ҳосил мешавад.

Ин суръат назар ба суръати ҳаракати ботартиби электронҳо дар филизот даҳҳо миллион маротиба зиёд аст.

❓ Саволҳои санҷишӣ

1. Эмиссияи термоэлектронӣ чист?
2. Боз кадом тарзҳои эмиссияи электрониро медонед?
3. Қори баромад чист?
4. Оид ба хосияти асосӣ ва татбиқи диод маълумот дода метавонед?

⚠️ Машқи 37

1. Қори баромади электрон аз ҳулаи сезий ва волфрам ба $1,8\text{эВ}$ баробар аст. Барои ин ҳуларо тарқ кардан бояд электрон чӣ қадар суръат дошта бошад? Массаяи электрон $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ кг}$.
2. Барои аз ҳудуди сатҳи: а) сезий; б) нуқра кандашавии электрон ба вай

чӣ қадар суръати камтарин зарур аст?

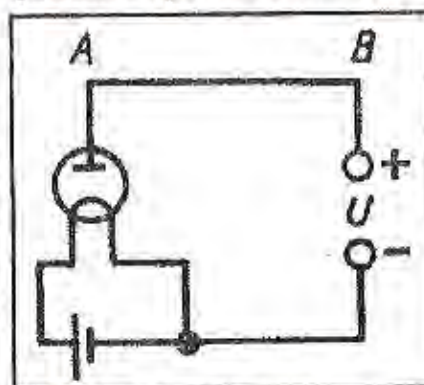
3. Аз рӯи маълумоти ҷадвали зер тавсифоти волтампери диоди халогенро созед.

Ҷадвали 5.

I, mA	0	2	6	10	15	25	25	25
U, V	0	10	20	30	40	50	60	70

Магар ҷараёни аноди ба Қонуни Ом итоат мекунад? Барои чӣ ҳангоми тағйирёбии шиддат аз 50 то 70В қувваи ҷараён дар анод бетағйир мемонад?

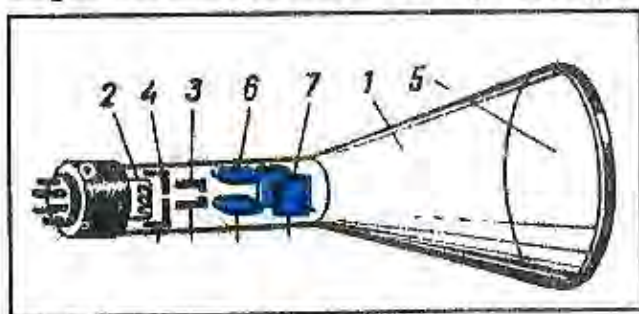
4. Қувваи ҷараёне, ки аз диоди халой ва симҳои буришашон $0,8 \text{ мм}^2$ мегузарад, 200 мА ва шиддати лампа $U=180\text{В}$ бошад, суръати миёнаи ҳаракати электронҳоро дар байни электродҳои лампа ва дар нокили АВ (расми 201) муқоиса намоед. Миқдори электронҳоро дар нокил 10^{28} м^{-3} ва суръати ибтидоии онҳоро сифр қабул намоед.



Расми 201

§ 85. Карнайи электроншӯё

Дар асбобҳои электрикӣ халой электронҳо ҳангоми аз катод ба анод бо шитоб ҳаракат кардан ба энергияи кинетикии зиёд соҳиб мешаванд. Агар аноди лампаи дуэлектрода дар шакли устуворонаи асосҳояш кушода сохта шавад, пас қисме аз электронҳо аз сӯроҳӣ баромада, минбаъд аз рӯи инерсия ҳаракати худро давом медиҳанд, ки дар фазои پاسи анод дастаи борики электронҳои тезҳаракаткунанда пайдо мешавад.



Расми 202

Асбоби махсусро муоина мекунем, ки дар он дастаҳои электронӣ ба вучуд оварда мешаванд. Ин гуна асбобро карнайи электроншӯё меноманд (расми 202). Дастгоҳи дастаи электронҳоро бавучудоварда дар қисми борики зарфи шишагини 1 таҳти ҳалои баланд ҷойгир аст. Чунин дастгоҳро «тӯпи электронӣ» меноманд. Тӯп аз мӯяки тафсанда (катод)–и 2, аноди шакли устуворонави 3 ва электроди устуворонашакли 4-и сӯроҳдор иборат аст, ки дастаи электронҳоро идора мекунад.

Ҳангоми тафсиши мӯяк ва байни мӯяку анод шиддати баланд пайдо шудан, электронҳои аз мӯяк бароянда дар шакли дастаи борик аз анод гузашта мераванд. Ин даста ба экрани 5 меафтад. Экран аз дарун бо моддаи махсус (люминофор) пӯшонда шудааст, ки ҳангоми ба сатҳи он расидани электронҳо равшанӣ медиҳад. Нуктаҳои равшанро дар он ҷое, ки электронҳо мерасанд дидан, мумкин аст.

Агар бо ёрии манбаи дигар ба электроди 4 потенциали манфӣ диҳем, пас вай суръати электронҳоро дар роҳи ба анод рафтан суст менамояд. Потенциали электродро каму зиёд карда, миқдори электронҳои то экран расанда ва равшани нуктаро дар экран ба танзим даровардан мумкин аст.

Дар карнайи электроншуоъ ба тавассути дастгоҳи иловагӣ самти дастаи электронҳоро тағйир додан мумкин аст. Майдони электрикии байни лавҳаҳо на ба дарозии карнай, балки ба самти перпендикуляр нисбат ба он таъсир мекунад. Аз ин рӯ вай самти нуруро тағйир медиҳад. Агар ба чуфти аввали лавҳаҳо (6) шиддат диҳем, пас нури электронӣ ба тарафи лавҳаи мусбат ҳам меҳӯрад. Дар ин маврид нуктаи равшан ба самти амудӣ ба боло ё поён мекуҷад. Зиёду кам кӯчидани он аз бузургии шиддат вобастагӣ дорад.

Айнан ҳамин тавр, бо чуфти дигари лавҳаҳо (7) шиддат дода, нури электрониро дар ҳамвории уфуқӣ кӯчондан мумкин аст.

Азбаски инертияти электронҳо кам аст, нури электронӣ бо тағйирёбии шиддат самти худро дарҳол дигар мекунад. Аз ин рӯ, карнайи электроншуоъ барои мушоҳидаи шиддатҳои зудтағйирёбанда истифода бурда мешавад. Асбобе, ки дар он карнайи электроншуоъ барои таҷқиқи суръати протсессҳои зудҷоришаванда истифода бурда мешавад, осциллографи электронӣ номида мешавад.

Карнайи электроншуоъ хусусан дар телевизион (карнайи телевизион-кинескоп) қисми заруртарин аст. Ба татбиқи карнайи электроншуоъ дар соҳаҳои дигар баъдтар шинос мешавад.

Хосиятҳои дастаҳои электронӣ. Дасти электронӣ дорои як қатор хосиятҳои дар таҷриба санчидашуда мебошад. Дастаҳои электронӣ худ ба худ ростхатта паҳн мешаванд. Вале дар майдонҳои электрикӣ, ки нисбат ба самти паҳншавии даста ягон кунҷро ташкил медиҳанд, ҳам меҳӯранд. Инро дар таҷриба мушоҳида кардан мумкин аст. Дастаҳои электронӣ дар майдони магнитӣ низ ҳам меҳӯранд, чунки ба электронҳои ҳаракаткунанда қувваи Лоренс (синфи 11) таъсир мекунад. Ба карнайи электроншуоъи коркардаи стода магнитро наздик карда, ҳамхӯрии дасти электрониро мушоҳида кардан мумкин аст.

Электронҳои дасти электронӣ ба энергияи баланд соҳибанд, зеро онҳо бо суръати зиёд ($\sim 10^7$ м/с) ҳаракат мекунанд. Агар дар камераи ҳалойи дастаҳои пуриктидори электрониро ба филизот равона созем, онҳо филизро саҳт тафсонда, ҳатто мегудозанд. Ин хосияти дастаҳои электронӣ дар техника барои гудозиши баландсифати ҳалоии филизот истифода бурда мешавад.

? Саволҳои санчишӣ

1. Карнайи электроншуоъ чӣ гуна сохта шудааст?
2. Дастаҳои электронӣ чӣ гуна хосиятҳо доранд?

3. Карнайи электроншуоъ дар кучо истифода мешавад?

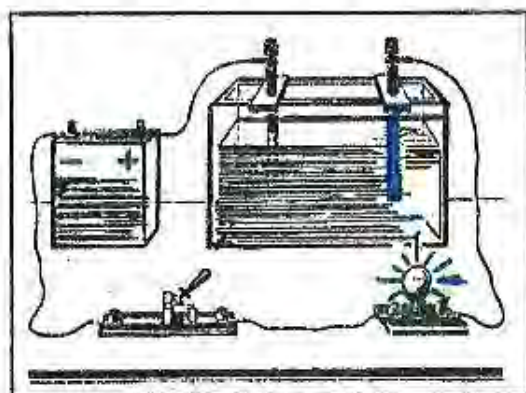
Машки 38

1. Агар шиддати анод 8 кВ бошад, пас электронҳо ба экрани карнайи электроншуоъ бо кадом суръат меафтанд?

2. Ба майдоне, ки лавҳаҳои амудан ҳамкунандаи карнайи электроншуоъ ба вуҷуд меорад, электрон бо суръати 10^7 м/с (ба лавҳаҳо мувозӣ) дохил мегардад. Дарозии лавҳаҳо 2 см, масофаи байни онҳо 1 см аст. Агар дастаи электронҳо ба 1 мм ҳам шуда бошад, пас шиддати байни лавҳаҳо чӣ қадар аст?

§ 86. Табиати ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо. Қонунҳои Фарадей

Барандагони заряд дар электролитҳо. Қаблан зикр кардем, ки ҳангоми гузаштани ҷараён дар филизот ягон тағйироти химиявӣ ба вуҷуд намеояд. Вале гурӯҳи дигари ноқилҳо мавҷуданд, ки ҷараёни электрикӣ маҳз натиҷаи тағйироти химиявии дар онҳо ба амалоянда аст. Ба чунин гурӯҳи ноқилҳо маҳлули намакҳо, туршиҳою асосҳо ва омехтаи онҳо дохил мешаванд. Онҳоро электролитҳо меноманд.

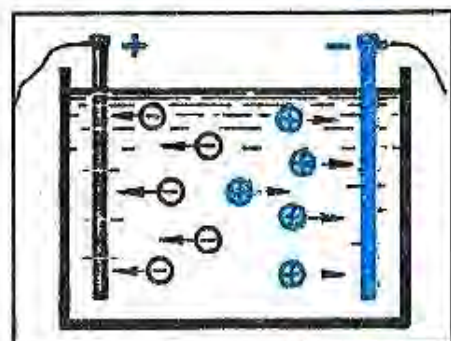


Расми 203

Лампаи электрикӣ ва зарфери, ки оби муқаттар ва ду электрод дорад, пайдарпай ба манбаи ҷараён пайваस्त карда мебинем, ки лампа фурузон намешавад. Яъне оби аз ҷиҳати химиявӣ тоза ҷараёни электрикиро қариб намегузаронад. Баъди ин дар об ягон намак, масалан, даҳани фарангро ҳал мекунем, пас лампа фурузон шуда, дар сатҳи катод мис ҷудо мешавад (расми 203).

Ҳангоми аз электролит гузаштани ҷараён ҳамеша ҳамроҳи заряд модда ҷудо мешавад. Аз ин хулоса баровардан мумкин аст, ки дар чунин ноқилҳо барандагони заряд атомҳои заряднок ё гурӯҳи атомҳо, яъне ионҳо мебошанд.

Аз химия маълум аст, ки ҳангоми дар об ҳалшавии намак, туршӣ ва ишқорҳо молекулаҳои нейтралӣ ин моддаҳо ба ионҳои мусбату



Расми 204

манфӣ ҷудо мешаванд. Ин ҳодиса диссоциатсияи электролитӣ ном дорад. Пас дар чунин маҳлулҳо ҳамеша як миқдори ионҳо: катионҳо (ионҳои мусбат) ва анионҳо (ионҳои манфӣ) мавҷуданд. То набудани майдони берунӣ ионҳо бетартиб ҳаракат мекунанд. Вале дар майдони электролитӣ ионҳо мисли электронҳои филизот ба самти қувваҳои таъсиркунанда: катионҳо ба катод, анионҳо

ба анод ба ҳаракат мебароянд (расми 204).

Цараёни электрикӣ дар электролитҳо аз ҳисоби кӯчиши ионҳои мусбату манфии ба самтҳои муқобил ҳаракаткунанда ҳосил мешавад.

Таҷриба нишон медиҳад, ки дар электролитҳо қувваи цараёну шиддат вобастагии ҳаттӣ доранд, яъне барои электролитҳо Қонуни Ом дуруст аст.

Татбиқи техникӣ электролиз. Ҳангоми аз электролит гузаштани цараён дар сатҳи электрод ҷудошавии моддаро электролиз меноманд. Электролизро дар техника ба таври васеъ истифода мебаранд. Металлургияи электрикӣ – ҳосил кардани алюминий, магний, бериллий ва дигарҳо ба ҳодисаи электролиз асос карда шудааст.

Барои аз ҳар гуна омехтаҳо тоза кардани филизот, масалан, барои рафиронидани мис ҳам электролизро истифода мебаранд. Филизи гудохтаро ба ҳавзчаи электролитие мерезанд, ки маҳлули туршии сулфиду даҳани фаранг дорад ва чун анод хизмат мекунад. Ҳангоми электролиз дар сатҳи катод, ки вазифаи онро лавҳаи мисин иҷро мекунад, миси тоза ҷудо мешавад.

Электролизро инчунин дар галваностегия, яъне дар раванди бо қабати тунуки филизот (масалан никел, хром, нуқра ва дигарҳо) сайқалдиҳии сатҳи ҷисмҳо татбиқ мекунанд. Ин корро на танҳо барои ба ҷисмҳо шакли берунии зебо додан, балки барои аз занг задан пешгирии намудани онҳо иҷро мекунанд.

Агар сатҳи маснуотро бо қабати гафси филизи гудохта рӯпӯш кунем, баъди ҷудо кардани ин қабат қолаби саҳеҳи ҷисм ҳосил мешавад. Барои филизи рехташударо аз ҷисм ба осонӣ ҷудо кардан, пешакӣ ба сатҳи он қабати тунуки графит мемоланд. Чунин тарзи аз тангаҳои қадимӣ ё муҷассамаҳо ҳосилкунии нусхаҳои галванопластика меноманд. Раванди мазкурро инчунин дар саноати полиграфӣ барои ҳосилкунии нусхаи матнҳо (матрисаҳо) истифода мебаранд.

Қонунҳои Фарадей. Назарияи электронӣ имконият медиҳад, ки массаи моддаи ҳангоми электролиз ҷудошуда ҳисоб карда шавад. Миқдори ионҳо ва адади молҳои моддаи ҷудошуда вобастагии зерин доранд:

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

ки ин ҷо m - массаи модда, M – массаи молярии он ва N_A адади Авогадро мебошанд.

Аз тарафи дигар, адади электронҳои дар сатҳи электрод нишаста ба воситаи заряди Q ва заряди як ион q_0 чунин ифода карда мешавад:

$$N = \frac{Q}{q_0}$$

$$\text{Пас } \frac{Q}{q_0} = \frac{m}{M} N_A \text{ ва аз ин ҷо } m = \frac{MQ}{N_A q_0}$$

мешавад.

Заряди ҳар гуна ион $q_0 = ze$ мебошад, ки ин ҷо z - валентнокии ион аст.

$$\text{Ҳамин тавр } \boxed{m = \frac{MQ}{N_A ez}} \quad (3.3.7)$$

-ро ҳосил мекунем. Бузургҳои N_A ва e доимҳои универсалӣ буда, M

ва z барои моддаи додашуда доимӣ мебошанд. Аз ин рӯ ифодаи $\frac{M}{N_A ez}$

барои моддаи додашуда бузургии доимӣ мебошад.

Аз формулаи (3.3.7) чунин бар меояд, ки массаи дар сатҳи электрод ҷудошудаи моддаҳо ба заряди аз маҳлул гузаранда мутаносиб аст.

Ин вобастагӣ бори аввал аз тарафи физики англис М. Фарадей (1791-1867) солҳои 30-юми асри XIX кашф гардидааст ва аз ин рӯ Қонуни Фарадей ном гирифтааст.

Агар зарбшавандаи доимиро дар формулаи (3.3.7) бо k ишорат кунем,

$$\frac{M}{N_A ez} = k$$

пас Қонуни Фарадей шакли зайл мегирад.

$$\boxed{m = kQ = kIt} \quad (3.3.8)$$

Дар формулаи (3.3.8) коэффитсиенти k эквиваленти электрохимиявии модда номида мешавад. Онро бо кг/Кл ифода мекунанд.

Эквиваленти электрохимиявӣ ададан ба массаи моддае баробар аст, ки ҳангоми аз электролит гузаштани 1 Кл заряд дар сатҳи электрод ҷудо мешавад.

Қонуни Фарадей дар таърихи инкишофи физика мавқеи муҳим дорад. Қимати заряди электрон бори аввал дар асоси ҳамин қонун муайян карда шуда буд.

Формулаи (3.3.7) заряди иони яқвалента (заряди электрон)-ро нишон медиҳад:

$$e = \frac{MQ}{mN_A z}$$

Аз бузургҳои, ки ба формула дохил мешаванд, барои муайян кардани заряди электрон фақат m ва Q -ро чен кардан лозим мешавад.

❓ Саволҳои санҷишӣ

1. Оби тоза чараёни электрикиро намегузаронад. Барои чӣ ҳангоми дар вай ҳал намудани намак, туршӣ ва ё ишқор он ба ноқил табдил меёбад?
2. Чиро эквиваленти электрохимиявии модда меноманд?
3. Эквиваленти электрохимиявии модда аз чӣ вобаста аст?

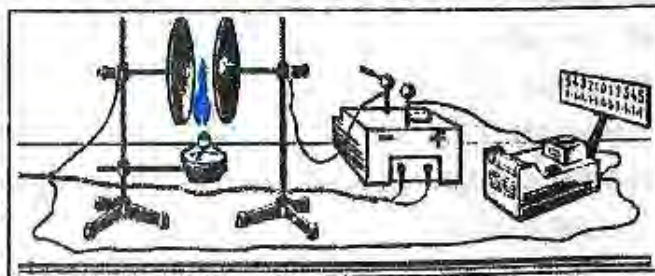
⚠️ Машқи 39

1. Валентнокии нуқра $z=1$ ва массаи моляш $M=0,108$ кг/мол аст. Эквиваленти электрохимиявии моддаро ҳисоб кунед.
2. Ҳангоми электролизи маҳлули даҳани фаранг (купороси мис CuSO_4) кори 2 кВт. ст иҷро шуд. Агар шиддат дар қутбҳои ҳавзаи электролитӣ 6 В бошад, миқдори миси ҷудошуда чӣ қадар аст?
3. Ҳангоми аз маҳлули кислотаи сулфур дар шароити муқаррарӣ гузаштани чараён 0,5 л гидроген ҷудо мешавад. Агар қувваи чараёни занҷир 2А бошад, пас барои ин чӣ қадар вақт сарф шудааст?
4. Агар шиддат дар қутбҳои ҳавзаи галванӣ 4В бошад, пас ҳангоми электролиз бо 1000 кВт. ст энергияи электрикии сарфшуда чӣ қадар мис ҳосил мешавад?
5. Дар 20 дақиқаи кори лабораторӣ ҳангоми 4 А будани қувваи чараён дар катод 1,5г мис ҷудо шуд. Аз рӯи маълумоти номбурда эквиваленти электрохимиявии мисро муайян кунед.
6. Системаи даврии элементҳои химиявии Д.И.Менделеевро истифода бурда, муайян кунед, ки эквиваленти электрохимиявии тиллои севалента аз эквиваленти электрохимиявии алюминийи севалента чанд бор зиёд аст.

§ 87. Табиати чараёни электрикӣ дар газҳо

Газҳо асосан чараёни электрикиро намегузаронанд. Инро таҷрибаи ҳаррӯза нишон медиҳад, аммо дар шароитҳои муайян газҳо метавонанд ноқилият пайдо кунанд. Барои ба ин бовар кардан таҷрибаи зайл мегузаронем.

Ду лавҳаи филизии бо қабати ҳаво аз ҳам ҷудоро ба манбаи шиддаташ баланд пайваست мекунем (расми 205). Ба занҷир инчунин галванометри ҳассоси онагӣ низ васл шудааст. Аз рӯи мавқеи доғи равшани миқёси галванометр фаҳмидан мумкин аст, ки дар занҷир чараён нест.



Расми 205

Набудани чараён дар занҷир аз он гувоҳӣ медиҳад, ки дар ҳаво барандагони озоди чараён вучуд надоранд ё худ онҳо бисёр каманд. Ҳамин ки ба ҳавои байни лавҳаҳо шамъро наздик кардем, мавҷудияти чараёнро дар занҷир галванометр нишон медиҳад.

Алангаи оташ сабаби реаксияҳои химиявӣ мегардад, ки дар натиҷа

баъзе электронҳои молекула ё атомҳои газ озод мешаванд. Ин равандро ионизатсия меноманд. Дар натиҷаи ионизатсия ба ҳама молекулаи нейтралӣ ё атом иони мусбат ё электрон пайдо мешавад.

Аланга гази қисман ионизатсияшудаест, ки ионҳо ва электронҳои озод дорад. Газ инчунин бо таъсири нурафкании ултрабунафш, рентгенӣ ва радиоактивӣ ҳам ионизатсия мешавад.

Як қисми электронҳо, ки таҳти таъсири ионизатор аз атомҳои газ ҷудо мешаванд, ба атомҳои нейтралӣ ё молекулаҳои газ алоқаманд мешаванд. Сипас боз ионҳое, ки заряди манфии барзиёд доранд пайдо мегарданд. Гази ионизатсияшуда аз ионҳои мусбату манфӣ ва электронҳо иборат мебошад. Зарраҳои зарядноки ба майдони электрикӣ байни лавҳаҳо дохилшуда ҷараён ба вучуд меоранд. Катионҳо ба тарафи катод ва электронҳою анионҳо ба тарафи анод меҷуҷанд.

Ҳаракати ботартибонаи ин зарядҳои озод таҳти таъсири майдони электрикӣ сабаби дар газ ба амал омадани ҷараёни электрикӣ мешавад.

Ҳамин тариқ дар газҳои ионизатсияшуда электронҳо ва ионҳои мусбату манфӣ барандагони ҷараёни электрикӣ ҳисоб мешаванд.

Тахлияи (разряд) гайримустақил. Агар дар таҷрибаи боло аз фазои байни электродҳо шамъро гирем, ҷараён дар занҷир қатъ мегардад. Яъне баъди бартарафкунии таъсири ионизатор электрону ионҳо бо ҳам бархӯрда ба атом ё молекулаи нейтралӣ таҷдид меёбанд ва ноқилияти газ нест мешавад. бархӯрии электрону ионҳо ва дар натиҷа пайдошавии атом ё молекулаҳои нейтралро рекомбинатсия меноманд.

Агар ноқилияти газ танҳо аз таъсири ионизатори беруна вобаста бошад, пас тахлияро гайримустақил меноманд.

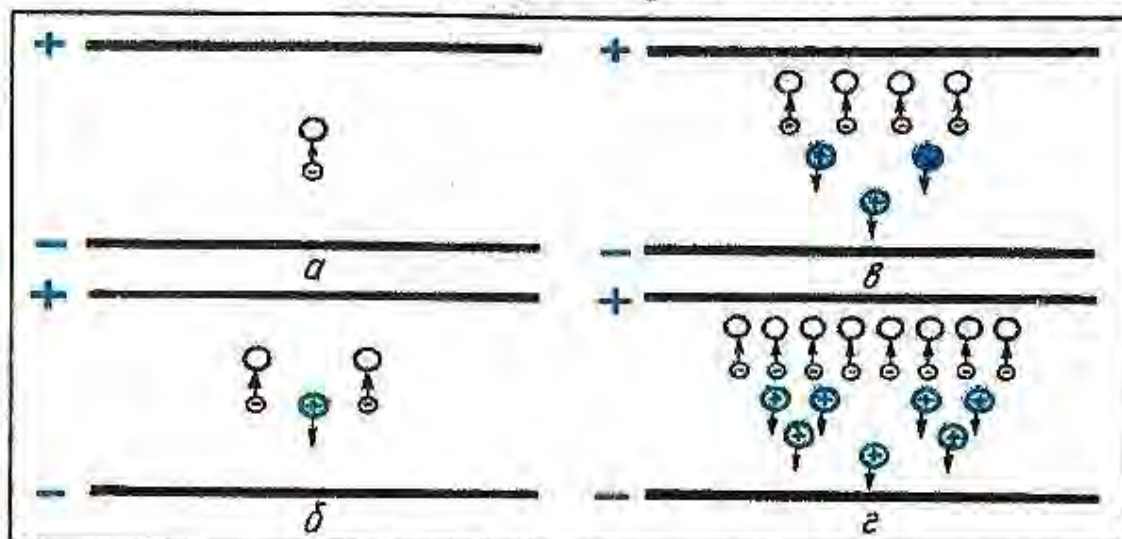
§ 88. Тахлияи мустақил

Дар ҳавои моро иҳотакунанда ҳамеша шумораи ками ионҳо ва электронҳое ёфт мешаванд, ки таҳти таъсири нурафкании радиоактивии сатҳи Замин, нурафкании ултрабунафши Офтоб ва нурафканиҳои дигари аз фазои кайҳон ба атмосфера дохилшуда пайдо мешаванд. Вале шумораи ками ин зарраҳои заряднок ноқилияти назарраси ҳаворо таъмин карда наметавонанд. Агар дар фазои байни электродҳо шиддати баланд ба вучуд ояд, ноқилияти ҳаво якбора меафзояд. Инро дар таҷриба дида метавонем. Ҳангоми дар байни электродҳо ҳосилшавии шиддати баланд, шарора пайдо мешавад, ки он аз пайдоиши ҷараён гувоҳӣ медиҳад. Ин маънои онро дорад, ки дар ҳавои байни электродҳо шумораи зиёди зарраҳои зарядноки озод пайдо мешавад.

Ионизатсия ҳангоми бархӯрӣ. Зарраҳои зарядноки озоди ҳаво бо таъсири майдони электрикӣ шитоб мегиранд ва ҳангоми ҳаракат бо атомҳои нейтралӣ ва молекулаҳои газ бармехӯранд. То даме, ки

шадидияти майдони электрикӣ нисбатан суст аст, энергияи кинетикии зарраҳо хурд аст. Аз ин сабаб бархӯрди онҳо бо атомҳо боиси ионизатсия шуда наметавонад. Вале ҳангоми шадидияти бузурги майдони электрикӣ электронҳо дар байни ду бархӯрди ҳамсоя ба суръати баланд ва энергияи кинетикии барои кандани электрон кифоя соҳиб мешаванд. Дар ин вақт ионизатсияи атом ба амал меояд. Чунин равандро ионизатсия ҳангоми бархӯри менаманд.

Албатта, ҳамзамон раванди баръакс - рекомбинатсия низ ба амал меояд.



Расми 206

Ҳангоми бархӯри электрон бо атом (расми 206, а) боз як электрон ва иони мусбат ҳосил мешаванд. Ҳамин тариқ ба ҷои як зарраи заряднок як ион ва ду электрон ба вуҷуд меоянд (расми 206, б). Акнун ҳар ду электрон дар майдони электрикӣ шитоб гирифта, ҳангоми бархӯри бо атомҳо онҳоро ионизатсия мекунанд. Дар натиҷаи ин боз ду ион ва электрон пайдо мешаванд (расми 206, в). Ҳамаи онҳо дар раванди ионизатсия иштирок мекунанд. Ҳангоми бархӯри ин чор электрон бо чор атом ҳашт электрон ҳосил мешавад (расми 206, г) ва ғ. Ин раванд ба сели барфи аз кӯҳ ғелида шабоҳат дорад, аз ин рӯ онро тармаи электронӣ ё ионӣ менаманд.

Албатта, на ҳамаи ин электронҳою ионҳо ба электродҳо рафта мерасанд ва дар пайдоиши ҷараён иштирок мекунанд, зеро онҳо ҳангоми бархӯриҳо қисман рекомбинатсия мешаванд. Дар ҳар сурат протсессии ионизатсия назар ба рекомбинатсия бартарӣ пайдо мекунанд. Дар натиҷа, миқдори электронҳою ионҳо ва аз ин рӯ ноқилияти газ якбора меафзояд.

Дар пайдошавии сел инчунин ионҳои мусбат иштирок мекунанд. Онҳо катодно бомбаборон карда, электронҳоро зада мебароранд (эмиссияи электрони дуюмӣ), ки боиси сели нави электронию ионӣ мегарданд. Агар ионҳо аз катод ионҳоро канда намебароварданд, сели зарраҳои зарядноки пайдошуда то электрод рафта мерасид ва тахлияи газ ба анҷом мерасид. Барои пайдоиши ҳар як сел ақаллан як электрон

лозим аст. Ин электронҳоро ионҳои мусбат аз катод канда мебароранд. Аз ин сабаб ҳам тахлияи «тармагии» пайдошуда катъ намегардад. Ҳамин тавр, дар шиддати муайян тахлияи электрикии газ мустақилона давом мекунад.

Тахлияи электрикии газ, ки баъди қатъи таъсири ионизаторҳои беруна давом мекунад, тахлияи мустақил номида мешавад, Ҳангоми тахлияи мустақил одатан газ равшанӣ медиҳад.

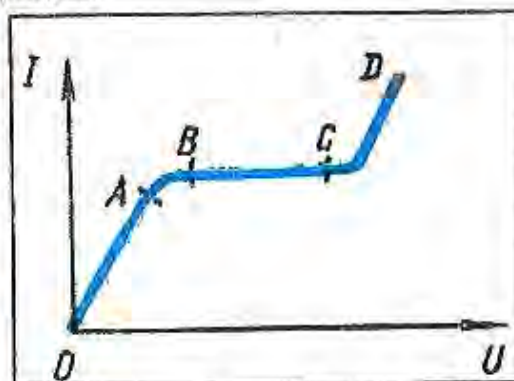
Тавсифоти волтамперии тахлияи газӣ.

Дар газ қувваи ҷараёноро ҳангоми шиддатҳои гуногун чен карда, барои вобастагии қувваи ҷараёну шиддат хати дар расми 207 тасвиршударо ҳосил мекунем. Ин вобастагиро шарҳ медиҳем.

Ионизатор ҳар сония дар фазои байни электродҳо як миқдор электронҳо ва ионҳоро ба вучуд меорад. Электронҳои ионҳо пайваст шуда, ҳамин қадар атомҳои нейтралро ташкил медиҳанд (рекомбинатсия мешаванд). Ҳангоми дар байни электродҳо ба вучуд омадани майдони электрикӣ қисме аз электронҳо ва ионҳо ба электродҳо рафта мерасанд. Бо зиёдшавии шиддат шумораи зарраҳои заряднок ба электродҳо расида меафзояд. Аз ин сабаб қувваи ҷараён бо афзоиши шиддат мутаносибан меафзояд.

Баъди ба ягон қимат расидани шумораи зарраҳои заряднок суръати афзоиши минбаъдаи ҷараён суст мешавад ва вобастагии мутаносибии пештара вайрон мегардад (қитъаи АВ). Вақте ҳамаи электронҳои ионҳо ба электрод рафта мерасанд, бо вучуди зиёдшавии шиддат афзоиши ҷараён ба амал намеояд (қитъаи ВС).

Ҳангоми афзоиши минбаъдаи шиддат тахлияи мустақил ҳосил мешавад ва қувваи ҷараён якбора меафзояд (қитъаи СД).



Расми 207

❓ Саволҳои санҷишӣ

1. Изолятор будани ҳаво дар шароити муқаррарӣ бо кадом мисолҳо асоснок карда мешавад?
2. Энергияи ионизатсия чист?
3. Чӣ гуна тахлияи газро ғайримустақил меноманд?
4. Тахлияи мустақил чист? Вай дар кадом шароитҳо ҳосил мешавад?

§ 89. Намудҳои гуногуни тахлияи газҳо

Тахлияи шарорагӣ. Тахти фишори атмосферӣ пайдошавии тахлияи мустақил зарраҳои заряднокро дар фазои байни электродҳо нест мекунад. Ин ҳодисаро ҳангоми тахлияи шарорагӣ мушоҳида кардан мумкин аст.

Гази байни электродҳои манбаи шиддаташ паст чун изолятор рафтор мекунад. Вале ҳангоми шадидияти баланди майдон, барои шумораи ками электронҳои атмосфера кифоя аст, ки сели электронӣ ё ионӣ ҳосил шавад. Ҳангоми ягон қимати шиддат газ ҳосияти гайриноқилии худро гум мекунад ва дар байни электродҳо шарораи электрикӣ ҳосил мешавад. Вай шакли хати равшанеро дорад, ки электродҳоро пайваस्त мекунад.

Барқ шарораи электрикии пуриктидор аст. Вай дар байни ду абри муқобил заряднок (ё замину абр) пайдо мешавад. Қувваи ҷараён дар барқ хеле бузург, одатан аз 10000 то 200000 А ва шиддат дар байни абру Замин ҳангоми пайдоиши барқ 10^8 - 10^9 В мешавад. Азбаски давомнокии тахлия қариб ҳазоряки сонияро ташкил медиҳад, микдори электрик дар ин маврид ба ҳисоби миёна ҳамагӣ даҳҳо кулонро ташкил медиҳад.

Тахлияи камоншакл. Дар газҳо шакли дигари тахлияи электрикӣ-камони электрикӣ вучуд дорад. Онро бори аввал соли 1802 профессори Санкт-Петербург В.В.Петров (1761-1834) ҳосил кардааст.

Ду электроди ангишти ба манбаи ҷараён пайвасти нӯғҳояшон ба ҳам расидаистодаро оҳиста аз ҳам дур карда, дидан мумкин аст, ки дар байни онҳо газ равшанӣ медиҳад ва ҳуди онҳо тафсида сурх мешаванд. Тахлияи камоншаклро аз паси шишаи сиёҳ нигоҳ карда мебинем, ки равшаниро бештар нӯғи ангиштҳо мебароранд. Равшанидиҳии ҳуди камон (тасмаи ҳамхӯрдаи равшан), ки дар фосилаи байни нӯғҳои ангишт пайдо мешавад нисбатан суст аст.

Ҳарорати ангиштҳо хеле баланд аст. Чуқуричаи нӯғи ангишти ба сифати анод хизматкунанда нисбатан гармтар аст, ки он кратер номида мешавад. Ҳарорати он ҳангоми фишори муқаррарии атмосферавӣ то ба 4000°C мерасад.

Барои ҳосилшавии шарораи камоншакл шиддати начандон баланд 40-50В кифоя аст, вале қувваи ҷараён ба даҳҳо ва ҳатто садҳо ампер мерасад. Ин нишон медиҳад, ки муқовимати газ дар тахлияи камоншакл нисбатан кам аст.

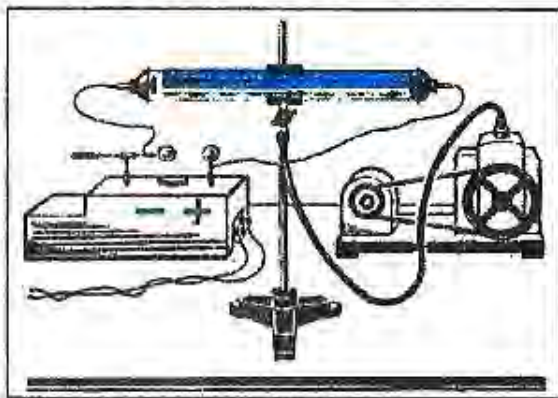
Тахлияи камоншакл аҳамияти зиёди техникӣ дорад. Бори аввал (соли 1876) онро муҳандиси рус П.Н.Яблочков (1847-1894) ба сифати манбаи рӯшноӣ истифода кардааст. Азбаски камон ҳарорати баланд медиҳад, онро барои кафшеркунӣ ва буридани филизот истифода мебаранд. Чунин тарзи кафшеркуниро ихтироъкорони рус Н.И.Бенардос (1842-1905, соли 1882) ва Н.Г.Славянов (1854-1897, соли 1888) пешниҳод намудаанд.

Ҳоло камони электрикиро дар кӯраҳои барқии саноатӣ барои гудозиши пӯлод истифода мебаранд. Дар ин кӯраҳо камонро дар байни ҳуди филизоти гудохташаванда ва электродҳои ангиштӣ ҳосил мекунанд. Қувваи ҷараён дар чунин камон ба ҳазорҳо ампер мерасад.

Ҷараёни электрикӣ дар газҳои тунук. То ҳол ба тахлияи мустақил дар газ ҳангоми фишори атмосферӣ шинос шудем. Барои чунин тахлия

шадидияти калони майдони электрикӣ зарур аст (бо истиснои тахлияи камоншакл). Тахлияи мустақил дар гази тунук ҳангоми майдони электрикии шадидияташ хеле паст ҳам пайдо шуда метавонад.

Инро дар таҷрибаи зайл дидан мумкин аст. Найчаи шишагиро мегирем, ки ду электроди филизӣ дорад (расми 208). Электродҳои онро ба манбаи шиддаташ баланд пайваस्त мекунем. Мебинем, ки ҳангоми фишори атмосферӣ дар занҷир ҷараён нест, ё он тамоман кам аст. Вале, вақте ки гази дохилии найчаро бо насос кашида мегирем, дар он тахлия ба амал меояд



Расми 208

ва газ равшанӣ медиҳад. Дар гази тунукшуда электронҳо бо атомҳо кам бар меҳӯранд ва дар фосилаи вақти байни бархӯриҳо онҳо дорони энергияи барои ионизатсия кифоя мешаванд. Тавассути электронҳо ионизатсияшавии атомҳо боиси пайдошавии ионҳо ва электронҳои нав мегардад. Дар натиҷа ноқилияти газ меафзояд ва тахлия ҳосил шуда, байни электродҳои найча тасмаи равшанидиҳанда пайдо мешавад.

Вобаста ба камшавии минбаъдаи фишор сутуни тахлия васеъ гашта, тамоми буриши найчаро фаро мегирад, вале дар назди катод фазои торик пайдо мешавад. Тахлияе, ки ҳангоми фишори паст ҳосил мешавад тахлияи сӯзон (тарсӯз) ном гирифтааст.



Расми 209

Ҳангоми фишори якчанд миллиметри сутуни симоб ду соҳаи асосии тахлияи сӯзон: фазои торики катод ва сутуни равшанидиҳандаи назди анод (расми 209, аз чап) дида мешаванд. Ранги рӯшноӣ аз табиати газ вобастагӣ дорад.

Равшании ҳангоми тахлияи сӯзон ҳосилшаванда татбиқи амалӣ дорад. Масалан, найчаҳои гуногунранги газдор барои реклама истифода мешаванд. Истифодаи лампаҳои рӯшноии рӯзона низ ба ин ҳодиса асос ёфтааст. Дар онҳо тахлияи электрикӣ аз ҳисоби атомҳои буғи симоб пайдо мешавад. Дар ин маврид нурафкании ултрабунафш ҳосил мешавад. Ин нурро қабати моддаи махсуси сатҳи дохили лампа фуру бурда, равшаниро таъмин месозад. Нурафкании ин модда ба рӯшноии рӯзона наздик аст. Лампаҳои рӯшноии рӯзона назар ба лампаҳои тафсон кори дарозмуддат ва энергияи электрикии кам харҷ мекунанд.



Машқи 40

1. Барои ҷӣ тахлияи шарорагӣ ҳангоми шиддатҳои чанд ҳазор вольт ба вуҷуд меояд, вале барои ҳосил кардани камони электрикӣ ҳамагӣ шиддатҳои

30-40В лозим асту халос. Барои ҳосилкунии тахлияҳои номбурда заруряти қимати қувваи ҷараёно шарҳ диҳед. ¹

§ 90. Плазма

Ғаноиши (концентратсия) зарраҳои зарядноки газ дар шароитҳои муқаррарӣ агар 10^8 м^{-3} бошад, ҳангоми тахлияи мустақил он то 10^{18} - 10^{20} дар ҳар 1 м^3 меафзояд, яъне даҳҳо ва садҳо миллиард маротиба зиёд мешавад. Ҳолати ба чунин миқдори зарраҳои заряднок мувофиқбудаи газро плазма меноманд.

Плазма дорои хосиятҳои муайян аст. Вай ноқилияти хуби электрикӣ дорад.

Дар гази муқаррарӣ танҳо зарбаҳои чандири зарраҳо ба вуҷуд меоянд, ки дар натиҷа ҳолатҳои дохилии онҳо бетағйир мемонад. Дар плазма бошад, ғайр аз зарбаҳои чандир зарбаҳои ғайричандир низ ба амал меоянд, ки сабаби равандҳои нав – ионизатсия, ангеизиши атомҳо мегарданд, ҳамзамон нурафканӣ ва рекомбинатсияи зарраҳо ба амал меояд.

Ҳарорати плазма ҳангоми тахлияи мустақил дар газ чандон баланд нест (тартиби 10^3 - 10^4 К). Инро умуман плазмаи хунук мегӯянд. Сутуни равшандиҳандаи тахлияи сӯзон, тахлияи шарорагӣ, тахлияи камоншакл ба плазмаи хунук дохил мешаванд.

Плазмаи тафсон. Плазма на танҳо ҳангоми тахлияи электрикии газ пайдо мешавад. Барои ионизатсияшавии атомҳо газҳоро то ҳароратҳои хеле баланд гарм кардан лозим аст. Ин ҳароратро ҳисоб кардан мушкил нест. Маълум аст, ки энергияи ионизатсия, масалан, барои атоми гидроген $W_{\text{и}} = 13,5 \text{ эВ}$ ё ки $2,16 \cdot 10^{-18} \text{ Ҷ}$ аст.

Ионизатсия вақте ба вуҷуд меояд, ки энергияи кинетикии атомҳо

$\left(\frac{m_0 v^2}{2} = \frac{3}{2} kT \right)$ аз энергияи ионизатсия калон ё ба он баробар бошад:

$$\frac{3}{2} kT \geq W_{\text{и}}$$

аз ин ҷо

$$T \geq \frac{2W_{\text{и}}}{3k} = \frac{2 \cdot 2,16 \cdot 10^{-18} \text{ Ҷ}}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ҷ/К}} \approx 10^5 \text{ К}$$

ҳосил мешавад.

Плазмае, ки дар чунин ҳароратҳои баланд ҳосил мешавад, плазмаи тафсон номида мешавад.

Яъне, гази гидроген дар ҳарорати 100000 К ва беш аз он плазмаи

тафсон аст.

Ҳар гуна модда дар ҳароратҳои 10^6 - 10^7 К дар ҳолати плазма мешавад. Моддаҳои таркибии ҳамаи ситораҳо ва Офтоб дар ҳолати плазмаанд, зеро ҳарорати қабатҳои дохилии онҳо бештар аз даҳҳо миллион келвин аст. Дар чунин ҳароратҳо газ пурра ионизатсия мешавад. Вай аз ядроҳои атом ва электронҳои аз онҳо ҷудошуда таркиб ёфтааст.

Дар плазмаи тафсон ядроҳо дорой энергияи кинетикии баланде мебошанд, ки қувваҳои теладиҳии онҳоро амалан ба ҳисоб нагирифта мумкин аст. Дар натиҷаи бархӯрии ядроҳо зарраҳои нав пайдо мешаванд ва энергияи хеле бузург ҷудо мешавад. Ин натиҷаи гузариши реаксияи синтези термойдрой аст.

Маълум аст, ки ҳангоми тахлии газ дар шиддатҳои тартиби 50000 В энергияи кинетикии зарраҳо ба чунин ҳароратҳо мувофиқат мекунад. Пас плазмаи тафсонро тавассути тахлии газ ба даст овардан мумкин аст. Вале плазма дар ҳаҷми муайян нигоҳ доштан, аз муҳити атроф ҷудо кардан мушқил аст. Зарфе, ки ба ин гуна ҳарорати баланд тоб оварда тавонад, ёфт намешавад. Бо ин мақсад майдонҳои магнитиро истифода мебаранд, ки ба зарраҳои зарядноки ҳаракаткунанда таъсир карда, масири ҳаракати онҳоро қач мекунад, плазма ро фишурда, онро аз бархӯриҳо ба деворҳои зарф нигоҳ медорад.

Бояд гуфт, ки барои фосилаи тӯлонӣ оққорӣ (изолатсия) кардани гармии плазма то ҳол тадбирҳои амалӣ вучуд надоранд. Мушқилоти истифодаи энергияи синтези термойдрой маҳз дар ҳамин аст.

❗ Хулосаҳо аз фасли «Ҷараёни электрикӣ дар муҳитҳои гуногун»

Ғаноиши электронҳои озод дар филизот хеле бузург аст. Ноқилияти хуби электрикии филизот маҳз бо ҳамин шарҳ дода мешавад.

Қувваи ҷараён дар ноқил аз рӯи заряди зарраҳо q_0 , миқдор n , суръати миёнаи ҳаракати ботартибонаи онҳо \bar{v} ва масоҳати буриши арзии ноқил S ҳисоб карда мешавад:

$$J = q_0 n \bar{v} S$$

Муқовимати филизот ба ҳарорати мутлақи онҳо мутаносиб аст. Дар ҳароратҳои ба сифри мутлақ наздик аксари филизот фавқунноқилият пайдо мекунад.

Дар табиат нимноқилҳо ном моддаҳои мавҷуданд, ки муқовиматашон бо таъсири беруна – гармкунӣ, равшанидиҳӣ, инчунин бо роҳи ба онҳо ҳамроҳкунии дигар пайвастагиҳо якбора тағйир меёбад.

Чунин хосияти нимноқилҳо имконият медиҳад, ки онҳоро дар

соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ истифода баранд.

Ду шакли ноқилияти нимноқилҳо вучуд доранд: электронӣ ва ҷавфӣ (сӯрохигӣ).

Бо усули ба нимноқил ҳамроҳкунии пайвастагиҳои дигар, масалан, марғи мушу бор ба германий ё силитсий дар он ноқилияти электронии (навъи n) ё ҷавфӣ (навъи p) ҳосил мешавад.

Тамоси нимноқили навъҳои n ва p диод ном дошта, ҷараёнро ба як тараф хуб мегузаронад. Чунин хусусияти диод барои рост кардани ҷараёни тағйирёбанда истифода бурда мешавад.

Триод-транзистор аз қабати гузариши дукаратаи n - p иборат аст. Транзисторҳо дар аксарияти дастгоҳҳои радиотехникӣ истифода мебаранд.

Барои дар ҳало ҳосил кардани ҷараёни электрикӣ аз ҳодисаи эмиссияи термоэлектронӣ истифода мебаранд.

Ҷараён аз диоди ҳалой дар мавриде мегузарад, ки агар электроди тафсон чун катод ва хунок чун анод хизмат кунанд.

Барандагони ҷараён дар электролитҳо-ионҳои мусбат ва манфӣ мебошанд. Онҳо ҳангоми дар об ҳалшавии намакҳо, ишқорҳо ва асосҳо пайдо мешаванд. Электролизи электролитҳо ба қонуни Фарадей итбат мекунад, ки мувофиқи он моддаи дар сатҳи электрод ҷудошуда ба миқдори заряди аз маҳлул гузаранда мутаносиби роста аст:

$$m = \frac{M}{N_A e Z} \cdot Q$$

Қонуни Ом на танҳо барои филизот, балки барои электролитҳо низ дуруст аст.

Газҳо дар шароитҳои муқаррарӣ ҷараёни электрикиро намегузаронанд. Вале онҳо таҳти таъсири беруна ионизатсия мешаванд ва дар онҳо барандагони озод - электронҳо, ионҳои мусбату манфӣ пайдо мешаванд.

Ионизатсияи газ инчунин ҳангоми бархӯрди электронҳо ба атомҳои нейтралӣ ва молекулаҳо ҳосил мешавад. Дар чунин ионизатсия ҳангоми шиддатҳои баланд низ шумораи барандагони заряд мисли сели электронӣ афзуда, ноқилияти газ якбора зиёд мешавад.



Машқи 41 (барои ҳалли мустакилона)

1. Саққои массааш $m = 15\text{г}$, ки заряди $q = 10^{-8}\text{Кл}$ дорад, ба ресмони ғайриноқил овехта шудааст. Саққои дигарро дар масофаи 32см поёнтар аз он ҷойгир мекунанд. Барои ду баробар зиёд шудани тарангии ресмон қимат ва аломати заряди саққои дуум чӣ гуна бояд бошад? Барои ду маротиба кам шудани тарангии ресмон чӣ?

2. Зарядҳои $q_1 = q_2 = 10^{-8}\text{Кл}$, $q_3 = q_4 = -10^{-8}\text{Кл}$ дар қуллаҳои квадрат

чойгиранд. Тарафи квадрат 10см аст. Шадидияти майдони электрикиро дар маркази квадрат муайян кунед.

3. Ду заряди нуқтагии $q_1=0,66 \cdot 10^{-7}$ Кл ва $q_2=1,1 \cdot 10^{-5}$ Кл дар масофаи 3,3 см дар об ба якдигар бо кадом қувва таъсир мекунад? Барои бетағйир мондани қувваи таъсири мутақобил дар вакуум ин зарядҳоро нисбат ба якдигар дар кадом масофа бояд чойгир намуд? Барои об $\epsilon = 81$ аст.

4. Агар заряди кураи мусбат заряднокшудаи радиусаш r ба q баробар бошад, пас шадидияти майдони онро ёбед. Қимати шадидияти майдонро барои нуқтаи M , ки аз сатҳи кура дар масофаи d воқеъ аст, ҳисоб намоед.

5. Конденсатори ҳамвор аз ду лавҳаи масоҳати ҳар кадомашон 200см^2 иборат аст. Қимати мутлақи заряд дар лавҳаҳо ба $2,6 \cdot 10^{-6}$ Кл баробар аст. Агар масофаи байни лавҳаҳо 0,5см бошад, шиддати байни онҳоро муайян кунед.

6. Конденсатореро, ки диэлектрики моеъгӣ дорад, баъди заряднокшавиаш аз манбаъ чудо кардаанд. Агар моеи диэлектрикии конденсатор шорида равад, пас энергияи майдони электрикии он чӣ тавр тағйир меёбад?

7. Конденсатори ҳамворро аз варақҳои тунуки станиол, ки дар байнашон лавҳаҳои абрақӣ гузошта мешаванд, тайёр мекунад. Агар гафсии қабатҳои абрақ $d=1\text{мм}$ ва нуфузпазирии диэлектрикии он $\epsilon = 9$ бошад, барои ғунҷоини $C=10^{-6}\text{Ф}$ -ро ҳосил кардан чанд варақи станиоли масоҳаташ $S=60\text{см}^2$ лозим мешавад?

8. Барои муайян кардани ҚЭХ ва муқовимати дохилии манбаи чараён ба нӯғҳои он резистори тағйирёбандаро пайваст карданд. Дар як ҳолати мавқеъгирии дастаки резистор қувваи чараёни занҷир $J_1=1,5\text{ А}$, шиддат $U_2=4,5\text{ В}$ ва дар ҳолати дигар бошад $J_2=2\text{ А}$, $U_2=3\text{ В}$ буд. ҚЭХ ва муқовимати дохилии манбаъро ёбед.

9. Занҷири электрикӣ аз манбаъ ва резистор иборат аст. Агар резистори муқовиматаш R бо резистори дигари муқовиматаш ду баробар зиёд иваз карда шавад, қувваи чараёни занҷир чанд маротиба кам мешавад? Муқовимати дохилии манбаъ r ба R баробар аст.

10. Батарея аз 8 аккумулятори пайдарпай пайвастшуда иборат аст, ки ҚЭХ-и ҳар кадом $\mathcal{E} = 2\text{ В}$ ва муқовимати дохилии ҳар яки онҳо $r=0,2\text{ Ом}$ аст. Занҷири беруна аз ду резистори мувозӣ пайвастшудаи муқовиматҳояшон $R_1=4\text{ Ом}$ ва $R_2=6\text{ Ом}$ ташкил ёфтааст. Шиддатро дар сиққонакҳои батарея ва қувваи чараёнро дар резистори дуҷум ёбед.

11. Чор элемент, ки ҳар кадом ҚЭХ-и $1,5\text{ В}$ ва муқовимати дохилии $0,4\text{ Ом}$ доранд, мувозӣ пайваст шудаанд. Ба ин батарея ду резисторро пайдарпай пайваст карданд. Муқовимати резисторҳо мувофиқан $R_1=0,9\text{ Ом}$ ва $R_2=2\text{ Ом}$ аст. Шиддатро дар резистори якум ва тавоноии резистори

дуюмро муайян кунед.

12. Ҳангоми муайян кардани эквиваленти электрохимиявии мис чунин қиматҳои бузургихоро ҳосил карданд: вақти ҷараёнгузаронӣ 25 дақ, қувваи ҷараён 0,6А, массаи катод то гузаронидани таҷриба 52,41г, баъди он 52,70г. Ҳангоми ин таҷриба барои эквиваленти электрохимиявии мис кадом қимат ҳосил гардид?

13. Аноди рӯҳини массааш 5кг дар ҳавзчаи электролитӣ, ки аз он қувваи ҷараёни 40А мегузарад, ҷойгир карда шудааст. Баъди чӣ қадар вақт аноди мазкур барои рӯпӯшқунии маснуоти филизӣ пурра харҷ мешавад ($\kappa_{\text{рӯх}} = 0,34 \cdot 10^{-6} \text{кг/Кл}$)?

14. Конденсаторҳои ғунҷоишашон $C_1 = 1 \text{мкФ}$ ва $C_2 = 2 \text{мкФ}$ мувофиқан то фарқи потенциалҳояшон $\Delta\phi_1 = 20\text{В}$ ва $\Delta\phi_2 = 50\text{В}$ заряднок карда шудаанд. Баъди заряднокшавӣ онҳоро мувозӣ (бо қутбҳои ҳамном) пайваст карданд. Фарқи потенциали байни лавҳаҳоро баъди пайвасти конденсаторҳо муайян кунед.

15. Оё ба шабакае, ки шиддати 220В-ро дорост, ду лампаи тавоноияшон $P_1 = 40\text{Вт}$ ва $P_2 = 200\text{Вт}$ -ро, ки ба шиддати 127В мувофиқанд, пайваст кардан мумкин аст?

16. ҚЭХ-и батарея 6В, муқовиматҳои дохилӣ $r = 0,5 \text{ Ом}$, берунӣ $R = 11,5 \text{ Ом}$ бошанд, қувваи ҷараён ва афтиши шиддатро дар китъаҳои дохилӣ ва берунаи занҷир муайян кунед.

17. Вольтметр, ки ба манбаи ҷараёни ҚЭХ-аш $\mathcal{E} = 120\text{В}$ ва муқовимати дохилиаш $r = 50 \text{ Ом}$ пайваст карда мешавад, шиддати 118В-ро нишон медиҳад. Муқовимати вольтметрро муайян кунед.

18. Агар масофаи байни лавҳаҳои конденсатори заряднок 2 маротиба хурд карда шавад, оё энергияи он тағйир меёбад?

19. Ду сакҳои радиус ва массаи якхеладошта дар ҳаво ба ресмонҳо тавре овехта шудаанд, ки ба якдигар мерасанд. Баъди ба ҳар сакҳо додани заряди $q = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ онҳо аз ҳамдигар таҳти кунҷи 60° дур гаштанд. Агар масофа аз нуқтаи овезиш то маркази сакҳо $\ell = 0,2 \text{ м}$ бошад, пас массаи онҳоро ёбед.

20. Чор конденсатори ғунҷоишашон $C_1 = 3 \text{мкФ}$, $C_2 = 5 \text{мкФ}$, $C_3 = 6 \text{мкФ}$ ва $C_4 = 5 \text{мкФ}$ (C_1 бо C_3 , C_2 бо C_4 байни ҳамдигар пайдарпай, $C_{1,3}$ бо $C_{2,4}$ мувозӣ) пайваст шудаанд. Ғунҷоиши батареяи конденсаторҳоро ёбед.

§ 91. Ченкунии ва ҳисобкунии бузургихон физикӣ

Дар вақти иҷро кардани корҳои лабораторӣ ба Шумо лозим меояд, ки бузургихон физикии дарозӣ, вақт, масса, ҳарорат ва ғайраро чен ё ҳисоб кунед. Ҳоло бо баъзе қоидаҳои муҳими ченкунию ҳисобкуниро шинос мешавем. Ченкунии ягон бузургӣ маънои онро дорад, ки он бо ягон бузургии ҳамчинси дигар, ки ба сифати воҳиди ченкунии қабул шудааст,

муқоиса карда шавад. Масалан, ченкунии дарозии варақи қоғаз маънои муқоисакунии он бо воҳиди дарозиро (метр, сантиметр) дорад.

Умуман, ченкуниҳо бевосита ва бавосита мешаванд. Ҳангоми ченкунии бевосита қимати ададии бузургӣ бевосита дар натиҷаи ченкунӣ бо ҳамон ченак ё асбоби ченкунӣ муайян карда мешавад. Масалан, бо хаткашаки миқёсдошта чен кардани дарозӣ ё бо тарозу чен кардани масса ченкуниҳои бевосита мебошанд.

Ҳангоми ченкунии бавосита бошад, қимати ададии бузургӣ дар асоси ченкунии бевоситаи бузургиҳои дигар, ки ба бузургии ченшаванда вобастагии муайян доранд, муайян карда мешавад. Чунончи ҳисоб кардани масоҳати сатҳи варақи қоғаз бо хаткашак, муайян кардани масоҳати буриши арзии сим бо микрометр ва ғайра.

Ҳангоми ченкунии бузургии физикии дилхоҳ дар муайян кардани қимати аслии он ба хатоие роҳ дода мешавад.

Фарқи байни қимати аслии бузургии ченшаванда ва қимати тақрибии он, ки дар натиҷаи ченкунӣ ҳосил мешавад, хатои ченкунӣ номида мешавад. Сабабҳои зухуроти хатоӣ дар он аст, ки асбобҳои ченкунанда чандон ҳассос нестанд. Нокифоя ҳассос будани асбобҳои ченкунанда ва узвҳои ҳиссиёти мо сабабҳои асосии зухуроти хатоӣ мегарданд.

Хатоии максималие, ки ҳангоми ченкунӣ содиршавиаш имконпазир аст, хатои мутлақи ченкунӣ номида мешавад. Хатои мутлақ тавсифи миқдорӣ саҳеҳии ченкунӣ мебошад, яъне хатои мутлақ ҳар қадар кам бошад, саҳеҳии ченкунӣ ҳамон қадар бештар аст. Барои ченкунии саҳеҳ танҳо ёфтани қимати хатои мутлақ кифоя набуда, балки донишдани қимати ададии бузургии ченшаванда низ зарур аст.

Хатои нисбӣ ба нисбати хатои мутлақ бар қимати тақрибии бузургии ченшаванда баробар аст:

$$\sigma = \frac{\Delta A}{A}$$

Фарз мекунем, ки ҳангоми ченкуниҳои вақт қиматҳои зерин ба қайд гирифта шудаанд:

$$t_1 = 5,5c; t_2 = 5,7c; t_3 = 5,8c; t_4 = 5,4c; t_5 = 5,6c$$

Аз ин ҳо вақти миёна

$$t_m = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} = \frac{5,5 + 5,7 + 5,8 + 5,4 + 5,6}{5} = \frac{28}{5} = 5,6c$$

мешавад.

Аз рӯи ин маълумот хатоҳои мутлақ чунинанд:

$$\Delta t_1 = |t_1 - t_m| = |5,5 - 5,6| = 0,1c$$

$$\Delta t_2 = |t_2 - t_m| = |5,5 - 5,6| = 0,1c$$

$$\Delta t_3 = |t_3 - t_m| = |5,8 - 5,6| = 0,2c$$

$$\Delta t_4 = |t_4 - t_m| = |5,4 - 5,6| = 0,2c$$

$$\Delta t_5 = |t_5 - t_m| = |5,6 - 5,6| = 0$$

Яъне, хатой мутлақи миёна

$$t_m = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}{5} = \frac{0,6}{5} = 0,12c \approx 0,1c$$

мешавад.

Аз ин маълумот фаҳмида мешавад, ки қимати аслии вақти ҳаракати ҷисм дар интервали

$$t = t_m \pm \Delta t_m = (5,6 \pm 0,1)c$$

воқеъ аст.

Хатой нисбиرو умуман аз рӯи формулаи зерин ҳисоб мекунамд:

$$\sigma = \frac{\Delta A}{A} 100\%$$

Барои мисоли боло хатой нисбии миёна ба

$$\sigma = \frac{\Delta t}{t_m} \cdot 100\% = \frac{0,1 \cdot 100\%}{5,6} \approx 2\%$$

баробар мешавад.

Ҳангоми чамъбаст ва таҳияи натиҷаҳои ҳисобкуниҳо бештар аз усулҳои баҳисобгирӣ ва яқлуктқунии ададҳо истифода мебаранд. Ин амалиётро шумо ҳангоми омӯзиши ҳисобкуниҳои тақрибӣ аз фанни риёзиёт омӯхтаед.

§ 92. Нишондоди умумӣ барои иҷрои корҳои лабораторӣ

Кори лабораторӣ ҳамон вақт бомуваффақият иҷро мешавад, ки Шумо бо дониши назариявӣ мусаллаҳ бошед. Бинобар ин барои дуруст иҷро кардани кор пеш аз ҳама Шуморо лозим аст, ки нишондоди назариявии онро аз матни мавзӯи китоб ё кори лабораторӣ бодикқат хонда, азхуд намоед. Танҳо ҳамон вақт аз мазмун ва мақсади кор огоҳ мешавед.

Пеш аз оғози кор Шумо бояд бо сохт ва тартиби аз таҷҳизот истифода намудан шинос шавед. Шумо бояд ба ҷобачогузорӣ ва васлқунии қисмҳои асбобҳо диққат диҳед.

Барои ба даст овардани натиҷаҳои сахт бузургӣро байни худ муқоиса намуда, ҷенкуниҳои такрорӣ ва санҷишӣ гузаронидан лозим аст. Дар нишондоди корҳо шумораи ҷенкуниҳои такрорӣ қайд шудаанд. Агар натиҷаҳо байни худ мувофиқ оянд ҷенкуниҳоро қатъ ва дар акси ҳол онҳоро давом дода, сабаби хатоҳоро ошкор бояд кард.

Натиҷаҳои ҷенкуниро дар ҳол ба ҷадвали дар матни кор пешкашшуда гузаронидан лозим аст. Навиштаҷот бояд равшану фаҳмо бошад. Баъзе натиҷаҳои ҷенкуниҳои бевосита дар ҷадвал бо хатоҳои мутлақашон навишта мешаванд.

Баъди ҷенкуниҳо қимати миёнаи бузургӣҳои номаълумро бо хатоҳои нисбӣ мутлақ ҳисоб мекунанд. Ба дурустии натиҷаҳои ҳосилшуда танҳо аз рӯи хатоҳои ҳисобкардашуда баҳо дода мешавад.

Дар корҳои алоҳида хангоми ҷамъбасти натиҷаи ҷенкуниҳо амали сохтани графикҳо талаб карда мешавад. Графикҳо бояд дар қоғази катакдор дар системаи координатии росткунҷа кашида шаванд. Нуқтаҳои координатӣ байни якдигар на аз рӯи хати шикаста, балки бо хати қатъ, ки аз ҳудудҳои хатоҳои мутлақи бузургӣро ифодакунанда мегузарад, бояд пайваст шаванд.

Нақшаи намунавии ҳисоботи хонанда оид ба иҷрои кори лабораторӣ:

1. Номи кори лабораторӣ.
2. Мақсад аз иҷрои кор.
3. Номгуи таҷҳизоти истифодашуда.
4. Расм ё схемаи таҷҳизоти корӣ, шарҳи он.
5. Ҷадвали натиҷаҳои ҷенкуниҳои ҳисобкуниҳои худ тартиби мухтасари ба даст овардани натиҷаҳо (истифодаи формулаҳои зарурӣ).
6. Ҷамъбасти натиҷаҳои ҷенкуниҳои (ҳисобкунии хатоҳо, сохтани графикҳо).
7. Хулоса.
8. Ҷавоб ба саволҳои санҷишӣ.

КОРҲОИ ЛАБОРАТОРӢ

1. Чен кардани шитоби ҷисм хангоми ҳаракати собитшитоб

Тачхизот: лентаи ченкунӣ, метроном (умумӣ барои хонандагон), поя (штатив) бо панча ва қаппак, нова, саққо, устувонаи филизӣ.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Метрономро барои дар ҳар дақиқа 120 зарба задан мувофиқ кунед, яъне фосилаи байни ду зарба – 0,5с.

2. Як нӯги новаро ба поя чунон маҳкам кунед, ки лаҳзаҳои сардиҳӣ ва ба монеа (устувона) бархӯрдани саққо бо зарбаҳои метроном мувофиқ анҷом ёбанд.

3. Азбаски гӯши мо дар 1с 10 садои ҷудогоноро фарқ карда метавонад, қабул кунед, ки вақт бо саҳеҳии 0,1с чен карда мешавад.

4. Саққоро аз нова чанд маротиба сар диҳед, аз рӯи маълумоти ҳосилшуда шитоби онро муайян кунед.

Барои ин аз формулаи кӯчиши ҷисм хангоми ҳаракати собитшитоб бе суръати аввала истифода баред:

$$S = \frac{at^2}{2}.$$

5. Тачрибаро ду-се маротиба такрор намуда, қимати миёнаи шитобро муайян кунед.

❓ Саволҳо барои худсанҷӣ

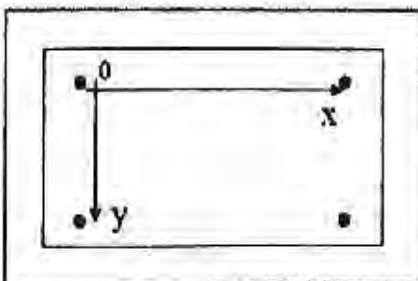
1. Хангоми собитшитоб ҳаракат кардани ҷисм шитоби онро бо кадом асбоб чен мекунанд?

2. Барои чӣ хангоми иҷрои кор бо таҷхизоти номбурда аз формулаи шитоб нею аз формулаи кӯчиш хангоми ҳаракати собитшитоб истифода мекунанд?

2. Омӯختани ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда

Тачхизот: нова, лентаи ченкунӣ, саққо, вазелин, поя бо панча ва қаппак, қоғаз, кнопкаҳо, қоғази намчинак, секунҷаи ченкунӣ, лавҳаи фанерӣ (ё картон), қалам.

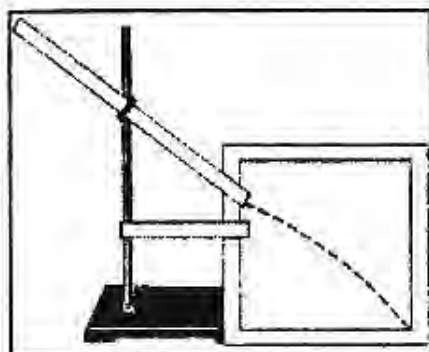
Нишондод барои иҷрои кор.



Расми 210

1. Варақи қоғазро ба болои ҳамвории фанера гузошта, онро бо кнопкаҳо маҳкам кунед. Дар рӯи варақ бо қалам тирҳои координатавии ОХ ва ОУ-ро кашед (расми 210).

2. Лавҳаи фанеравиро бо ёрии штатив дар ҳолати моилӣ (расми 211) ҷойгир намоед. Тафтиш кунед, ки нӯги поёни нова бо ибтидои координата мувофиқат кунад.



Расми 211

3. Аз ягон баландии нова сакқоро тавре сар диҳед, ки вай аз поёни варақи қоғаз гузарад. Ҳамон нуктаи сардиҳиро дар нова ба қайд гиред. Илочи ба фарши синфхона наафтидани сакқоро пешгирӣ кунед.

4. Ба сакқо вазелин молед ва онро аз нуктаи муқарраршудаи нова сар диҳед. Сипас, сакқоро бо қоғазии намчинак пок кунед.

5. Лавҳаро аз штатив ҷудо кунед. Масири ҳаракати сакқоро дар лавҳаи қоғазин бо қалам ишорат кунед.

6. Тири ОХ-ро ба порчаҳои баробар (масалан, 5см) тақсим кунед. Аз нуктаҳои ҳосилшуда ба хати масир перпендикулярҳо гузаронида, онҳоро бо саҳеҳии то 1см чен кунед.

7. Нисбатҳои $\frac{y_2}{y_1}$ ва $\frac{x_2}{x_1}$; $\frac{y_3}{y_1}$ ва $\frac{x_3}{x_1}$ -ро муқоиса намуда, ба мутаносибии $y \sim x^2$ мувофиқат кардани координатаҳои нуктаҳои масир боварӣ ҳосил кунед.

8. Кунчи моилии лавҳаро тағйир дода, чанд бори дигар такроран таҷриба гузаронед.

❓ Саволҳо барои худсанҷӣ

1. Баландии парвози ҷисми уфуқӣ партофташударо чӣ тавр ҳисоб мекунанд?

2. Вақти парвози онро чӣ?

3. Дурии парвози онро чӣ?

4. Суръати ба самти уфуқӣ доштаи ҷисмро чӣ тавр ҳисоб мекунанд?

3. Чен кардани саҳтии пружина

Таҷҳизот: маҷмӯи борҳо, чадвали миқёси миллиметридошта, поя бо қаппак ва панҷааш, пружинаи спиралшакл.

Нишондод барои иҷрои кор.

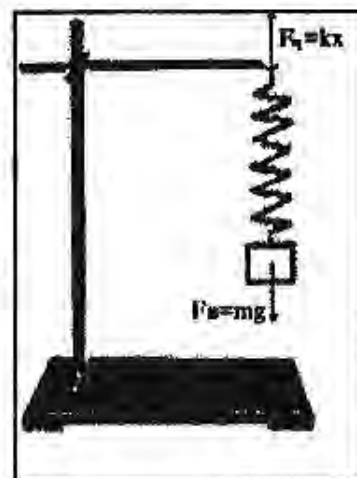
1. Қувваи вазнинии як, ду, се борро муайян кунед (масалан, массаи як борро $(0,100 \pm 0,002)$ кг қабул намоед).

2. Таҷҳизоти заруриро истифода бурда аз рӯи расми 212 дастгоҳи корӣ тартиб диҳед.

3. Ба пружина борро овозед. Аз баробарии

$$F_g = mg = F_s = kx$$

истифода бурда, саҳтии (мазбугӣ) пружинаро муайян кунед.



Расми 212

$$g = (10 \pm 0,2) \text{ м/с}^2$$

4. Ба пружина ду, се борро якбора овета, сахтии пружинаро аз нав муайян кунед.
5. Аз рӯи қиматҳои ҳосилшуда ба сахтии пружина баҳо диҳед.
6. Графики вобастагии қувваи чандирӣ ва дарозшавии пружинаро созед.

? Саволҳои барои худсанҷӣ

1. Қувваи вазнинӣ чӣ тавр муайян карда мешавад?
2. Қувваи чандирӣ чӣ тавр муайян карда мешавад?
3. Сахтии пружина чӣ гуна ҳисоб карда мешавад?
4. Агар бори ба пружина оветашуда беҳаракат бошад, кадом қувваҳои ба он таъсиркунанда якдигарро ҷуброн мекунад?

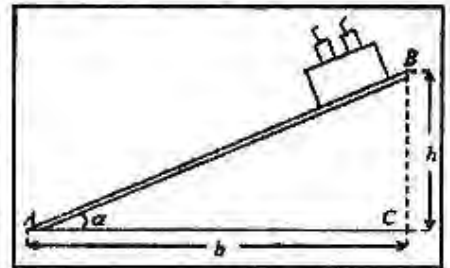
4. Чен кардани коэффитсиенти соиши лағжиш

Таҷҳизот: трибометри лабораторӣ, маҷмӯи борҳо, поя бо панҷа ва қаппак, лентаи ченкунӣ, секунҷаи ченкунӣ.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Иҷбот кунед, ки ҳангоми мунтазам лағжидани ҷисм дар ҳамвори моил коэффитсиенти соиши лағжиш ба нисбати баландии ҳамворӣ бар асоси он, яъне ба тангенс кунҷи моилии ҳамворӣ нисбат ба уфуқ баробар аст.

2. Чӯби чортарошро бо борҳои ба болои ҳамвори ҷадвал гузored ва яке аз нӯгҳои ҷадвалро то дами ба поён ҳаракати мунтазам карданаш баланд бардоред (расми 213). Дар ҳамин ҳолат нӯги баланди ҷадвалро ба панҷаи поя маҳкам кунед. Боварӣ ҳосил намоед, ки чӯби чортарош ба поён мунтазам ҳаракат мекунад.



Расми 213

3. Дарозии асоси ҳамвори моилро бо лента чен кунед $|AC|=b$. Хатони мутлақи ченкуниро муайян кунед. Дар ин маврид тақсимои микёс (шкала) 1 см мебошад, яъне $\Delta b = \pm 1 \text{ см}$. Натиҷаҳои ченкуниро дар ҷадвал (ҷадвали 6) нависед.

Ҷадвали 6

$h \pm \Delta h, \text{ м}$	$b \pm \Delta b, \text{ м}$	$\mu = \frac{h}{b}$	$\delta\mu = \frac{\Delta\mu}{\mu}$	$\Delta h, \text{ м}$

4. Баландии ҳамвориро бо ҷадвали секунҷа чен кунед. Натиҷаҳои ченкуниро дар ҷадвал нависед. Дар айни ҳол хатони мутлақи ченкунӣ аз $\Delta h = \pm 1 \text{ см}$ беш нест.

5. Коэффициенти соишро ёбед

$$\mu = \frac{F_c}{N} = \frac{h}{b}$$

6. Хатои нисбиро барои коэффициенти соиш ҳисоб кунед.

$$\Delta\mu = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta b}{b}$$

7. Хатои мутлақро муайян кунед.

8. Тарзи дигари муайян кардани коэффициенти соишро пешниҳод кунед. Ченкуниҳо гузаронида, натиҷаҳо муқоиса намоед.

? Саволҳо барои худсанҷӣ

1. Қувваи соишро чӣ тавр муайян мекунамд?
2. Коэффициенти соиш чист? Вай аз чӣ вобаста аст?
3. Қувваи реаксияи таъҷоҳро шарҳ диҳед.
4. Графики вобастагии байни қувваҳои соиш ва реаксияи таъҷоҳ чӣ гуна хат мешавад?

5. Муайян кардани шитоби афтиши озод бо ёрии раққосаки математикӣ

Таҷҳизот: лентаи ченкунӣ соати акрабаки сониягарддошта, поя бо қаппак ва панчааш, сакқои сӯроҳидошта, ресмон.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Аз сакқо ва ресмон раққосаки математикӣ тайёр кунед, ки дарозинаш аз 1м бештар бошад.
2. Пояро дар канори мизи корӣ ҷой дода, ба он раққосакро бандед.
3. Раққосакро ба ларзиш дароред ва аз рӯи адади ларзишҳо N дар лаҳзаи муайяни вақт t даври ларзиши он T-ро муайян намоед.
4. Формулаи даври ларзиши раққосаки математикӣ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \text{ -ро ба хотир оред.}$$

5. Дарозии раққосак ℓ -ро бо саҳеи то 1см чен кунед.
6. Аз формулаи даври ларзиш шитоби афтиши озод g-ро ёбед. Қимати бузургихоро гузошта, шитобро муайян намоед.
7. Вақт ва адади ларзишҳо дигар карда, қимати шитоби афтиши озодро такроран ҳисоб кунед.

? Саволҳо барои худсанҷӣ

1. Фарқи байни раққосаки муқаррарӣ аз раққосаки математикӣ дар чист?
2. Дар кадом маврид ларзишҳои озоди раққосаки математикӣ

ларзишҳои мавзун шуда метавонанд?

3. Раққосаки математикиро дар кучо истифода мебаранд?

4. Ҳангоми ларзишҳои озоди раққосаки математикӣ табиқии кадом намудҳои энергия ба вуқӯ меоянд?

6. Санҷиши Қонуни бақои импульс

Таҷҳизот: лентаи ченкунӣ, новаи филизӣ, сакқоҳои массаашон якхела – 3 дона, устувонаҳои филизӣ – 2 дона, ҷадвали пӯлодини андозаҳояш $1,5 \times 10$ см, поя бо панҷа ва қаппак, ресмон, шамъ.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Ҷадвали пӯлодинро аз миёнаҷояш ба панҷаи поя маҳкам кунед.

2. Нӯғҳои ҷадвалро ҳам карда, дар масофаи тақрибан 1 см онҳоро бо ресмон бандед.

3. Новаро болои миз гузоред. Уфуқӣ ҷойгиршавии онро бо сакқо санҷед.

4. Аз рӯи расми 214 дастгоҳи корӣ тартиб диҳед.

5. Пояро дар назди нова чунон гузоред, ки ҷадвали қатшуда дар баландии 1-2 см дар миёнаҷои нова ҷойгир шавад.

6. Ду сакқоро аз ду тарафи ҷадвал ҷойгир кунед. Монеаҳоро дар ду нӯғи нова ҷойгир кунед.

7. Ресмонро бо шамъ сӯзонед ва ба ду самти муқобил суръат гирифтани сакқоҳоро мушоҳида намоед.

8. Аз рӯи кӯчиши сакқоҳо дар вақти муайян ба суръатҳои гирифтаи сакқоҳо баҳо диҳед. Яъне тағйирёбии импульси сакқоҳо баробар, самташон муқобил:

$$m_1 \Delta v_1 = m_2 \Delta v_2.$$

Дигар хел карда гӯем, импульси умумии сакқоҳо то ва баъди таъсири байниҳамдигарии онҳо доимӣ мемонад.

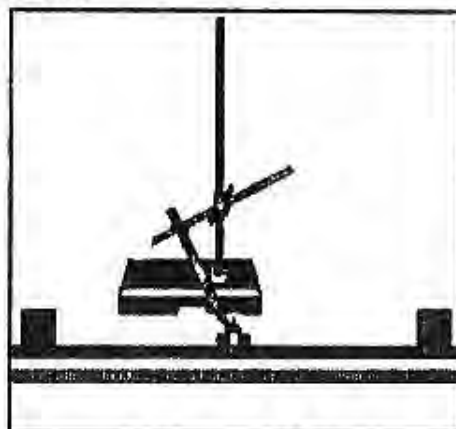
9. Таҷрибаро бо сакқоҳои массаашон гуногун (аз як тараф як ва аз тарафи дигар ду сакқо) такрор кунед.

10. Оид ба натиҷаи кор хулоса бароред.

Супоришҳоро дар таҷриба санҷида, ҷавобҳо нависед.

1. Як сакқоро дар қисми мобайни нова ором гузоред. Аз нӯғи нова бо дастатон сакқои дигарро тела диҳед. Баъди бархӯрӣ ба суръат ва самти сакқоҳо баҳо диҳед.

2. Аз як нӯғи нова ба як самт ду сакқоро бо суръатҳои гуногун ($v_2 > v_1$) пайи ҳам тела диҳед. Баъди бархӯрӣ ба самт, суръат ва импульсҳои онҳо баҳо диҳед.



Расми 214

3. Ду саккои якхеларо аз ду тараф ба мукобили якдигар тела диҳед. Ба суръат ва самти ҳаракати онҳо баҳо диҳед.

7. Омӯзиши Қонуни бақои энергияи механикӣ

Таҷҳизот: динамометри лабораторӣ, чадвали миқёси миллиметридошта, бори массааш $(0,100 \pm 0,002)$ кг, поя бо панча ва қаппакаш.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Формулаҳои зеринро ба хотир биёред:

1) Энергияи потенциалии ҷисми аз сатҳи Замин боло бардошташуда

$$(E_n = mgh)$$

2) Энергияи потенциалии пружинаи тазйикшуда

$$(E_n = \frac{kx^2}{2})$$

3) Энергияи кинетикии ҷисм

$$(E_k = \frac{mv^2}{2})$$

2. Ба монанди расми 215 дастгоҳи корӣ тартиб диҳед.

3. Борро ба пружина овехта сар диҳед.

4. Энергияи ибтидоии борро бо мавриде муқоиса намоед, ки қувваи вазнинӣ ва қувваи чандирии пружинаи ёзидашуда баробар мешаванд.

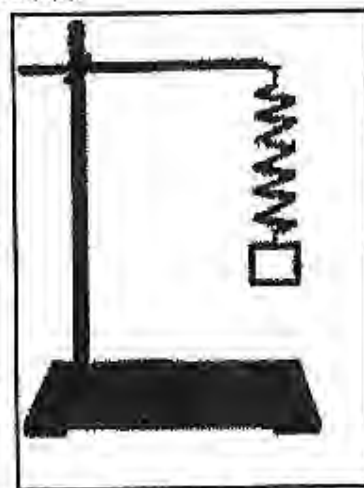
5. Муайян кунед, ки энергияи бор ҳангоми ором овозон будан нисбат ба нуқтаи дар боло ишоратшуда чӣ гуна аст?

6. Энергияи пружинаро дар ҳолати беҳаракат будани бор муайян кунед.

7. Алоқамандии энергияи бор дар ибтидои афтиш ва энергияи пурраи бору пружина ҳангоми ба қувваи вазнинӣ баробар шудани қувваи чандирии пружина нишон дода шавад.

8. Исбот кунед, ки энергияи кинетикии бори афтанда ҳангоми баробаршавии қувваҳои вазнинию чандирий ба энергияи потенциалии баробар аст.

9. Аз таҷҳизоти дар иштироатон буда истифода бурда, исбот кунед, ки камшавии энергияи бори ба пружина овехташуда ба суммаи афзоиши энергияи кинетикии бор ва энергияи потенциалии пружинаи тазйикшуда дар лаҳзаи аз ҳолати мувозинат гузаштани бор баробар аст.



Расми 215

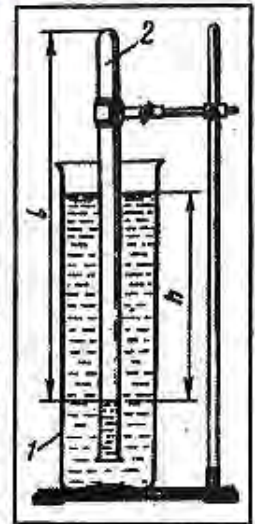
? Саволҳо барои худсанҷӣ

1. Энергияи пурраи механикӣ чист?
2. Таҷрибаеро фаҳмонед, ки табдили энергияҳои потенциалию кинетикӣ (ва баръакс)-ро нишон диҳад.

8. Санҷиши таҷрибавии Қонуни Бойл-Мариотт

Таҷҳизот: устувонаи шишагии баландиаш 40 см бо обаш; найчаи шишагии дарозииаш 40-50 см, ки як нӯғаш маҳкам аст; ҷадвали ченкунии тақсимоти миллиметрдошта; барометр-анероид БР-52 (умумӣ, барои синф); пояи универсалӣ.

Маълумоти мухтасари назариявӣ. Қонуни Бойл-Мариоттро бо ёрии таҷҳизоти нисбатан сода, ки дар расми 216 нишон дода шудааст, санҷидан мумкин аст. Агар ба устувонаи обдори 1 нӯғи кушоди найчаи 2-ро ғўтонем, пас фишори ҳавои дохили он ба суммаи фишорҳои атмосферӣ ва гидростатикӣ сутуни оби баландиаш h баробар мешавад. Барои сода шудани ҳисобот фишори атмосферӣ ва фишори сутуни обро бо мм.сут.сим чен бояд кард. Зичии об аз зичии симоб 13,6 маротиба кам аст, аз ин рӯ, сутуни оби баландиаш h мм фишори



Расми 216

ба $\frac{h}{13,6}$ мм баландии сутуни симоб баробарро ба вучуд меоварад. Ҳавои дохили найча зери фишори

$$P = H + \frac{h}{13,6}$$

мешавад, ки ин ҷо H -фишори атмосферӣ бо миллиметрҳои сутуни симоб ифодашаванда буда, h -фарқи сатҳҳои оби устувона (цилиндр) ва найча, ки бо миллиметрҳо чен карда мешавад, мебошанд.

Ҳаҷми ҳавои найча $V = S\ell$ аст, ки ин ҷо ℓ -дарозии сутуни ҳаво, S -масоҳати буриши арзии сутун мебошанд. Азбаски масоҳати буриши арзии найча (яъне, сутуни ҳаво ҳам) доимӣ аст, пас қимати V -ро шартан аз рӯи қимати ададии ℓ ёфтан мумкин аст. Вобаста ба тағйирёбии чуқурии ғўтидашавии найча ҳаҷм ва фишори ҳавои дохили он тағйир меёбад.

Нишондод барои иҷрои кор

1. Фишори атмосферӣ H -ро ба тавассути барометр бо мм.сут.сим чен кунед (ҳавои дохили найча пеш аз ғўтонидани он ба об зери ҳамин фишор қарор дорад).

Эзоҳ. Ҳангоми иҷрои кор найчаи обдорро муҳлати зиёд бо даст дошта наистед, вагарна бо таъсири ҳарорати даст бузургҳои ченшаванда тағйир

меёбанд.

2. Найчаро бо нӯги кушодаш то чуқурии максималӣ ба об ғутонед. Дарозии сутуни ҳавои найча ва фарқи сатҳҳои дохилию берунии обро дар он ва устувона (h) чен кунед.

3. Ченкунии ℓ ва h -ро барои ду чуқурии нисбатан камтари ғутидашавии найча тақрор кунед.

4. Барои ҳар се таҷриба қимати $\left(H + \frac{h}{13,6}\right)\ell$ -ро ҳисоб кунед, онҳоро муқоиса намуда, хулоса бароред.

5. Хатоҳои мутлақ Δc ва нисбӣ $\frac{\Delta c}{c}$ -ро ҳисоб кунед.

6. Натиҷаҳои ченкунӣ ва ҳисобкунӣҳоро дар ҷадвали 7 нависед.

Ҷадвали 7

№ таҷриба	H, м	h, м	ℓ (V), м	$P = \left(H + \frac{h}{13,6}\right)$, мм.сут.сим.	$\left(H + \frac{h}{13,6}\right)\ell = C$	Δc	$\sigma = \frac{\Delta c}{c}$
1							
2							
3							

❓ Саволҳо барои худсанҷӣ

1. Барои чӣ хангоми гузаронидани таҷриба найчаро бо даст дер доштан лозим нест?
2. Дар Қонуни Бойл-Мариотт доими C чӣ мазмуни физикӣ дорад?
3. Магар донишҷӯ масоҳати буриши арзии найча дар таҷриба нақши муҳим мебозад?

9. Муайян кардани модули чандирии резин

Таҷҳизот: тасмаи резинии дарозиаш 20-30 см, ки дар як нӯгаш ҳалкаи симин дорад; динамометри лабораторӣ барои 4 Н; ҷадвали ченкунии тақсимоти миллиметрдошта, штангенциркул.

Маълумоти муҳтасари назариявӣ. Формулаи Қонуни Ҳукро барои ёзиши ҷисм ба таври зерин навиштан мумкин аст:

$$F = \frac{ES}{\ell} \Delta \ell$$

Пас

$$E = \frac{F \cdot \ell}{S \Delta \ell}$$

мешавад. Ин ҷо E -модули чандирии (Юнг) моддаест, ки ҷисми тазйиқшаванда

аз он сохта шудааст. Бузургҳои F , ℓ , S ва $\Delta\ell$ -ро чен карда, модули чандирӣ E -ро муайян карда метавонем.

Нишондод барои иҷрои кор

1. Бо ёрии штангенциркул бар ва гафсии тасмаи резиниро чен кунед ва масоҳати буриши арзии онро ҳисоб кунед.
2. Нуги озоди тасмаи резиниро ба поя маҳкам карда, дарозии онро аз тегаи поёни панҷаи поя то ҳалқа чен кунед.
3. Чангаки динамометрро аз ҳалқаи симин гузаронида, резинаро кашида дароз кунед. Қувваи чандириро ҳангоми дарозшавии резина ба 5,10,15,20,30 мм чен кунед.
4. Аз рӯи ин маълумот графика аз қувва вобаста будани ёзиши резинаро соzed.
5. Дар график қитъаи хати ростро ҷудо кунед ва дар ҳудуди он модули чандириро барои се-чор қимати қувва ҳисоб кунед.
6. Қимати миёнаи модули чандириро ҳисоб кунед.

? Ба саволҳо ҷавоб нависед

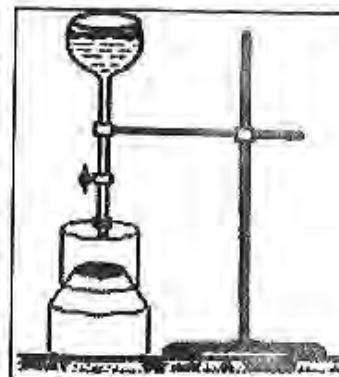
1. Модули чандирӣ чист?
2. Агар барои гузаронидани таҷриба тасмаи резинии масоҳати буриши арзиаш дигар интиҳоб карда шавад, оё қимати модули чандирӣ тағйир меёбад? Агар тасма дарозтар интиҳоб шавад чӣ?
3. Барои чӣ ҳангоми муайян кардани модули чандирӣ қимати қувваро аз қитъаи ростхаттаи график интиҳоб кардан беҳтар аст?

10. Муайян кардани коэффитсиенти кашвиши сатҳи моеъ

Таҷҳизот: штангенциркул, фонаи ченкунӣ, тарозу, борҳои тарозу, поя бо панҷа ва қаппак, колбаи шишагин, истакони химиявӣ (50 мл), қиф, ҷумаки шишагин, ки чакрарез дорад, оби муқаттар.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Таҷҳизоти заруриро истифода бурда аз рӯи расми 217 дастгоҳи корӣ тартиб диҳед.
2. Штангенциркул ва фонаи ченкуниро истифода бурда, кутри сӯроҳии найчаи чакрарезро муайян намоед.
3. Массаи истакони химиявиро бо саҳеҳии то ҳиссаҳои садякии грамм муайян кунед.
4. Ҷумакро маҳкам карда, аз колба бо қиф оби муқаттар резед. Колбаи ба болояш истакон гузошташударо зерин найчаи чакрарез гузоред ва бо тадриҷ ҷумакро кушоед то, ки чакраҳо оҳиста-оҳиста резанд (30-40 чакра дар ҳар дақиқа). Дар айни ҳол гуфтан мумкин аст, ки чакраҳо фақат бо таъсири қувваи



Расми 217

вазнини пайдо мешаванд.

5. Шумораи муайяни чакраҳоро ҳисоб карда, аз нав истаконро барқашед ва массаи обро муайян созад.

6. Қимати бузургихоро ба формулаи $\alpha = \frac{Mg}{n\pi D}$ гузошта, коэффитсиенти кашиши сатҳро ҳисоб кунед.

7. Массаи обро тағйир дода, ҳисоботро аз нав такрор намоед.

❓ Саволҳои барои худсанҷӣ

1. Коэффитсиенти кашиши сатҳ аз қутри чакрарез чӣ гуна вобастагӣ дорад?

2. Агар ба ҷои оби муқаттар оби муқаррариро истифода намоем, оё қимати коэффитсиенти кашиши сатҳ дигар мешавад?

3. Агар барои ҳосилшавии чакраҳо ба ғайр аз қувваи вазнинӣ боз ягон қувваи дигар (масалан, қувваи фишор) таъсир намояд, магар қимати коэффитсиент тағйир меёбад?

11. Танзими қувваи ҷараён ва шиддат дар занҷири ҷараёни доимӣ

Таҷҳизот: манбаи ҷараёни доимӣ, амперметр, вольтметр, лампаи электрикӣ, калид, реостат, симҳои васлқунӣ.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Аз манбаи ҷараён, лампа, амперметр, реостат, калид ва вольтметр занҷири электрикӣ тартиб диҳед.

2. Схемаи занҷирро дар дафтарадон кашед.

3. Давонаки реостатро дар мавқеи муқовимати зиёдтарин гузошта, занҷирро сарбаста намоед. Қимати қувваи ҷараён ва шиддатро чен карда, дар дафтарадон нависед.

4. Давонаки реостатро ба тарафи муқобил кӯчонда ба нишондоди амперметр, вольтметр ва равшании лампа диқат диҳед. Нишондоди асбобҳоро дар ҳолатҳои ба қимати миёна наздик ва барои нӯги муқобили реостат қайд кунед.

5. Ҳангоми тағйирёбии муқовимат графикаи вобастагии қувваи ҷараёну шиддатро дар дафтарадон кашед.

❓ Саволҳои барои худсанҷӣ

1. Барои чӣ ҳангоми кӯчиши давонаки реостат нишондоди амперметр ва равшании лампа тағйир меёбанд?

2. Барои чӣ реостатҳоро бо муқовиматҳои ҳархела, барои ҷараёнҳои гуногун месозанд?

3. Чӣ гуна реостатҳоро медонед?

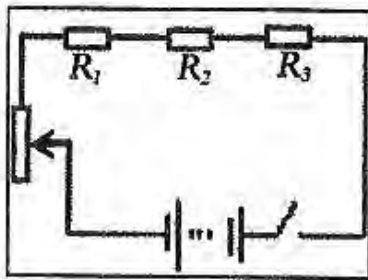
4. Дар давонаки реостат навиштаҷоти «6В, 2А» сабт шудааст. Ин чӣ маънӣ дорад?

12. Пайдарпай ва мувозӣ пайвастунии ноқилҳо

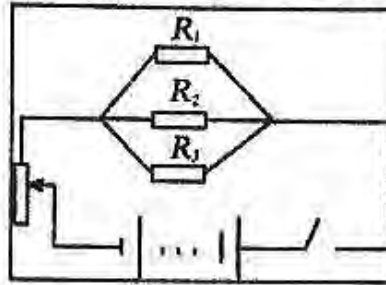
Тачҳизот: амперметр, вольтметр, се муқовимати аз сим тайёркардашуда, реостат, калид, батареяи аккумуляторҳо, симҳои васлқунӣ.

Нишондод барои иҷрои кор.

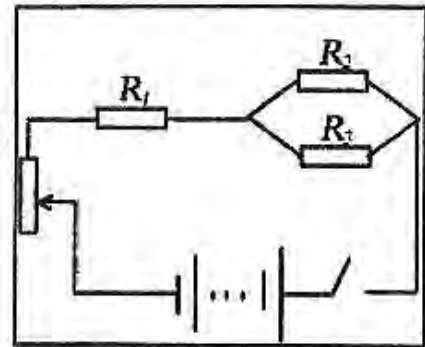
1. Аз рӯи расми 218 занҷири электрикӣ тартиб диҳед. Асбобҳои ченқунанда (амперметр ва вольтметр)-ро дар қитъаҳои гуногуни занҷир пайваस्त карда, қимати қувваи ҷараён, шиддат ва муқовиматро муайян кунед.
2. Муқовимати умумии занҷирро ҳисоб кунед.



Расми 218



Расми 219



Расми 220

3. Аз рӯи расми 219 занҷир тартиб диҳед. Аз нав қувваи ҷараён, шиддат ва муқовиматро дар қитъаҳои занҷир муайян созед.
4. Муқовимати умумии занҷирро ҳисоб кунед.
5. Аз рӯи расми 220 занҷири нав тартиб диҳед ва муқовимати умумии онро муайян намоед.
6. Аз рӯи маълумоти ҳосилшуда ҷадвали 8-ро пур кунед.

Ҷадвали 8.

	Пайвасти пайдарпай				Пайвасти мувозӣ				Пайвасти омехта			
	R_1	R_2	R_3	R	R_1	R_2	R_3	R	R_1	R_2	R_3	R
Муқовимати қитъаҳо	R_1	R_2	R_3	R	R_1	R_2	R_3	R	R_1	R_2	R_3	R
Қувваи ҷараён	J_1	J_2	J_3	J	J_1	J_2	J_3	J	J_1	J_2	J_3	J
Шиддат	U_1	U_2	U_3	U	U_1	U_2	U_3	U	U_1	U_2	U_3	U

❓ Саволҳо барои худсанҷӣ

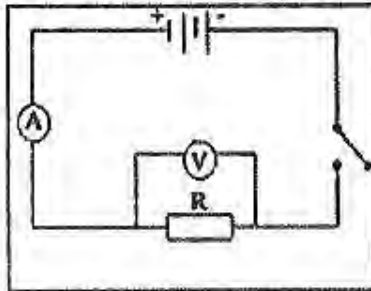
1. Ҳангоми пайвастуниҳои пайдарпай ва мувозӣ дар занҷир чӣ гуна тағйирот ба вуҷуд меояд?
2. Моҳияти амалии ин пайвастуниҳоро шарҳ диҳед.

13. Муайян кардани муқовимати хоси ноқил

Таҷҳизот: амперметр, вольтметр, лентай ченкунӣ, штангенциркул, батареяи аккумуляторҳо, симҳои аз моддаҳои гуногун сохташуда, ки 65-70 см дарозӣ доранд, калид, симҳои васлкунӣ.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Дарозии сими озмоишӣ (муқовимати зиёд дошта)-ро бо лентай ченкунӣ муайян кунед. Баъд кутри онро бо штангенциркул муайян карда, масоҳати буриши арзии онро ҳисоб кунед.



Расми 221

2. Акнун батареяи аккумуляторҳо бо амперметр, сими озмоишӣ ва калид пайдарпай пайваस्त намоед. Ба сим вольтметрро мувозӣ васл кунед (расми 221).

3. Занҷирро сарбаста карда, нишондоди асбобҳо ро навишта гиред.

4. Аз рӯи маълумоти ҳосилшуда муқовимати хоси ноқилро ҳисоб кунед.

5. Схемаи занҷири мазкурро истифода бурда, муқовимати хоси моддаҳои дигарро муайян кунед. Маълумоти ҳосилкардаатонро дар ҷадвали 9 қайд намоед.

Ҷадвали 9.

№ б/т	U, В	I, А	$l, м$	$S, м^2$	$\rho, Ом \cdot м$
1.					
2.					
3.					

6. Натиҷаи ҳосилшударо бо ҷадвали муқовимати хоси ноқилҳо муқоиса намоед.

7. Хатоҳои мутлақ ва нисбии ченкунӣҳо ҳисоб кунед.

? Ба саволҳо ҷавоб нависед.

1. Муқовимати хоси ноқил аз чӣ вобаста аст?
2. Муқовимати электрикии ноқил аз масоҳати буриши он чӣ гуна вобастагӣ дорад?
3. Вазифаи ҳар кадом элементҳои занҷири истифодакардаатонро нишон диҳед.

14. Муайян кардани ҚЭҲ ва муқовимати дохилии манбаи ҷараён

Таҷҳизот: манбаи ҷараён (аккумулятор ё батареяи элементҳо), реостат, амперметр, вольтметр, симҳои васлкунӣ.

Нишондод барои иҷрои кор.

1. Батарея, реостат, амперметр ва калидро пайдарпай пайваст карда, занчир тартиб диҳед.
2. Вольтметрро ба кутбҳои батарея пайваст кунед.
3. Қувваи ҷараёни дар занчир ва шиддати кутбҳои батареяро чен кунед.
4. Муқовимати занчирро тавассути реостат тағйир диҳед, қувваи ҷараён ва шиддатро аз нав чен кунед.
5. Занчирро кушода, ҚЭХ-и батареяро чен кунед.
6. Натиҷаҳои ченкуниро дар ҷадвали 10 нависед.

Ҷадвали 10.

№ б/т	Қувваи ҷараён, А	Шиддат, В	ҚЭХ, В	Муқовимати доҳилии манбаъ, Ом
1.				
2.				
3.				

7. Қонуни Омро истифода бурда, муқовимати доҳилии манбаи ҷараёниро аз рӯи маълумоти ҳар кадоме аз ченкуниҳо муайян кунед. Қимати миёнаи ҚЭХ ва муқовимати доҳилии манбаи ҷараёниро ёбед.
8. Схекаи занчирро дар дафтартон кашед.

? **Ба саволҳо ҷавоб нависед**

1. ҚЭХ-и манбаи ҷараён аз чӣ вобастагӣ дорад?
2. Агар муқовимати доҳилии манбаъ кам (ё зиёд) бошад, қувваи ҷараёни занчир чӣ гуна мешавад?

15. Муайян кардани эквиваленти электрохимиявии мис

Тачҳизот: тарозу бо борҳояш, амперметр, соати ақрабаки сониягарддошта, спиртовка ё плиткаи электрикӣ, манбаи ҷараён (12В), реостат, калид, электродҳои дастадори мисин, симҳои васлкунӣ, истакони девораш гафс барои 0,5л, маҳлули даҳани фаранг.

Нишондод барои иҷрои кор.

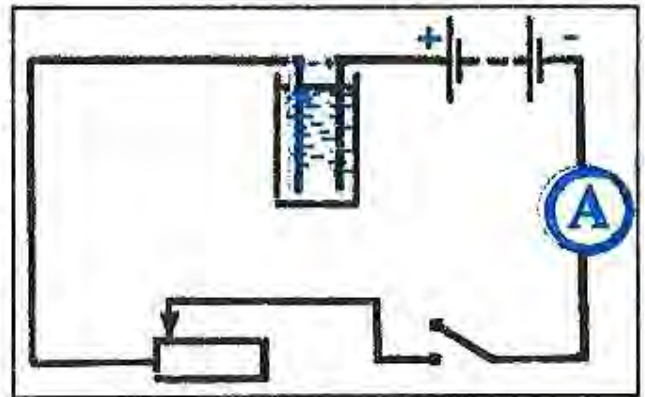
1. Яке аз лавҳаҳои мисинро нишона карда, дар тарозу бо саҳеҳии баланд баркашед, ки он ба сифати катод хизмат мекунад.
2. Ба истакони маҳлулдор ҳар ду электродро ҷой диҳед ва аз рӯи расми 222 занчири электрикӣ тартиб диҳед.
3. Вақтро ба қайд гиред ва занчирро сарбаста намоед. Реостатро истифода бурда, дарҳол дар занчир қувваи ҷараёни 1,5А-ро ба қайд гиред ва назорат кунед,

ки дар тӯли таҷрибагузаронӣ қимати қувваи ҷараён тағйир наёбад.

4. Баъди 10-15 дақиқа ҷараёнро қатъ намуда, электроди нишонашударо берун гиред. Ба сатҳи он даст назада, эҳтиёткорона онро бо об шӯед ва хушк кунед.

5. Электродро аз нав дар тарозу баркашида, массаи миси дар сатҳи он ҷудошударо муайян намоед.

6. Бузургии эквиваленти электрохимиявиро аз рӯи формулаи $k = \frac{m}{Jt}$ ҳисоб кунед.



Расми 221

❓ Саволҳо барои худсанҷӣ

1. Барои чӣ баъди дар сатҳи электрод ҷудо шудани мис онро хушк мекунанд?

2. Агар дар вақти гузаронидани таҷриба қимати қувваи ҷараён дар занҷир тағйир ёбад, магар натиҷа дигар мешавад?

3. Хатоҳои мутлақ ва нисбии ҷенкуниро муайян намоед.

МАШҚУ МАСЪАЛАҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Автомобил бо суръати \bar{v} ҳаракат мекунад. Систекаи сарҳисоберо интиҳоб намоед, ки нисбат ба он суръати автомобил ба сифр баробар бошад.

2. Ҷисм собитшироб ҳаракат мекунад. Дар сонияи аввал суръати он ба 1 м/с тағйир ёфт. Тағйирёбии суръат дар сонияҳои 2, 3...n-ум чӣ қадар мешавад?

3. Велосипедрон ҳаракатро аз ҳолати оромӣ оғоз менамояд. Вай баъди 100 м суръатро ба 8 м/с расонд. Ҳаракати велосипедронро собитшироб ҳисобида, шитоби онро муайян кунед.

4. Саққо баъди аз баландии 2 м афтодан ба кадом суръат соҳиб мешавад?

5. Радифи маснӯи Замин аз рӯи мадори гирдхатта дар баландии 200 км бо суръати 8 км/с ҳаракат мекунад. Шитоби марказрави радифро муайян кунед.

6. Радиуси мадори Замин дар гирди Офтоб $1,5 \cdot 10^{11}\text{ м}$ мебошад. Як сол тақрибан ба $3,14 \cdot 10^7\text{ с}$ баробар аст. Аз рӯи ин маълумот массаи Офтобро муайян кунед.

7. Мушакро аз сатҳи Замин таҳти кунҷи 45° нисбат ба уфуқ сар доданд. Барои он ки мушак ба ҳадафи дар масофаи ℓ (аз ҷои сардиҳӣ) дурбуда ва аз сатҳи Замин дар баландии h воқеъбуда рафта расад, бояд суръати ибтидоии вай чӣ қадар бошад?

8. Борро аз тайёрае партофтанд, ки нисбат ба Замин уфуқӣ, бо ягон суръати муайян мунтазам ҳаракат мекунад. Масир (траектория)-и ҳаракати ҷисм дар алоқамандӣ бо систекаи сарҳисоби тайёра чӣ гуна мешавад?

9. Болға ҳангоми афтиши озод пешраванда ҳаракат мекунад. Барои чӣ вай тоб намехӯрад?

10. Варақи қоғози сахтро устувонашакл ширеш кунед. Ба сатҳи дохилии он порчаи пластилинро часпонед. Агар устувонаи мазкурро ба ҳамвории моил хобонед, вай метавонад ба самти боло ҳаракат кунад. Чаро?

11. Радифи маснӯи Моҳ дар масофаи 1800 км дуртар аз маркази он воқеъ аст. Радиф бо кадом шитоб ҳаракат мекунад? Массаи Моҳ $7,3 \cdot 10^{22}\text{ кг}$, доимии ҷозиба $6,7 \cdot 10^{-11}\text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$.

12. Автомобили боркаши массааш 10 т бо суръати 10 м/с , автомобили сабукрави массааш $2,5\text{ т}$ бо суръати 40 м/с ҳаракат мекунанд. Шарти баробарии импульси автомобилҳоро шарҳ диҳед.

13. Ду аробачаи массаҳояшон $m_1=1\text{ кг}$ ва $m_2=2\text{ кг}$ ба истиқболи ҳамдигар бо суръатҳои $\bar{v}_1=2\text{ м/с}$ ва $\bar{v}_2=-1,5\text{ м/с}$ ҳаракат мекунанд. Ҳангоми бархӯрд онҳо якҷоя мешаванд. Суръати аробачаҳо баъди

зарбахӯрӣ чӣ қадар мешавад? Самти онҳо чӣ гуна мешавад?

14. Тӯби массааш 0,4кг-ро бо суръати 20м/с амудан ба боло партофтанд. Энергияи потенциалии тӯбро дар нуқтаи баландтарини масири ҳаракати он муайян кунед. (Муқовимати ҳаворо ба ҳисоб нагиред).

15. Ҷисми массааш m аз баландии h ба афтидан шурӯъ мекунад. Энергияи кинетикии ҷисм дар баландии $0,2h$ чӣ қадар мешавад? (Муқовимати ҳаворо ба ҳисоб нагиред).

16. 100 мол симоб кадом ҳаҷмро ишғол мекунад?

17. Дар 1г гази карбон (CO_2) чӣ қадар молекула вучуд дорад?

18. Массаҳои молии гидрогену гелиро ёбед.

19. Дар колбаи 162 л ҳаҷмдошта $3 \cdot 10^{22}$ молекулаи гелий вучуд дорад. Фишори газ дар колба 10^5 Па аст. Энергияи кинетикии миёнаи ҳар як молекула чанд аст?

20. Ҳангоми 2 маротиба хурд шудани ҳаҷми газ фишор 120 Па афзуд ва ҳарорати мутлақ 10% баланд гашт. Фишори ибтидоиро ёбед.

21. Агар зичии ҳаво дар шароити нормалӣ маълум бошад, пас массаи молярии он чанд аст?

22. Ҳаҷми газ аз $V_1=8$ л то $V_2=6$ л ба таври изотермӣ фишурда шуда, дар натиҷа фишор ба $\Delta P = 4$ кПа афзуда бошад, фишори ибтидоии газро ёбед.

23. Ҳангоми фишори нормалӣ атмосферӣ зичии ягон моддаи газмонанд дар ҳарорати $10^\circ C$ ба 265 кг/м³ баробар аст. Массаи молии ин моддаро ёбед.

24. Дар шароитҳои якхела зичии метан (CH_4) аз зичии оксиген (O_2) чанд маротиба фарқ мекунад?

25. Газ таҳти фишори $P=10^5$ Па қарор дорад. Вай изобарӣ васеъ шуда, қори $A=25$ Ҷ-ро иҷро намуд. Ҳаҷми газ чӣ қадар афзуд?

26. Ба калориметре, ки $0,25$ кг оби ҳарораташ $25^\circ C$ дорад, 10 кг буғи оби $100^\circ C$ ҳароратдоштаро сар доданд. Агар гармигунҷоиши калориметр 1000 Ҷ/кг бошад, дар он чӣ гуна ҳарорат барқарор мешавад?

27. Ҳангоми ба 60 К афзудани ҳарорати газ ҳаҷми он ба 1 л афзуд? Агар ҳарорат боз 30 К афзояд, ҳаҷми он (нисбат ба ҳаҷми пешина) чӣ қадар зиёд мешавад?

28. Ҳангоми таҳти фишори нормалӣ аз $T_1=280$ К то $T_2=300$ К зиёд кардани ҳарорат аз хонаи ҳаҷмаш $V=60$ м³ чӣ қадар массаи ҳаво хориҷ мешавад?

29. Зарфи обдорро хунук карда истода, оби онро чӣ тавр ҷӯшондан мумкин аст?

30. Ҳангоми ба 10 К изобарӣ гарм кардани 320 г оксиген чӣ қадар қор иҷро мешавад?

31. Ба истакони чойи гармдошта бори аввал қошуқи нуқрагин ва дафъаи дуюм қошуқи алюминийи ҳамон хел ҳаҷмдоштаро гӯтониданд. Дар кадом маврид ҳарорати чойи истакон бештар паст шуд?

32. Ба зарфе, ки 1,5кг об дораду ҳарораташ 15°C аст, 200г буғи оби ҳарораташ 100° -ро сар доданд. Баъди конденсатсияи буғ ҳарорати пурраи барқароршударо муайян кунед.

33. Дар печи судаш (ККФ) 50% 2т ангиштро сӯзонда чӣ қадар пӯлоди ҳарорати ибтидоиаш 20°C -ро гудохтан мумкин аст?

34. Ду сакқои пӯлодини якхела аз ҳамон як баландӣ афтиданд. Сакқои якум ба замини мулоим афтод. Сакқои дуюм ба санг зада, ба боло қафо гашт ва онро дар ягон баландӣ дошта гирифтанд. Кадом сакқо бештар гарм шуд?

35. Дар найчаи капиллярӣ спирт ба баландии 55см ва об ба баландии 146мм боло баромаданд. Зичии спиртро муайян кунед.

36. Дар ҳарорати 100°C зичии буғи сери об чӣ қадар аст?

37. Фишори нормалии буғи об дар ҳавои ҳарораташ 19°C ба 11кПа баробар бошад, намии нисбиро ёбед.

38. Дар асоси девори хиштии баландиаш 20м чӣ қадар шиддат ба вучуд меояд? Зичии хишт $1800\text{кг}/\text{м}^3$.

39. Агар термометри намноки психрометр 10°C ва термометри хушки он 14°C -ро нишон диҳанд, намнокии нисбӣ, фишори нормалӣ ва зичии буғи обро ёбед.

40. Ҳангоми ёзидани сими алюминийи дарозиаш 2м дар он шиддати механикии 35мПа ба вучуд омад. Дарозии нисбӣ ва муглаки симро ҳисоб кунед.

41. Дар ягон нуқтаи майдон ба заряди 2нКл қувваи 0,4мкН таъсир мекунад. Шадиияти майдонро дар ин нуқта ёбед.

42. Дар майдони шадиияташ 10кВ/м электрон бо кадом шитоб ҳаракат мекунад?

43. Суръати электрон дар майдони электрикӣ аз $\mathcal{V}_1 = 1 \cdot 10^7 \text{ м/с}$ то $\mathcal{V}_2 = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$ зиёд шуд. Фарқи потенциалҳои байни нуқтаҳои аввалу охири кӯчиши электронро ёбед. Нисбати заряди электрон бар массаи он $e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ аст.

44. Суръати электрон бо таъсири майдони электрикӣ аз 10 то 30мм/с зиёд гашт. Фарқи потенциалҳои байни нуқтаҳои ибтидоӣ ва интиҳои кӯчиши электронро муайян кунед.

45. Ғунҷоиши конденсатори ҳамвор, ки масоҳати ҳар кадоме аз лавҳаҳои он $S = 0,4 \text{ м}^2$ аст, чӣ қадар аст? Лавҳаҳо бо коғази парафинолудаи ($\epsilon = 2,2$) ғафсиаш 0,08мм аз якдигар ҷудо карда шудаанд.

46. Масоҳати буриши арзӣ ва дарозии сими мисини муқовиматаш $0,2 \text{ Ом}$ ва массааш $0,2 \text{ кг}$ -ро муайян кунед. Зичии мис 8900 кг/м^3 аст.

47. Спирали плиткаи электрикӣ сӯхт ва баъди аз нав пайвастан дарозии он каме кӯтоҳ гашт. Магар ин ба миқдори гармии аз плитка ҷудошаванда таъсир мерасонад?

48. Ҳангоми масоҳати рӯяҳои конденсаторро 2 маротиба ва масофаи байни онҳоро 3 маротиба кам кардан ғунҷоиши он чӣ гуна тағйир меёбад?

49. Бо конденсатори ғунҷоیشаш 10 мкФ 4 мкКл заряд доданд. Энергияи конденсатори заряднокшударо ёбед.

50. Шиддати конденсатори ғунҷоیشаш 20 мкФ -ро 2 маротиба зиёд карданд. Энергияи майдон ба $0,3 \text{ Ҷ}$ афзуд. Қиматҳои ибтидоии шиддат ва энергияи майдонро ёбед.

51. Агар нокилро дуқат карда тоб диҳем, муқовиматаш чӣ гуна тағйир меёбад?

52. Спирали плиткаи электрикӣ баъди таъмир аз пештарааш дида $0,1$ ҳисса кӯтоҳ шуд. Тавоноии плитка чӣ гуна тағйир ёфт?

53. Ҳангоми лампаро ба батареяи элементҳои ҚЭҲ-аш $4,5 \text{ В}$ пайваст кардан вольтметр шиддати 4 В ва амперметр қувваи ҷараёни $0,25 \text{ А}$ -ро нишон доданд. Муқовимати дохилии батареяро ҳисоб кунед.

54. Тавоноӣ дар қисми берунаи занҷир, ҳангоми 30 А будани қувваи ҷараён 180 Вт , ҳангоми 10 А будан 100 Вт аст. Муқовимати дохилӣ ва ҚЭҲ-и манбаи ҷараёнро ёбед.

55. Қимати қувваи ҷараён ҳангоми расиши кӯтоҳи аккумулятори ҚЭҲ-аш 12 В ва муқовимати дохилиаш $0,01 \text{ Ом}$ ба чӣ баробар аст?

56. Доимии Фарадейро дониста, эквиваленти электрохимиявии қалъагии ду ва чорвалентаро ёбед.

57. Шиддати ҳавзи электролитӣ мувофиқи меъёри техникӣ $0,4 \text{ В}$ аст. Барои тоза кардани 1 т мис чӣ қадар энергия сарф мешавад?

ҶАВОБИ МАШҚҲО

Машқи 1. 1. Тег нисбат ба маснуоти ҳарротишаванда хати спиралшаклро мекашад, вале нисбат ба дастгоҳ мунтазам ва ростхатта ҳаракат мекунад. 2. Нисбат ба Замин дар ҳаракат, нисбат ба комбайн-ором.

Машқи 2. 1. Нисбат ба вагон-амудан ба поён, нисбат ба роҳи оҳан-парабола. 2. $S=94,2\text{м}$, $\bar{S}=60\text{ м}$. 3. Ба дарозии роҳ.

Машқи 3. 1. 5м/с . 2. 6км , $6\cdot\sqrt{2}\text{км}$.

Машқи 4. 1. $g=15\text{км/ст}$. Агар онҳо ба самтҳои муқобил ҳаракат кунанд, пас $g=75\text{км/ст}$. 2. $g\approx 40\text{ с}$. 3. 75с , 450м . 4. 200с .

Машқи 5. 1. $g=45\text{км/ст}$. 2. 9с . 3. 24км/ст . 4. $1,6\text{с}$. 6. 10м/с .

Машқи 6. 1. $0,375\text{ м/с}^2$. 2. $12,8\text{ м/с}$; $\approx 92,4\text{м}$. 3. $g_1=0\text{м/с}$; $g_2=10\text{м/с}$; $g_3=18\text{м/с}$; $g_4=14\text{м/с}$; баъди 5с : $g_1=10\text{м/с}$; $g_2=10\text{м/с}$; $g_3=16\text{м/с}$; $g_4=18\text{м/с}$. 4. 2м/с ; 7м/с ; $0,6\text{м/с}^2$; $-0,4\text{м/с}^2$; 5с ; ба як тараф.

Машқи 7. 1. $\approx 7,6\text{км/с}$, $\approx 10^{-3}\text{рад/с}$. 2. 2м/с^2 .

Машқи 8. 1. $2,1\text{Н}$. 2. $0,5\text{м/с}^2$. 3. 280м/с .

Машқи 9. 1. 4м/с^2 . 2. $3,5\text{км/с}$. 3. $\approx 4100\text{км}$. 4. 88дак . 5. $7,1\text{км/с}$.

Машқи 10. 1. 11200Н . 2. Не, қувваи тарангии ресмон 90Н мешавад. 3. $\approx 2,67\cdot 10^{-2}\text{Н}$. 4. Азбаски массаи Замин назар ба массаи ҷисмҳои гирду атрофи мо калон аст, фақат қувваи ҷозибаи байни Замину ҷисмҳо ба назар мерасад. 5. $5,1\text{кг}$. 6. 21Н . 7. $22,5\text{см}$. 8. 4900Н , 10м . 10. 117кН . 11. 66кН . 12. 5с .

Машқи 11. 1. 2 ва 30 не. 2. 10см дуртар аз тарафи бори калон.

Машқи 12. 1. Дар ҳар шабонарӯз 2 дақиқаю 36 сония қафо мемонад. 2.

$$T = \frac{\pi g}{g \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad v = \frac{g \sin \frac{\alpha}{2}}{\pi g}$$

Машқи 13. 1. 30° . 2. 435м .

Машқи 14. 1. $g\approx 0,85\text{м/с}$, ароба бо варзишгар ба самти ҳаракати варзишгар ҳаракат мекунад. 2. 1040м/с .

Машқи 15. 1. $332,5\text{кВт}$. 2. $19,6\cdot 10^6\text{Ҷ}$. 3. Ҳа. 4. 4м . 5. 200кҶ . 6. 800 м/с . 7. 160Н . 8. $3,75\text{Ҷ}$. 9. $12,5\text{Ҷ}$. 10. 45м . 11. $6,6\text{м}$. 12. 16Ҷ .

Машқи 16. 1. 46с . 2. $\approx 3\text{с}$. 3. $5,6\text{кН}$. 4. 10^6м/с^2 . 5. 50с . 6. 780 Н . 7. 1200Н . 8. $2,5\text{с}$. 9. $\approx 7,33\text{км/с}$. 10. $0,2\text{м/с}$. 11. $\approx 1,57\text{м/с}$. 12. $-0,32\text{Ҷ}$. 13. 500т . 14. $\approx 6,3\text{км/с}$. 15. 10^5кВт .

16. -240мҶ . 17. 5Ҷ . 18. 1Ҷ . 19. $3,5\cdot 10^7\text{м}^3$. 20. $2,56\text{Н}$. 21. $\frac{1}{4}$ (ё 4). 22. 20м/с .

Машқи 17. 1. 32; 16; 34. 2. $5,3\cdot 10^{-26}\text{кг}$; $2,65\cdot 10^{-26}\text{кг}$; $5,6\cdot 10^{-26}\text{кг}$. 3. $2,1\cdot 10^5$. 4. $2,5\text{ мол}$. 5. $32\cdot 10^{-3}\text{кг/мол}$, $16\cdot 10^{-3}\text{кг/мол}$; $34\cdot 10^{-3}\text{кг/мол}$.

Машқи 18. 1. $2,5\cdot 10^6\text{Па}$. 2. $\approx 9,8\text{кг}$, 3. $1,5\text{кг}$, 125 кг/м^3 .

Машқи 19. 1. $2,56 \cdot 10^3$ Па меафзояд. 2. Ҳангоми баланд шудани ҳарорат фишори дохилии баллон меафзояд ва хавфи таркиши он пайдо мегардад. 3. 2,24 л. 4. Ҳаҷм меафзояд.

Машқи 20. 1. Боз 64 кг обро иловагӣ буг бояд кард. 2. 22%. 3. То 4°C . 4. Ҳавон бинои дуҷум 2 маротиба буги бештар дорад. 5. Халал мерасонад, чунки дар ҳарорати 11°C шабнам мерезад.

Машқи 21. 1. Барои об. 2. $7,8 \cdot 10^{-2}$ Н/м.

Машқи 22. 1. Ҳа. Сатҳи об ҳангоми хунукшавӣ баланд мешавад. 2. $2,2 \cdot 10^{-2}$ Н/м. 3. $\approx 6 \cdot 10^{-2}$ м.

Машқи 23. 1. Ҳангоми сахтшавии бетон арматура кашида мешавад. Бетон фишурда шуда шиддати он меафзояд. 2. $2 \cdot 10^{11}$ Н/м².

Машқи 24. 1. 3. 2. $1,5 \cdot 10^8$ Н/м².

Машқи 25. 1. $2,4 \cdot 10^7$. 2. $\approx 3 \cdot 10^7$ Ҷ.

Машқи 26. 1. $7,3 \cdot 10^3$ Ҷ.

Машқи 27. 1. 67%. 2. Қисми кориро бе хунуккунак ба ҳолати аввала баргардонидан мумкин нест. 3. Ин энергияро бо роҳи гарминақлкунӣ барои гарм кардани қисмҳои бештар хунук истифода кардан мумкин аст.

Машқи 28. 1. 0,65. 2. $6,4 \cdot 10^6$ Ҷ.

Машқи 29. 1. $5,4 \cdot 10^3$ Па. 2. $2,4 \cdot 10^{25}$ м⁻³. 3. 241 К. 4. $\approx 1,7 \cdot 10^{-2}$ кг. 5. 50 мН/м. 6. 140 Н. 7. 300 Ҷ. 8. 0°C . 9. 200 Ҷ. 10. 57%. 11. $2,5 \cdot 10^{-19}$. 12. ≈ 146 см³. 13. ≈ 26 м Ҷ. 14. $\approx 6 \cdot 10^{-2}$ м. 15. 5 кҶ. 16. 0,65. 17. Не, қисми кориро хунуккунак ба ҳолати ибтидоиаш бармегардонад. Яъне бе вай давр иҷро намешавад.

Машқи 30. 1. $1,1 \cdot 10^{20}$ Н. 2. $\approx 6,2 \cdot 10^{-3}$ Кл. 3. $\approx 0,55 \cdot 10^{-19}$ Н/Кл. 4. 0. 5. $\approx 0,77 \cdot 10^{-15}$ Н/Кл.

Машқи 31. 1. $2 \cdot 10^{-3}$ м. 2. Энергияи майдони электрикӣ \mathcal{E} маротиба кам мешавад. 3. $8 \cdot 10^{-19}$ Кл. 4. 1,77 пФ.

Машқи 32. 1. 4 Ом. 2. 13 В. 3. 16 В; 0,5 А. 4. 5 В. 5. 10 Ом. 6. 20 В. 7. Кам шуд. 8. 300 А.

Машқи 33. 1. 3 А. 2. 3,8 В; 1,5 Ом. 3. ≈ 5 Ом.

Машқи 34. 1. 0,04 Ом. 2. $\approx 1,3 \cdot 10^4$ Ом; 20 маротиба. 3. $\epsilon_2 / \epsilon_1 = r_2 / r_1$;

$J_1 = \epsilon_1 / r_1$; $J_2 = \epsilon_2 / r_2$; $J_{AB} = \epsilon_1 / r_1 - \epsilon_2 / r_2$; 5. 3 Ом; 0,5 А.

Машқи 35. 1. $\approx 0,87$ мм; $1,5 \cdot 10^9$ м, 2. $6,25 \cdot 10^{-4}$ м/с

Машқи 36. 1. 160,8 Ом. 2. 39,6 Ом-45,96 Ом. 3. $0,0044$ К⁻¹.

Машқи 37. 1. $8 \cdot 10^5$ м/с. 2. $\approx 8 \cdot 10^5$ м/с; $1,2 \cdot 10^6$ м/с. 4. Дар ноқили АВ $\approx 1,6 \cdot 10^4$ м/с; дар байни электродҳо $\approx 4 \cdot 10^6$ м/с.

Машқи 38. 1. $\approx 5 \cdot 10^7$ м/с. 2. ≈ 28 В.

Машқи 39. 1. $1,12 \cdot 10^6$ кг/Кл. 2. $\approx 0,4$ кг. 3. $\approx 2,5 \cdot 10^3$ с. 4. 300 кг. 5. $0,3 \cdot 10^6$ кг/Кл. 6. 7,4

Машқи 41. 1. $\approx 0,83 \cdot 10^{-6}$ Кл. 2. $\approx 5,04 \cdot 10^4$ Н/Кл. 3. $\approx 9,15 \cdot 10^{-22}$ Н,

$\approx 0,29$ м. 4. $E = \frac{|q|}{\epsilon S} = \frac{|q|}{4\pi\epsilon_0(r+d)}$. 5. $7,4 \cdot 10^4$ В. 7. 210 варақ. 8. 9 В, 3 Ом. 9.

1,5 бор. 10. 9,6 В, 4 А. 11. 0,45 В, 0,5 Вт. 12. $3,2 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. 13. 102 ст. 14. $3 \cdot 10^4$ Ҷ. 15. Лампаи тавоноиаш хурд дарҳол месӯзад, лампаи тавоноиаш калон хира фурузон мешавад. 16. 0,5 А, 5,75 В, 0,25 В. 17. 2,95 кОм. 18. Ду маротиба кам

мешавад. 19. $\approx 6,2$ т. 20. 4,5мкФ.

Ҷавобҳои машқу масъалаҳо барои такрор

3. 0,32м/с. 4. 6,32м/с. 6. $\approx 2 \cdot 10^{30}$ кг. 7. $\mathcal{G} = \ell \sqrt{\frac{g}{\ell - h}}$. 11. 1,5м/с². 13. $-\frac{1}{3}$ м/с.

14. 160Ҷ. 15. $\frac{4}{5} mgh$. 16. 1,5л. 17. $1,4 \cdot 10^{22}$. 18. 0,004кг/мол. 19. $6 \cdot 10^{-21}$ Ҷ. 20. 10^5 Па.
21. 0,029кг/мол. 22. 12кПа. 23. $5,8 \cdot 10^{-3}$ кг/мол. 24. 0,5 маротиба. 25. $2,5 \cdot 10^{-4}$ м³.
26. $\approx 37^0$ С. 27. 1,5л. 28. ≈ 5 кг. 32. 89⁰С. 33. ≈ 40 т. 35. 800кг/м³. 36. 0,59кг/м³.
37. 50%. 38. $3,6 \cdot 10^5$ Н/м². 39. 50%, 0,96кПа, 7,3г/м³. 40. 0,0005, 1мм. 41. 200В/м.
42. $1,76 \cdot 10^{15}$ м/с². 43. $-2,3 \cdot 10^3$ В. 44. -2,3кВ. 45. 0,1мкФ. 46. 1,49мм², 15,8м. 48. 1,5
маротиба меафзояд. 49. $8 \cdot 10^{-6}$ Ҷ. 50. 100В, 0,1Ҷ. 51. 4 маротиба меафзояд.
52. 1,1 маротиба афзуд. 53. 2 Ом. 54. 0,2 Ом, 12В. 55. 1200 А. 56. 0,31 мг/Кл.
57. 330 кВт·ст.

МУНДАРИЧА

Қисми I. Механика

1.1. Мафхумҳои асосии кинематикӣ

§1. Ҳаракати механикӣ	6
§2. Ҳаракати ростхаттаи мунтазам. Масири (траектория) ҳаракати ҷисм	8
§3. Векторҳо. Амалҳо бо векторҳо	10
§4. Бузургҳои инвариантӣ ва нисбии кинематикӣ	13
§5. Ҷамъ кардани кӯчишҳо. Ҷамъ кардани суръатҳо	15
§6. Ҳаракати ростхаттаи номунтазам	18
§7. Суръат ва роҳ ҳангоми ҳаракати ростхаттаи собитшиғоб	20
§8. Афтиши озоди ҷисмҳо	23
§9. Ҳаракати қачхатта	25
Хулосаҳо аз фасли «Кинематика»	28

1.2. Асосҳои динамика

§10. Системаҳои сарҳисоби инерсиалӣ ва қонунҳои динамика	29
§11. Принсипи нисбият	34

1.3. Зухуроти қувваҳои табиат

§12. Қувваҳои ҷозиба (гравитатсионӣ)	37
§13. Муайян кардани массаи ҷирмҳои осмонӣ	38
§14. Ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда	39
§15. Ҳаракати радифҳои маснуи Замин. Суръати якуми кайҳонӣ	41
§16. Қувваҳои чандирӣ	43
§17. Қувваҳои соиш	43
Хулосаҳо аз фасли «Асосҳои динамика»	45

1.4. Статика

§18. Шартҳои мувозинати ҷисмҳо	46
Хулосаҳо аз фасли «Статика»	49

1.5. Ларзиш (лаппиш) ва мавҷҳои механикӣ

§19. Ҳаракати ларзишнок	49
§20. Табдили энергия ҳангоми ларзишҳои механикӣ	51
§21. Мавҷҳои арзӣ ва тӯлӣ. Дарозии мавҷ	53
§22. Инъикос ва шикасти мавҷҳо	54

§23. Интерференсия ва дифраксияи мавҷҳо	56
Хулосаҳо аз фасли «Ларзиш ва мавҷҳои механикӣ»	59

1.6. Қонунҳои бақо дар механика

§24. Импулси ҷисм. Қонуни бақои импулс	60
§25. Ҳаракати реактивӣ	61
§26. Кор ва энергия	63
§27. Қонуни бақои энергия	66
Хулосаҳо аз фасли «Қонунҳои бақо»	68

1.7. Гидростатика ва гидродинамика

§28. Вобастагии фишори моеъ аз суръати ҷоришавии он. Муодилаи Бернулли	70
§29. Кувваи болобурди болҳои тайёра	71
Хулосаҳо аз фасли «Гидростатика ва гидродинамика»	72

Қисми II. Физикаи молекули

2.1. Асосҳои назарияи молекули-кинетикӣ

§30. Нуқтаҳои асосии назарияи молекули-кинетикӣ	75
§31. Асоси таҷрибавии назарияи молекули-кинетикӣ. Ҳаракати броунӣ	76
§32. Андоза ва массаи молекулаҳо. Миқдори модда. Адади Авогадро	78
§33. Газҳои идеалӣ	82
§34. Ҳарорат ва ченкунии он. Мувозинати ҳароратӣ	83
§35. Таъсироти ҳарорат ва фишори газ дар асоси таъсироти молекули	84
§36. Муодилаи асосии назарияи молекули-кинетикӣи газҳо	89
§37. Муодилаи ҳолати газ	92
§38. Изоравандҳо (изопроцессҳо) дар газҳо	94
§39. Бугҳои сер ва носер. Вобастагии байни ҳарорати ҷӯшиш ва фишор	99
§40. Намнокии ҳаво. Намнокии мутлақ ва нисбӣ. Нуқтаи шабнам	102
§41. Хосиятҳои сатҳи моеъ. Энергияи сатҳ. Кашиши сатҳ	108
§42. Таршавӣ. Капиллярноки	113
§43. Ҷисмҳои сахти кристаллӣ ва аморфӣ. Соҳти кристаллҳо	118
§44. Соҳти дохилии кристаллҳо	121
§45. Тазйиқи (деформатсия) ҷисмҳои сахт	122

- §46. Чандирият, муртӣ ва мустаҳкамии ҷисмҳои сахт126
 Хулосаҳо аз фасли «Асосҳои назарияи молекулярӣ-кинетикӣ» . . .130

2.2. Асосҳои термодинамика

- §47. Энергияи дохилӣ ва тағйирёбии он ҳангоми гармигузаронӣ ва кор132
- §48. Қонуни якуми термодинамика135
- §49. Қори газ ҳангоми васеъшавӣ136
- §50. Татбиқи Қонуни якуми термодинамика дар равандҳои гази идеалӣ. Раванди адиабатӣ139
- §51. Бебозгаштии равандҳои ҳароратӣ142
- §52. Қонуни дууми термодинамика143
- §53. Принципи амали мошинҳои ҳароратӣ. Суди (ККФ) мошинҳои ҳароратӣ144
- §54. Мошинҳои ҳароратӣ ва мақоми онҳо дар хоҷагии халқ149
- §55. Мошинҳои ҳароратӣ ва муҳофизати муҳити зист155
 Хулосаҳо аз фасли «Асосҳои термодинамика»156

Қисми III. Электрик

3.1. Майдони электрикӣ

- §56. Қонуни бақои заряди электрикӣ159
- §57. Қонуни Кулон160
- §58. Майдони электрикӣ. Шадиияти майдони электрикӣ162
- §59. Ноқилҳо дар майдони электрикӣ166
- §60. Қори майдони электрикӣ ҳангоми кӯчиши заряд169
- §61. Потенциал ва фарқи потенциалҳо171
- §62. Ғунҷоноши электрикӣ172
- §63. Конденсаторҳо174
- §64. Навъҳои конденсаторҳо176
- §65. Энергияи майдони электрикӣ178
- §66. Диэлектрикҳо дар майдони электрикӣ.
 Нуфузпазирии диэлектрикӣ180
 Хулосаҳо аз фасли «Майдони электрикӣ»184

3.2. Қонунҳои ҷараёни доимӣ

- §67. Шартҳои зарурии мавҷудияти ҷараёни доимӣ.
 Манбаи ҷараён186
- §68. Қувваи электрҳаракатдиҳанда187
- §69. Қонуни Ом барои қитъаҳои якҷинса ва ғайриякҷинсаи занҷир188

§70. Қонуни Ом барои занҷири сарбаста	190
§71. Занҷири электрикӣ. Пайвасти пайдарпай ва мувозии ноқилҳо	193
§72. Қор ва тавоноии ҷараён	196
§73. Чен кардани қувваи ҷараён ва шиддати занҷир	199
Хулосаҳо аз фасли «Қонунҳои ҷараёни доимӣ»	202

3.3. Ҷараёни электрикӣ дар муҳитҳои гуногун

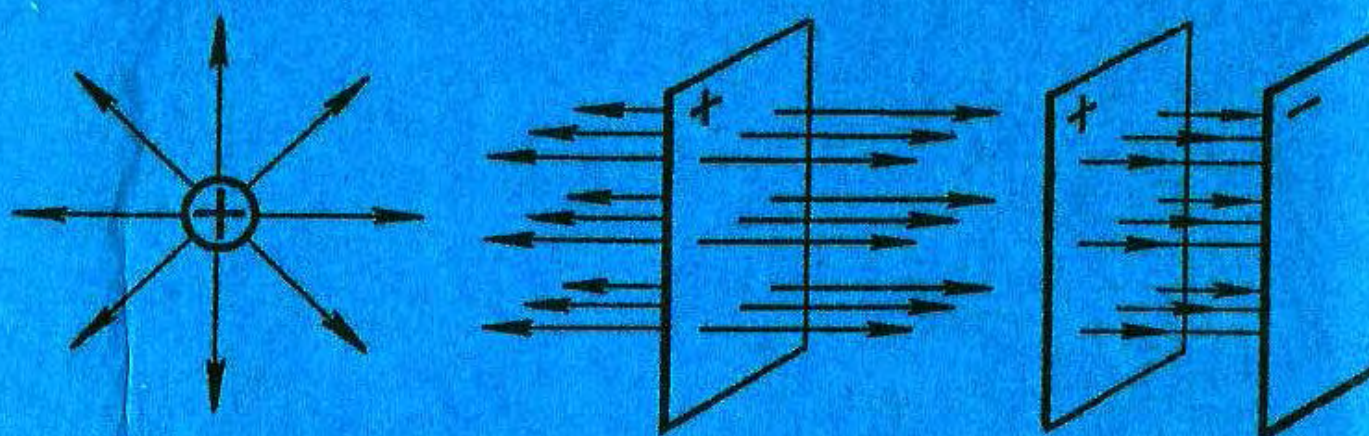
§74. Табиати ҷараёни электрикӣ дар филизот	204
§75. Исроти таҷрибавии ноқилияти электроники филизот	206
§76. Хусусиятҳои ҷараён дар филизот	208
§77. Фавқунноқилият	210
§78. Хосиятҳои электрикии нимноқилҳо	212
§79. Табиати ҷараёни электрикӣ дар нимноқилҳо	214
§80. Ноқилияти гашии нимноқилҳо	216
§81. Ноқилияти якҷарафаи қабати тамосӣ	218
§82. Триоди нимноқилӣ-транзистор	221
§83. Татбиқи асбобҳои нимноқилӣ дар техника	222
§84. Табиати ҷараёни электрикӣ дар ҳало (вакуум). Эмиссияи термоэлектронӣ	223
§85. Карнаӣи электроншӯъ	226
§86. Табиати ҷараёни электрикӣ дар электролитҳо. Қонуни Фарадей	228
§87. Табиати ҷараёни электрикӣ дар газҳо	231
§88. Таҳлилии мустақил	232
§89. Намудҳои гуногуни таҳлилии газҳо	234
§90. Плазма	237
Хулосаҳо аз фасли «Ҷараёни электрикӣ дар муҳитҳои гуногун»	238
§91. Ченкунӣ ва ҳисобкунии бузургҳои физикӣ	241
§92. Нишондоди умумӣ барои иҷрои корҳои лабораторӣ	243

Корҳои лабораторӣ

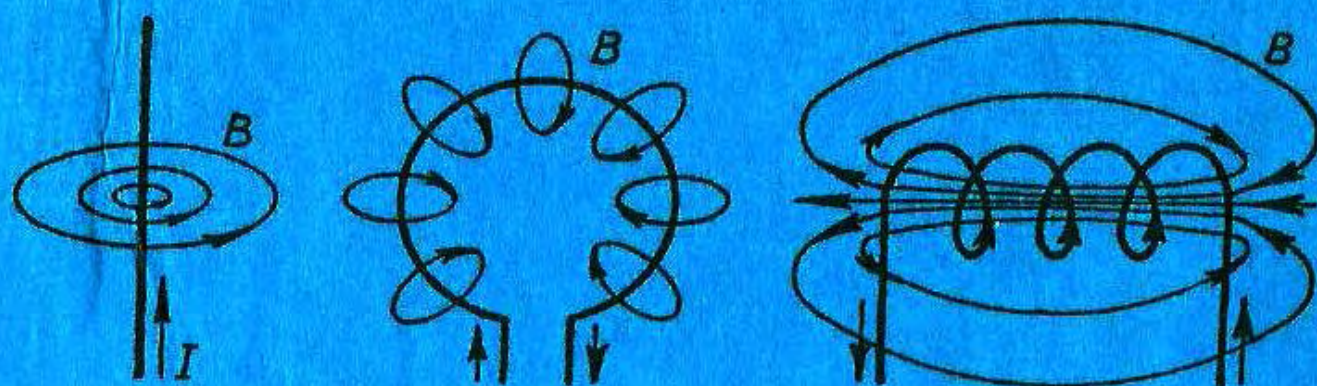
1. Чен кардани шитоби ҳисм ҳангоми ҳаракати собитшитоб	245
2. Омӯхтани ҳаракати ҳисми уфуқи партофташуда	245
3. Чен кардани саҳтии пружина	246
4. Чен кардани коэффитсиенти соиши лағзиш	247
5. Муайян кардани шитоби афтиши озод бо ёрии раққосаки математикӣ	248

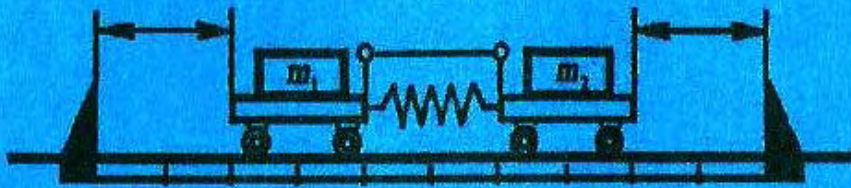
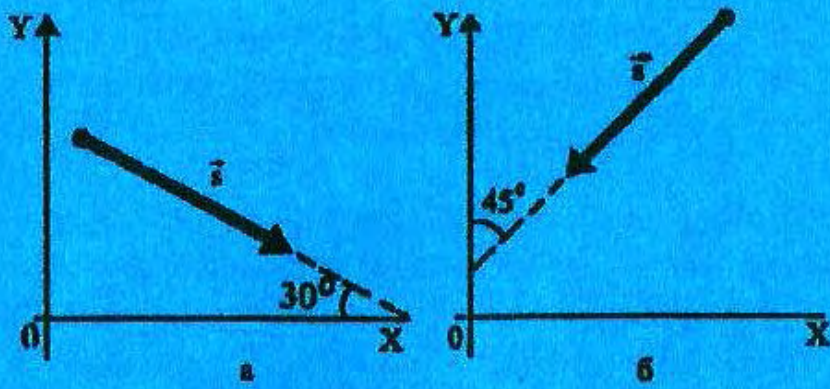
6. Санчиши Қонуни бақои импулс	249
7. Омӯзиши Қонуни бақои энергияи механикӣ	250
8. Санчиши таҷрибавии Қонуни Бойл-Мариотт	251
9. Муайян кардани модули чандирии резин	252
10. Муайян кардани коэффитсиенти кашиши сатҳи моеъ	253
11. Танзими қувваи ҷараён ва шиддат дар занҷири ҷараёни доимӣ	254
12. Пайдарпай ва мувозӣ пайваस्तкунии ноқилҳо	255
13. Муайян кардани муқовимати ҳоси ноқил	256
14. Муайян кардани ҚЭҲ ва муқовимати дохилии манбаи ҷараён	256
15. Муайян кардани эквиваленти электрохимиявии мис	257
Машқу масъалаҳо барои такрор	259
Ҷавоби машқҳо	263
Мундариҷа	266

МАЙДОНИ ЕЛЕКТРИКЇ



МАЙДОНИ МАГНІТЇ





ҚОНУНИ ҚОЗИБАИ УМУМИЧАҲОНӢ

