

Закирова Н. А.
Аширов Р. Р.

ФИЗИКА

Умумтаълим мактабларининг
9-синфи учун дарслик

9



2019

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ЖАЗУШЫ»
БАСПАСЫ

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3 я 72
3 16

*Қозогистон Республикаси
Таълим ва фан вазирлиги тасдиқлаган*

Ўзбек тилидаги нашрга «Жазушы» нашириёти тайёрлاغан

Закирова Н.А., Аширов Р.Р.

3-16 **Физика.** Умумтаълим мактабларининг 9-синфи учун дарслик / Н.А. Закирова,
Р.Р. Аширов. – Нұр-Сұлтан: «Арман-ПВ» баспасы – Алматы: «Жазушы»
баспасы, 2019. – 272 б.

ISBN 978-601-200-670-4

«Физика» дарслиги асосий ўртатаълим босқичининг 9-синфларига мүл-
жалланган янгиланиш доирасидаги таълим дастурига мувоғиқ ёзилган.
Дарслик материалларини баён қилишда ўқитишнинг илмийлиги ва ўқувчи-
ларнинг ёш хусусиятлари эътиборга олинган.

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3 я 72

ISBN 978-601-200-670-4

© Закирова Н.А., Аширов Р.Р., 2019

© «Арман-ПВ» баспасы, 2019

Барча хукуқлари ҳимояланган.

Босмахона рухсатисиз кўчириб
босиб чиқаришга бўлмайди.

Өзбек тіліне «Жазушы» баспасында
аударылды, 2019

Шартли белгилар

Таърифлар

Текшириш саволлари

Назарий материаллар бўйича ўз-ўзини текшириш учун саволлар

Машқлар

1

Синфда бажариладиган машқлар

Машқлар

1 у

Уй вазифаси

Экспериментал топшириқлар

Тадқиқот ишлари учун топшириқлар

Ижодий топшириқлар

Ижодий даражадаги топшириқлар



Топшириқ

Синфда бажариладиган топшириқлар



Эксперимент

Синфда бажариладиган экспериментал топшириқлар



Бу қизиқ!

Мавзуга оид қўшимча ахборотлар



Мухим ахборот

Мавзуни чуқурроқ тушуниш учун керакли ахборотлар



Ёдга туширинг!

Ўзлаштирилган материални тақорглаш учун топшириқлар



Дикқат қилинг!

Мураккаб топшириқларни бажаришга ёрдам берадиган ўкув материаллари



Жавобини айтинг

Физик ҳодисалар маъносини тушунтириш талаб этиладиган саволлар



Эслаб қолинг!

Эслатма



Дарсликда электрон иловада (CD-диск) ши турлари тавсия қилинган. Уни arman-pv.kz сайтидан юклаб олишингиз мумкин.

Сўз боши

Хурматли ўқувчилар! 9-синфга мўлжалланган ўқув материаллари физиканинг асосий курси дастурини тамомлади. Уни ўзлаштириш орқали сиз атрофингиздаги олам тўғрисида тасаввурга эга бўласиз.

Дарсликнинг биринчи тўртта бўлимида механик ҳодисалар табиати ёритилган. Бу боблар 7-синфда ўтилган «Тўғри чизиқли текис ҳаракат. Тезлик», «Йўл. Кўчиш», «Жисмларнинг ўзаро таъсири. Куч. Масса», «Энергия. Энергиянинг сақланиши» мавзуларининг давоми бўлиб ҳисобланади.

Механика физиканинг табиатдаги барча жисмларнинг ҳаракати ва ўзаро таъсирини ўрганадиган соҳасидир. Оламни ҳаракатсиз тасаввур қилиш мумкин эмас. Бутун коинотдаги каби бизнинг планетамизда ҳам жисмлар ҳаракатда бўлади. Бизнинг билим доирамизни кенгайтириш мақсадида дарсликда Қуёш системасида ва ундан ташқари соҳада фойдаланиш мумкин бўлган осмон механикаси қонунларини ва осмон жисмлари орасидаги масофаларни аниқлаш йўллари берилган. Атрофимиздаги оламда ҳамма нарса чамбарчас боғланган, механик тебранишлар ва тўлқинлар қонуниятларини электромагнит тўлқинлар ва тебранишларга ҳам қўллаш мумкин.

Электромагнит тўлқинлар ва тебранишларни ўрганиш, Ернинг ҳар бурчаги ва ундан ташқари обьектлар – Ернинг сунъий йўлдошлари ва симсиз алоқа ўрнатишга имкон берди. Уяли алоқа одатий воқеага айланди.

Электромагнит тўлқинларнинг ютилиши ва нурланишини ўрганиш – классик физика табиатдаги барча ҳодисаларни тушунтириб бера олмаслигини кўрсатди. XX аср бошларида «квант физикаси», «атом ва ядро физикаси», «элементар зарралар физикаси» соҳалари пайдо бўлди. Фазода рўй берадиган жараёнлар ва уларнинг пайдо бўлиш сирларини очадиган янги қонунлар яратилди.

Дарсликда ҳар бир мавзудан кейин «Жавобини айтинг» каби текшириш саволлари экспериментал ва ижодий топшириклар тавсия этилган. Топшириклар икки қисмдан иборат бўлиб, биринчи қисми синфда, иккинчи қисми уйда бажаришга мўлжалланган. Текшириш саволлари эътиборингизни мавзунинг асосий материалига қаратади. «Жавобини айтинг» саволлари физик ҳодисаларни таниб билишга ёрдамлашади. Экспериментал топшириклар тадқиқот ишларини ўрганишга ёрдам беради.

Лаборатория ишлари, жадвалда келтирилган катталиклар, машқларнинг жавоблари дарсликнинг охирида тавсия этилади.

Сизларга ижодий ютуқлар тилаймиз.

Муаллифлар

КИНЕМАТИКА АСОСЛАРИ

Бобни ўқиб-ўрганиш орқали сиз:

- моддий нуқта, саноқ системаси, механик ҳаракатнинг нисбийлиги түшунчаларининг физик маъносини тушунтира оласиз;
- тезлик ва кўчишларни қўшиш теоремаларидан фойдаланишни; векторларни қўшиш ва айиришни бажаришни, векторни скалярга қўпайтиришни;
- векторнинг координаталар ўқига проекциясини аниқлашни, векторни ташкил этувчиларга ажратишни;
- кўчишни, тезликни, тезланишни шу катталикларнинг вақтга боғлиқлиги графикларини аниқлашни;
- масалалар ечишда тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлик ва тезланишни ҳисоблаш формулаларини қўлланишни;
- масалалар ечишда тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги координата ва кўчиш тенгламаларини қўллашни;
- текис тезланувчан ҳаракатдаги тезланишни экспериментал равишда аниқлашни;
- текис тезланувчан ҳаракатдаги кўчиш ва тезликнинг вақтга боғлиқлиги графикларини ясашни ва уларни тушунтиришни;
- эркин тушишни тавсифлаш учун текис ўзгарувчан ҳаракатнинг кинематик тенгламаларини қўллашни;
- уфқ (горизонтал) бўйлаб улоқтирилган жисм ҳаракатини текис ўзгарувчан ва текис ҳаракатнинг кинематик тенгламаларидан фойдаланиб тавсифлашни;
- уфқ бўйлаб отилган жисмнинг ҳаракат тезлигини аниқлашни;
- уфқ (горизонтал) бўйлаб улоқтирилган жисмнинг ҳаракат траекториясини ясашни;
- жисмнинг айлана бўйлаб текис ҳаракатини чизиқли ва бурчак катталиклар орқали тавсифлашни;
- масалалар ечишда чизиқли ва бурчакли тезликларнинг боғланиш формулаларини қўлланишни;
- масалалар ечишда марказга интилма тезланиш формуласини қўллашни ўрганасиз.

1-§. Механик ҳаракат

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирғанды:

- моддий нұқта, саноқ системасы (тизими), механик ҳаракаттың нисбилигі түшүнчаларыннан физик маъносини түшүнтиришини, тезлик ва күчиштің күшиш теоремаларини күллашын үрганасыз.



1-топшириқ.

Механик ҳаракатта иккита мисол көлтириң.



2-топшириқ

- Жисм ҳаракатини тавсифлайдыган катталиктарни вектор ва скаляр катталик деб иккиге бўлинг. Катталикларнинг белгиланишини ва ХБС даги ўлчов бирликларини ёзинг.
Кўчиш ва босиб ўтилган йўлнинг қиймати бир хил бўладиган шартни кўрсатинг.

I. Кинематика ва механик ҳаракат

Кинематика (қадимги грек. кинема — ҳаракат) материя ҳаракатининг содда тури — механик ҳаракатни ўрганади.

Механик ҳаракат – вақт ўтиши билан жисмнинг фазода бошқа жисмларга нисбатан вазиятининг ўзгаришидан иборат.

Коинотда юлдузлар ва сайёralар, комета ва метеорлар, сунъий йўлдошлар ва космик кемалар бир-бирига нисбатан ҳаракатланади. Поездлар, автомашиналар, дарёдаги сувлар, ҳайвонлар ва кушлар механик ҳаракат қиласи.

Кинематикада жисмни тавсифлаш учун *тезланиш, йўл тезлиги, кўчиши тезлиги, кўчиши, босиб ўтилган йўл, координата, вақт оралиги* каби катталиклар киритилган.



Ёдга туширинг!

Сон қиймати ва йўналиши бўйича тавсифланадиган катталиклар *вектор катталиклар* деб аталади.



Жавобини айтинг

- Нима учун Еринг Күёш аврофидаги ҳарактида унинг ўлчамларини эътиборга олмаса ҳам бўлади?
- Ким ўқни қўли билан тўхтата олади?
- Қандай шароитда қия ёккан ёмғир томчилари автобуснинг ёнидаги ойнасидан тик оқади (1-расм)? Қандай шароитда ёмғир оқими қия бўлади (2-расм)?



1-расм. Ҳаракатдаги автобус ойнасидан қия ёккан ёмғирнинг тик оқиши



2-расм. Автобус ёнидаги ойнасидан ёмғирнинг қия оқиши



Жавобини айтинг

Қандай шароитда автомобильни моддий нүкта деб қараң мүмкін?

Талдикүргөн – Алмати үйналишида ҳаракатланаётган вақтдами ёки автомобильни бошқарыш имтихонини топшираётгандами (3, 4-расмлар)?

Кинематика – механиканинг жисмлар ҳаракати сабабларини эътиборга олмайдиган бўлими.



3-расм. Талдикүргөн – Алмати тоши йўли



4-расм. Автомобилни бошқарии имтихонининг топширилиши

II. Моддий нүкта

Ҳаракатнинг қаралаётган баъзи ҳолларида жисмнинг ўлчамларини эътиборга олмаса ҳам бўлади, бошқа ҳолларда эса бунга йўл берилмайди.



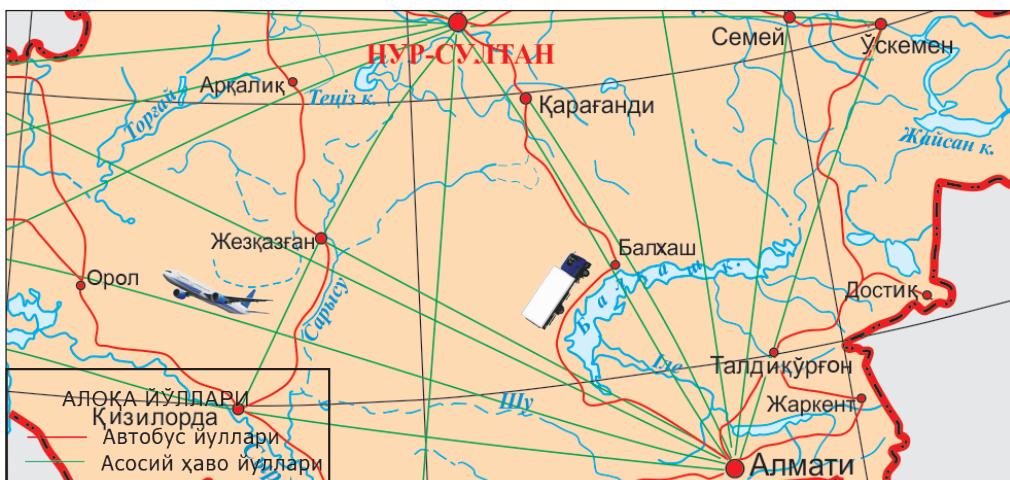
3-топшириқ.

Ҳаракатнинг қаралаётган баъзи ҳолларида жисмнинг ўлчамларини эътиборга олмаса ҳам бўладиган, бошқа ҳолларда эса бунга йўл берилмайдиган жисмларга мисол келтиринг.



4-топшириқ

Икки шаҳар орасида ҳаракатланаётган самолётнинг, юк машинасининг вазиятини аниқлаш учун қандай тезликни билиш керак (5-расм)?



5-расм. Жисм координатаси саноқ нүктасига, ҳаракат турига, жисмнинг тезлигига, ҳаракат вақтига бўғлиқ

Шакли ва ўлчамларини эътиборга ол-маса ҳам бўладиган жисм моддий нуқта деб аталади.

Бир манзилдан иккинчи манзилга қатнайдиган автобус ҳаракати қаралаётганда уни *моддий нуқта* деб ҳисоблаш мумкин. Автобус паркка кирганда автобуснинг ўлчамлари эътиборга олинади, шунинг учун бундай ҳолда уни моддий нуқта деб ҳисоблай олмаймиз.

III. Саноқ тизими

Жисмнинг кўчиши ва координатасини фақат бошқа жисмларга нисбатангина кўрсатиш мумкин. Моддий нуқта ҳаракатини ўргангандан саноқ жисми билан боғланган координаталар тизимини танлаб олиш зарур.

Саноқ жисми деб ҳаракатдаги жисмга нисбатан қараладиган жисмга айтилади.

Кинематикада 0 маркази саноқ жисми билан боғланган x , y , z декарт координаталар тизимидан фойдаланилади. Кинематиканинг асосий мақсади – вақтнинг исталган пайтида жисм координатасини аниқлаш учун ўлчаш асбоби секундомер ёки соат кўлланилади.

Координаталар тизими, саноқ жисми ва ҳаракат вақтини аниqlайдиган асбоб – саноқ тизимини ташикли қиласди.

IV. Механик ҳаракатнинг нисбийлиги

Жисмларнинг ҳаракати нисбийидир: бир жисм бир вақтда иккинчи жисмга нисбатан ҳаракатда бўлиши, бошқа жисмларга нисбатан эса тинч ҳолатда бўлиши мумкин.

Ҳаракатланаётган автобусдаги йўловчи ундаги ўриндиқقا нисбатан тинч ҳолатда, Ер сиртига, иншоотларган, дарахтларга нисбатан эса ҳаракатда бўлади. Жисм ҳаракатини тавсифлайдиган катталиклар: тезлик, кўчиш, босиб ўтилган йўл, кордината нисбий бўлиб ҳисобланади. Кинематика масалаларини

Эксперимент

Гуруҳларга бўлинниб, синфнинг ҳар бурчагидан синфдошларингизнинг парталар қатори билан ҳаракатланишини кузатинг. Ҳаракатни тавсифланг.

Жавобини айтинг

1. Синфдошларингизнинг кузатувчиларга нисбатан ҳаракатининг фарқи нимада?
2. Унинг ҳаракати ўзига қарама-қарши ҳаракатланаётган ғуруҳга нисбатан қандай ўзгаради?
3. Нима учун жисм ҳаракатини тавсифлаганда саноқ тизимини кўрсатиши керак?

5-топшириқ

Автомобиль шарққа қараб 20 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда.

- 1) Кузатувчи ва автомобиль орасидаги масофа 50 м бўлганда, автомобильнинг координаталар ўқидаги вазиятини кўрсатинг.
- 2) Автомобилнинг бошланғич координатаси 50 м бўлса, унинг вазияти кузатувчига нисбатан қандай ўзгаради?
- 3) Агар кузатувчи автомобиль ортидан 20 м/с тезлик билан келаётган бўлса, автомобильнинг координаталари қандай бўлади?

ешишида танлаб олинган саноқ тизимини күрсатиш зарур.

V. Тезлик ва қүчишларни қўшиш теоремаси

Агар жисм мураккаб ҳаракатда бўлса, масалан, йўловчи ҳаракатланаётган поезднинг тамбурига йўналса, унинг тезлиги перронга нисбатан нисбий ва кўчирма тезликнинг геометрик йигиндисига тенг бўлади:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{нисбий}} + \vec{v}_{\text{кўч}}. \quad (1)$$

Кўчирма тезлик $\vec{v}_{\text{кўч}}$ – поезднинг перронга нисбатан тезлиги, яъни ҳаракатдаги саноқ тизимининг қўзғалмас саноқ тизимига нисбатан тезлиги. Йўловчининг поездга нисбатан тезлиги $\vec{v}_{\text{нисбий}}$ нисбий тезлик дейилади.

Геометрик йигинди алгебраик йигиндидан векторлар йўналишини ҳисобга олиш билан фарқланади.

Агар нисбий ва кўчирма тезликлар бир хил йўналган бўлса, уларнинг геометрик йигиндиси векторларнинг алгебраик йигиндисига тенг бўлади:

$$v = v_{\text{нисбий}} + v_{\text{кўч}}. \quad (2)$$

Агар нисбий ва кўчирма тезликларнинг йўналишлари қарама-қарии бўлса, уларнинг геометрик йигиндиси векторлар сон қийматининг айирмасига тенг бўлади:

$$v = v_{\text{нисбий}} - v_{\text{кўч}}. \quad (3)$$

(1), (2), (3) формуулаларни ҳаракат вақтига кўпайтириб, қўчишларни вектор кўринишида қўшиш формуласини ҳосил қиласиз:

$$\vec{s} = \vec{s}_{\text{нисбий}} + \vec{s}_{\text{кўч}}, \quad (4)$$

Векторлар бир хил йўналган ҳол учун:

$$s = s_{\text{нисбий}} + s_{\text{кўч}}, \quad (5)$$

Кўчишлар қарама-қарши йўналган ҳол учун:

$$s = s_{\text{нисбий}} - s_{\text{кўч}}. \quad (6)$$

Тезликлар ва қўчишларни қўшиш теоремаларини келтириб чиқарамиз.



Жавобини айтинг

Жисмнинг:

- тўғри чизик бўйлаб;
- текисликдаги;
- фазодаги ҳаракатини тавсифлаш учун нечта ўқ керак?



Ёдга туширинг!

Координаталар жисмнинг фазо (текислик ёки тўғри чизик) даги вазиятини аниқлайдиган катталиклардир (x, y, z).



6-топширик

6, 7-расмларга қаранг.
Қўзғалмас саноқ тизимини, ҳаракатланадиган саноқ тизимини, нисбий, кўчирма тезликларни айтинг.



6-расм. Қайиқнинг дарё оқими бўйлаб ҳаракати



7-расм. Қайиқнинг оқимга қарши ҳаракати

Жисмнинг қўзғалмас саноқ тизимига нисбатан тезлиги нисбий ва кўчирма тезликларнинг геометрик йиғиндисига тенг.

Жисмнинг қўзғалмас саноқ тизимига нисбатан кўчиши жисмнинг ҳаракатланаётган саноқ тизимига нисбатан кўчиши билан ҳаракатдаги тизимнинг қўзғалмас тизимга нисбатан кўчишининг геометрик йиғиндисига тенг.



Жавобини айтинг

Қандай ҳолда қайиқнинг қурғоқка нисбатан тезлиги билан дарё тезлигининг йиғиндисига тенг бўлади (6, 7-расмлар)?

Эксперимент

Координаталар текислигига ўзингиз танлаб олган масштабда «Уй – мактаб» йўл харитасини тасвирланг. Траектория узуунлигини ва кўчишни аниқланг. Танлаб олинган масофани босиб ўтиш учун кетадиган вақтни ўлчанг. Ўша маълумотлар бўйича ўзингизнинг ўртача тезлигингизни аниқланг.

Жавобини айтинг

1. Йўлнинг қайси қисмларида сиз мураккаб ҳаракат қилдингиз?
2. Шу пайдада сизнинг қўзғалмас саноқ тизимига нисбатан тезлигиниз қандай ўзгаради?
3. Қандай тезлик каттароқ бўлади: қарама-қарши юриб келаётган йўловчиларга нисбатанми ёки бир хил йўналишдаги йўловчиларга нисбатанми?

Текшириш саволлари

1. Қандай ҳаракат механик ҳаракат дейилади?
2. Моддий нуқта деб нимага айтилади?
3. Саноқ тизимига нималар киради?
4. Кинематика масалаларини ечишда қандай координаталар тизими қўлланилади?
5. Тезликлар билан кўчишларни қўшиш теоремаларини таърифланг.



1. Текис кўтарилаётган лифтда йўловчи қўлидаги китобни тушириб олди. Китобнинг тезлиги қайси тизимда ҳаракат бошланганда камаяди:
 - а) йўловчига нисбатан;
 - б) лифтга нисбатан;
 - в) Ерга нисбатан?
2. Теплоходнинг дарё оқими бўйлаб пастга ҳаракатлангандағи тезлиги 21 км/соат, оқимга қарши ҳаракатлангандағи тезлиги эса 17 км/соат. Теплоходнинг турғун сувдаги тезлигини аниқланг.
3. Метро эскалатори 75 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда. Одам эскалаторнинг ҳаракат йўналишида эскалаторга нисбатан 0,75 м/с тезлик билан юриб бормокда. Одам қанча вақтда Ерга нисбатан 30 м силжийди?
4. Қайиқнинг сувга нисбатан тезлиги дарё оқимининг тезлигидан н марта ортиқ. Оқим бўйлаб ҳаракатга кетган вақт оқимга қарши кетган, сузганга, вақтдан неча марта ортиқ?



1. Ҳаракатдаги метро эскалаторидаги одам Ер билан боғлиқ саноқ системасида тинч ҳолатда бўла оладими? Жавобингизни тушунтириңг.
2. Йўловчи вагонга нисбатан поезднинг ҳаракатига қарама-қарши 3 км/соат тезлик билан ҳаракатланмоқда. Поезд 75 км/соат тезлик билан ҳаракатланса, одам Ерга нисбатан қандай тезлик билан ҳаракатланади?
3. Узунлиги 2 км автоколонна 40 км/соат тезлик билан ҳаракатланмоқда. Мотоциклчи колоннанинг орқасидан 60 км/ соат тезлик билан ҳаракатланмоқда. У колоннанинг бош қисмидаги автомобилга қанча вақтда етиб олади?

Ижодий топшириқ

6- ва 7-расмлар бўйича тезликлар билан кўчишларни қўшиш теоремасидан фойдаланиб масала тузинг.

2-§. Векторлар ва улар устида бажариладиган амаллар. Векторларнинг координаталар ўқларидағи проекциялари

Күтиладиган натижалар

Ушбу мавзуны ўзлаштир-

ганды:

- векторни құшиш ва айриши;
- векторнинг координаталар ўқига проекциясина топишни;
- векторни ташкил этиувчиларга ажратишини ўрганасиз.

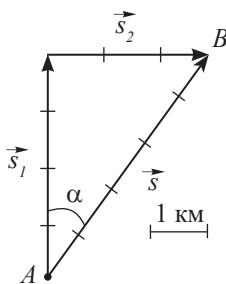


Ёдға туширинг!

Күчиш – жисмнинг бошланғич вазияти билан охирги вазиятини туташтирувчи йүнәлтирилган кесма.

Жавоби қандай?

- Нима учун узоқ юриб ўтган жисмнинг күчиши нолға тең бўлиши мумкин?
- Күчиш босиб ўтилган ўлдан ортиқ бўлиши мумкин ми?
- Нега векторларни алгебраик йўл билан күшишга бўлмайди?



9-расм. Күчишларни (векторларни) учбурчак қоидаси билан қўшиш

Векторлар устида амаллар бажарганда уларнинг йўналишини эътиборга олиш керак. Иккита векторни қўшганда учбурчак ёки паралелограмм қоидаси кўлланилади.

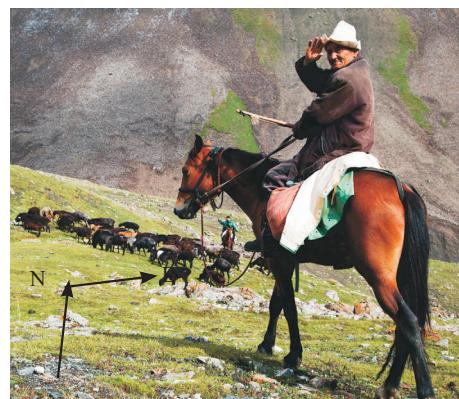
I. Векторларни учбурчак қоидаси бўйича геометрик қўшиш

Векторларни учбурчак қоидаси бўйича қўшишни мисоллар ёрдамида кўриб чиқамиз.

Қўй боқиб юрган чўпон шимолга қараб $s_1 = 4 \text{ км}$, сўнгра шарққа қараб $s_2 = 3 \text{ км}$ юрди, унинг кўчишини аниқлаймиз (8-расм).

Кўчиш векторларини тасвирлаймиз ва масштабни M:1:100000 нисбатда оламиз. Бу расмда 1 см га 100 000 см ёки 1 км тўғри келишини билдиради (9-расм).

Чўпон ҳаракати натижасида А нуқтадан В нуқтага кўчади.



8-расм. Алмати вилоятидаги яйлов

Олинган \vec{s} кесма \vec{s}_1 ва \vec{s}_2 кўчишларнинг вектор ийғиндиси бўлиб хисобланади:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2 \quad (1)$$

Векторларни қўшишнинг қаралаётган усули уларни қўшиш натижасида пайдо бўлган

геометрик фигуранинг турига қараб «учбурчак қоидаси» деган номга эга бўлган.

Ҳосил бўлган учбурчак тўғри бурчакли, с кесманинг узунлигини Пифагор теоремаси бўйича ҳисоблаймиз:

$$s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{16 \text{ км}^2 + 9 \text{ км}^2} = 5 \text{ км}.$$

Кўчишни танлаб олинган масштаб бўйича расмдаги кўчиш узунлиги орқали топиш мумкин. АВ кесманинг узунлиги 5 см га teng, пропорция тузамиз:

$$\frac{1 \text{ см} - 1 \text{ км}}{5 \text{ см} - s},$$

$$\text{Жумладан, } s = \frac{5 \text{ см} \cdot 1 \text{ км}}{1 \text{ см}} = 5 \text{ км}.$$

Кўчиш векторининг йўналиши кўрсатилган йўналишдан оғиш бурчаги а орқали аниқланади. Бурчак транспортир ёрдамида ўлчанади.

II. Бир неча векторни кўпбурчак қоидаси бўйича геометрик қўшиш

Юқорида кўриб чиқилган мисолдаги чўпон ўз ҳаракатини давом эттириди, деб фараз қиласайлик. Кечки ёйилимдан сўнг, у шимолий йўналишда яна 2 км, сўнгра фарбга томон 5,5 км кўчди, натижада унинг ўтари С нуқтага, яъни кўйларнинг кўрасига келди (*10-расм*).

\vec{s} вектор чўпоннинг тўрт қисмдаги ҳаракати натижасидаги қўчишидир, демак:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \vec{s}_3 + \vec{s}_4. \quad (3)$$

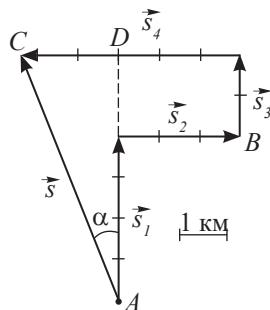
Векторлар йиғиндисининг сон қиймати геометрия қоидалари бўйича аниқланади. Чўпоннинг

Мұхим ахборот

Учбурчак қоидаси

Векторларни кўшигандан биринчи векторнинг охирини иккинчи векторнинг боши билан, уни ўзиға параллел жойлаштириб қўшиши керак. Биринчи векторнинг бошини иккинчи векторнинг охирни билан қўшадиган йўналтирилган кесма векторларнинг йигиндиси бўлади.

Векторларнинг йигиндисини аниқлаш учун уларни ўзларига параллел олдинги векторнинг охир кейинги векторнинг боши бўладиган ҳолда жойлаштириши керак. Биринчи векторнинг бошини охирги векторнинг охирни билан бирлаштирадиган йўналтирилган кесма векторлар йигиндиси бўлади.



10-расм. Учбурчак қоидаси бўйича бир неча векторларни қўшиши

1-топширик

- 10-расмдаги ΔACD учбурчакларнинг томонларини аниқланг. Пифагор теоремаси бўйича чўпоннинг кўчишини топинг.
- AC кесманинг узунлигини ўлчаб ва масштабни кўлланиб, кўчишни аниқлаган ҳолда олинган натижани текширинг.

күчиш вектори модулини $\triangle ACD$ дан Пифагор теоремаси бўйича аниқлаш мумкин.

III. Векторларни параллелограмм қоидаси бўйича қўшиш

Харакатланаётган автомобильning ғилдираги автомобиль билан бирга кўчади ва ўз ўқи атрофида айланади. Ғилдиракнинг A ва B нуқталарининг ҳаракат тезлиги йўналишини кўриб чиқамиз (11-расм).

Ғилдиракнинг ҳар бир нуқтаси $\vec{v}_{ул}$ тезлик билан илгариланма ҳаракатда ва $\vec{v}_{аил}$ тезлик билан соат стрелкаси бўйича айланма ҳаракатда қатнашади.

Нуқтанинг тезлигини аниқлаш учун векторларга параллел чизиклар ўтказиб, параллелограмм ясаш керак. Бунда векторлар бошининг нуқтасини ясалган параллелограмм томонларининг кесишиш нуқтаси билан туташтирадиган \vec{v} вектор ғилдирак нуқталарининг Ер сиртига нисбатан ҳаракат тезлигининг йўналишини кўрсатади.

Бу вектор $\vec{v}_{ул}$ ва $\vec{v}_{аил}$ векторларнинг йифиндиси бўлиб ҳисобланади.

$$\vec{v} = \vec{v}_{ул} + \vec{v}_{аил}. \quad (4)$$

IV Векторларни айриш

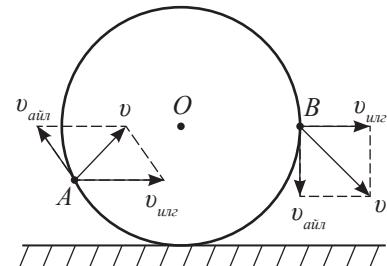
Математика курсидан маълумки, векторларнинг айримаси – биринчи ва иккинчи векторга қарама-қарши векторнинг йифиндисига teng:

2-топширик

1. Ғилдирак нуқталари учун олинган формуулани тезликларни кўшиш теоремаси билан тақосланг. Ғилдирак нуқталари учун ўзгарувчан кўчма, нисбий тезликларни айтинг.
2. Автомобиль сирпанмасдан 30 м/с тезлик билан ҳаракатланмоқда деб ҳисоблаб, В нуқтанинг Ерга нисбатан тезлигини аниқланг (11-расм).

Муҳим ахборот

Бир чизиқда ёки параллел чизикларда ётган иккى вектор коллинеар векторлар деб аталади.



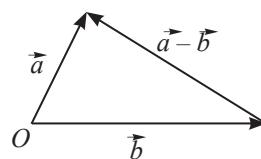
11-расм. Ғилдирак нуқталарининг мураккаб ҳаракати

Муҳим ахборот

Параллелограмм қоидаси
Иккى векторнинг йифиндисини аниқлаш учун векторларнинг бошини ўзларига параллел жойлаштириб кўшиш керак ва векторлар билан параллелограмм ясаш керак. Векторларнинг бошланиш нуқтасини кўшимча ясалган томонларнинг кесишиш нуқтаси билан туташтирадиган йўналтирилган кесма векторларнинг геометрик йифиндиси бўлиб ҳисобланади.

Эслаб қолинг!

Бир нуқтадан тарқаладиган векторлар айримаси векторларнинг охирини туташтирадиган ва камаядиган вектор томонга йўналтирилган вектор бўлиб ҳисобланади (12-расм).



12-расм. Векторларни айриши

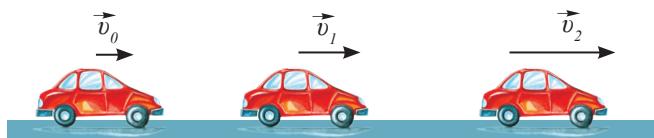
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + (-\vec{v}_2)$$

Векторларни айриш учун камаювчи векторга қарама-қарши вектор ясад, уни биринчи векторга учбұрчак ёки параллелограмм қоидаси бүйича күшиш керак.

V. Векторларни скаляр күпайтириш

\vec{a} векторни мұсbat сонға күпайтириш натижасы йұналишдош (бир хил йұналған) вектор бўлади, масалан: $\vec{b} = 2\vec{a}$, $\vec{c} = 0,5\vec{a}$ (13-расм).

Агар сон манфий бўлса, ҳосил бўлган вектор бошланғич \vec{a} векторга қарама-қарши йұналған бўлади, масалан, $\vec{d} = -2\vec{a}$, $\vec{e} = -0,5\vec{a}$. Натижаловчи векторнинг модули бошланғич вектор мудулининг берилгандан сонға күпайтмасига teng.



14-расм. Төзілкі векторини расмда тасвирлаши

VI. Жисм координаталари ва күчиш проекциялари

Текислиқдаги жисмнинг вазияти x ва y координаталар билан аниқланади.

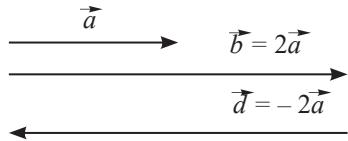
Координаталар текислигіда жисмнинг бошланғич вазияти координаталарини x_0 , y_0 A нүқта билан, охирги вазиятининг координаталарини x , y B нүқта билан күрсатамиз (15-расм). Йұналтирилған кесма жисмнинг A нүктадан B нүктага күчишини күрсатади. S кесма гипотенузда бўлгани учун күчишнинг сон қийматини Пифагор теоремаси ёрдамида аниқлаш мумкин.

15-расмдан кўриниб турибдики, AC катет s_x кесмага, BC катет эса s_y кесмага teng. Белгиланган кесмалар мос координаталарнинг айримаси билан аниқланади:

$$s_x = x - x_0; s_y = y - y_0.$$

Олинган формулалардан жисмнинг охирги координатасини ифодалаймиз: $x = x_0 + s_x$; $y = y_0 + s_y$.

Демак, s күчиш қийматини ушбу формула бўйича ҳисоблаш мумкин: $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$



$$\vec{c} = 0,5\vec{a}$$

13-расм. Коллинеар векторлар

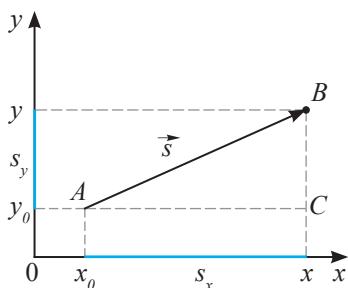
3-топширик

Қандай шароитда автомобилнинг тезлиги катта бўлишини кўрсатинг (14-расм). Автомобилнинг тезлигини қандай белгилари бўйича солиштирдингиз? Расмга кўра \vec{v}_1 ва \vec{v}_2 векторлар \vec{v}_0 вектордан неча марта фарқ қилишини аниқланг.



Жавобини айтинг

Расмда қарама-қарши йұналишда ҳаракатланадайтын жисмнинг қандай тасвирлаши мумкин?



15-расм. \vec{s} векторнинг $0x$ ва $0y$ ўқларидаги проекцияси

s_x ва s_y кесмалар күчиш векторининг $0x$ ва $0y$ ўқлардаги проекциялари деб аталади.

Агар жисм уч ўлчовли фазода кўчса, у ҳолда унинг кўчиши кўчиш векторининг $0z$ ўқига s_z проекциясини хисобга олган ҳолда аниқланади:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2 + s_z^2}$$

Эслаб қолинг!

Векторнинг бошлангич ва охирги нукталари проекцияларини топиш учун кўрсатилган ўқка ўша нукталардан перпендикуляр тушириш керак. Агар охирги координата бошлангич координатадан катта бўлса, проекциянинг қиймати мусбат бўлади. Бундай ҳолда кўчиши вектори бош нукта проекциясидан охирги нукта проекциясига ўқ йўналиши бўйича йўналтирилади.

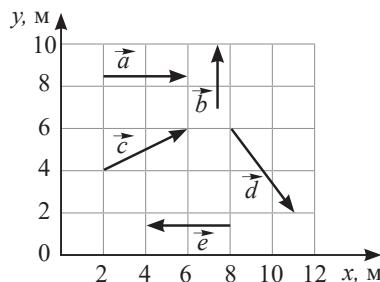
Агар охирги координата бошлангич координатадан кичик бўлса, проекциянинг қиймати манфий бўлади. Сабаби векторнинг бош нуктаси проекциясидан охирги нукта проекциясига кўчиши берилган ўқ йўналишига қарама-қарши йўналтирилади.



4-топшириқ

16-расмда $0x$ ва $0y$ координаталар ўқларида берилган векторларнинг проекцияларини аниқланг:

- мусбат проекцияга эга;
- модули ва проекцияси бўйича тўғри келадиган;
- проекцияси мавжуд бўлмаган векторларни кўрсатинг.



16-расм. 4-топшириқ учун

Векторнинг проекцияси – вектор бошининг проекция нуқтасини вектор охирининг проекция нуқтаси билан туштирувчи кесмадан иборат.

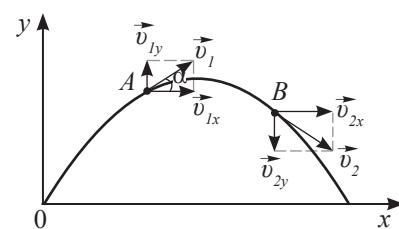
Проекциялар мусбат ва манфий қийматларга эга бўла олади.

VII. Векторларни ташкил этувчиликларга ажратиш

Баъзи масалаларни ечишда векторларни ташкил этувчиликларга ажратиш тавсия этилади. Бу усул горизонтга (уфқга) бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракатини ўрганишда қўлланилади (17-расм). Агар $0x$ ва $0y$ ўқларидаги ҳаракатни алоҳида кўриб чиқсан, масалани ечиш осон бўлади. Жисм тезлигини танлаб олинган ўқларга параллел ташкил этувчиликларнинг сон қийматлари тригонометрик функциялар ёрдамида аниқланади: $v_x = v \cos \alpha$, $v_y = v \sin \alpha$.

Жавобини айтинг

1. Нима учун координаталар усулидан фойдаланганда векторлар йигиндисининг сон қийматини аниқлаш учун Пифагор теоремаси қўлланилади?
2. Нима учун вектор ўқка перпендикуляр жойлашса, векторнинг проекцияси нолга тенг бўлади?



17-расм. Векторларни ташкил этувчиликларга ажратиш



Диққат қилинг!

- Жисмнинг тезлигини танлаб олган ўқларга параллел ташкил этувчи векторларга ажратади:
 $\vec{v}_2 = \vec{v}_{1y} + \vec{v}_{1x}$. 11-расмдаги тезликларни күшишга қаранг.
- Вектор проекцияларининг унинг ташкил этувчиларидан фарқи: вектор проекциялари – скаляр катталик, унинг ташкил этувчиси эса – вектор катталик. Проекция қиймати маълум бўлганда векторнинг модули Пифагор теоремаси бўйича аникланади: $v_1 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2}$.



18-расм. Медеу-Шимбулоқ осма йўли



Эслаб қолинг!

Векторларни ташкил этувчиларига тўплаш учун \vec{v}_1 векторнинг боши А нуқтасидан (17-расм) 0x ва 0y ўқларининг бўйи билан танланган йўналишларга параллел чизиклар юргизиш керак. Шу чизиклар билан \vec{v}_1 вектори диоганал бўлувчи параллелограм ясаймиз. Ўзаро перпендикуляр йўналишлар танланган ҳолда параллелограм ўрнига тўғри тўртбурчак хосил қиласиз. Тўғри тўртбурчак деворлари векторнинг \vec{v}_{1y} вертикаль ва \vec{v}_{1x} горизонталь ташкил этувчилари.



5-топшириқ

- Шимбулоқ осма йўлидаги кабинанинг вертикал ва горизонтал ташкил этувчиларини аниқланг (18-расм). Кабинанинг арқон бўйлаб ҳаракат тезлигини 5 м/с, қиялик бурчагини 15° деб олинг ($\sin 15^\circ \approx 0,26$; $\cos 15^\circ \approx 0,96$).
- Расмда тезлик векторини ва унинг ташкил этувчиларини тасвирланг.

Текшириш саволлари

- Учбурчак қоидаси бўйича вектор каттаикларнинг йиғиндиси қандай аниқланади? Параллелограмм қоидаси бўйича қандай аниқланади?
- Кўпбурчак қоидасининг моҳияти нимада? Уни қандай ҳолларда қўллаш мумкин?
- Қандай ҳолда векторнинг проекцияси мусбат, қандай ҳолда манфий бўлади?
- Кўчиш проекцияси ва жисм координаталари орасида қандай боғланиш бор?
- Координатали кўшиш усулида векторларнинг йиғиндиси қандай аниқланади?
- Векторларни ташкил этувчиларга қандай ажратиш мумкин?



Машқлар

2

- Қайиқ кўлда шимоли-шарқий йўналишда 2 км сузиб ўтди, сўнгра шимолга қараб яна 1 км сузди. Кўчиш йўналиши ва модулини геометрик усулда аниқланг.

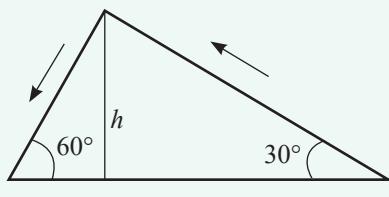
- Вертолёт түғри чизик бүйлаб 40 км горизонтал учиб ўтди, шундан кейин 90° га бурилиб яна 30 км учди. Вертолёттинг учиб ўтган йўлини ва кўчишини аниқланг.
- Жисм координаталари $x_1 = 0$, $y_1 = 2$ м нуқтадан координаталари $x_2 = 4$ м, $y_2 = -1$ м бўлган нуқтага кўчди. Берилган нуқталарни xOy координаталар текислигида белгилаб, координаталар ўқларида кўчиш модулини ва проекциясини аниқланг.



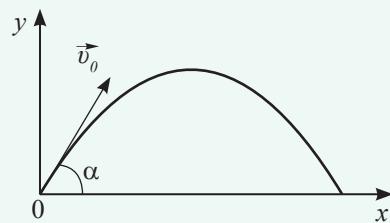
Машқлар

2

- Бир гурӯҳ саёҳатчилар дастлаб шимоли-ғарбий йўналишда 400 м, сўнgra шарққа қараб яна 500 м, кейин шимолга қараб яна 300 м юрдилар. Геометрик усулда гурӯхнинг кўчиш йўналишини ва модулини аниқланг.
- Саёҳатчи $h = 10$ м баландликка асосидан 30° ли бурчак ҳосил қилиб кўтарилиди, сўнgra ўша баландликдан асосига 60° ли бурчак ҳосил қилган қиялиқ бўйлаб пастга тушди (19-расм). Сайёҳатчининг босиб ўтган йўли ва кўчишининг модули нимага teng? Жавобини ХБТ да кўрсатинг ва бутун сонгача яхлитланг.
- 60° ли бурчак остида горизонтга қия отилган жисмнинг бошланғич тезлигини ташкил этувчиларга ажратинг (20-расм). Жисмнинг бошланғич тезлигини 10 m/s деб олиб, ташкил этувчиларнинг сон қийматларини аниқланг.



19-расм. 2-машқдаги 2-масалага тегишили расм (уй вазифаси)



20-расм. 2-машқдаги 3 масалага тегишили расм (уй вазифаси)

Экспериментал топшириқ

Декарт координаталар тизимини хона билан, Ox ўқини пол ва ташқи деворнинг кесишиш чизиги билан, Oy ўқини пол ва хоналараро деворнинг кесишиш чизиги билан, Oz ўқини шу деворларнинг кесишиш чизиги билан мослаштириб боғлаштиринг. Ўз столингиз бурчакларининг координаталарини аниқланг. Дафтарга координаталар ўқини ва ўзингиз танлаб олган масштабда барча нуқталарни тасвирланг. Қайси нуқталар орасидаги масофа узоқроқ бўлди? Унинг сон қийматини аниқланг.

Столнинг xOy координаталар текислигига проекциясини тасвирланг.

3-§. Тұғри чизиқли текис үзгарувчан ҳаракат. Тезланиш

I. Нотекис ҳаракат тезлиги

Күтиладиган натижалар

Ушбу мәзүнүң үзлаштырғандада:

- тезлик ва тезланиш ның вақтга боғланыш графигидан күчиш, тезлик ва тезланишини аниқлашины үрганасиз.



Жавобини айтинг

- Берилгандардан бүйіча поезддине, автобуснинг ҳаракат графигини түзиш учун қандай төзлик күлләнілади?
- Автомобилдине гараждан чиқып пайтидаги, йүлдеги, түхташ олдидағы ҳаракатыда қандай жиддий фарқ бор?
- Ҳаракат тезлигининг үзгаришини қандай көттәлік билан таєсифлаш мүмкін?



1-топширик

Жисмнинг бутун йўлдаги ва йўлнинг дастлабки иккى қисмидаги үртака тезлигини аниқланг (21-расм). Тезликнинг вақтга боғлиқлиги графигидаги фигуранинг юзи жами босиб ўтилган йўлга teng эканини исботланг.



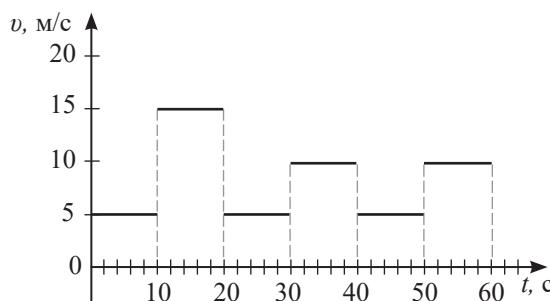
Жавобини айтинг

- Йўлнинг алоҳида қисмидаги босиб ўтилган ўлни берилгандардан оралиғидаги тезликнинг вақтга боғлиқлиги графигидаги тұғри түртбұрчакнинг юзи сифатыда аниқлаш мүмкінми?
- Нима учун йўлнинг биринчи қисмидаги үртака тезликни бутун босиб ўтилган йўл учун күллаш мүмкін эмес?

Нотекис ҳаракат да жисмнинг тезлиги үзгараради. Йўлнинг ҳар қайси қисмидә тезлик турлыча бўлиши ва айни пайтда алоҳида олинган йўл қисми учун үзгартмас бўлиб қолиши мумкин. Бундай ҳолда ҳаракатнинг үртака тезлиги қуидаги формула билан аниқланади:

$$v_{\text{жpm}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n},$$

бу ерда n – йўл қисмларининг сони. 21-расмда 6 та йўл қисми учун тезликнинг вақтга боғланыш графиги берилган. Алоҳида олинган қисмда жисм текис ҳаракатланади.



21-расм. Нотекис ҳаракатда тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиги

II. Текис үзгарувчан ҳаракат.

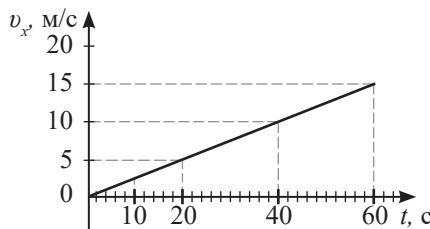
Оний тезлик. Тезланиш

Исталған тенг вақтлар оралиғида тезликнинг бир хил қийматга үзгаришини кўриб чиқамиз. Бундай ҳаракат тури *текис үзгарувчан ҳаракат* деб аталади. Ўша вақт оралиғидаги тезлик *оний тезлик* дейилади.

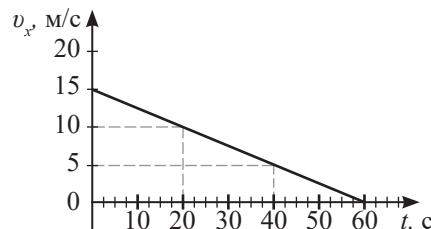
Оний тезлик кўчишнинг шу кўчиш бажарилган вақтга нисбатига тенг (бу вақт оралиғи нолга интилганда). Ушбу таърифни $\Delta t \rightarrow 0$ шартда $v = \Delta s / \Delta t$ формула билан ифодалаш мүмкін.

Бундай ҳолда турли жисмлар учун тезликнинг ўзгариш табиати турлича бўлади: энди гина ҳаракатлана бошлаган автомобиль тезлигининг модули ортади, жисм текис тезланувчан ҳаракатланади (22-расм). Тормозлангандан сўнг автомобильнинг тезлиги камаяди, жисм текис секинланувчан ҳаракатда бўлади (23-расм).

Текис ўзгарувчан ҳаракатда бўлган жисм тезлигининг ўзгариш табиатини тавсифлаш учун вектор катталик-тезланиш киритилган.



22-расм. Тезликнинг текис тезланувчан ҳаракат вақтига боғлиқлиги графиги



23-расм. Тезликнинг текис секинланувчан ҳаракат вақтига боғлиқлиги графиги

Тезланиш – жисмнинг ҳаракат тезлигининг ўзгариш жадаллигини тавсифловчи физик катталик. У тезлик ўзгаришининг ўша ўзгариш юз берган вақт оралиғига нисбати билан аниқланади:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (1)$$

ёки

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \quad (2)$$

III. Тезланиш ва тезлик йўналиши.

Ҳаракат тури

$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ формуладан тезланиш ва тезликнинг ўзгариши йўналиши бир хил эканлигини кўриш мумкин.

Энди тезланиш ва тезликнинг йўналишлари мос келишини ва ўша вектор катталикларнинг йўналиши жисм ҳаракатининг турига қандай таъсир кўрсатишни кўриб чиқамиз. Тезликнинг ўзгариши – охирги ва бошланғич тезлик векторларининг айримасига teng:

$$\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0.$$

Векторлар айримасини векторларнинг йигиндиси шаклида кўрсатамиз:

$$\Delta \vec{v} = \vec{v} + (-\vec{v}_0)$$

2-топшириқ

- 22 ва 23-расмлардаги график бўйича автомобиль тезланишини аниқланг. Тезланиши ҳисоблаш учун (2) формуласининг $0x$ ўқига проекциясини кўлланг $a_x = \frac{v_x - v_{0,x}}{\Delta t}$ (3).
- Натижанинг графика олинган кийматга боғлиқ эмаслигини исботланг.



Жавобини айтинг

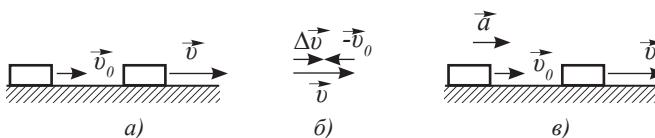
Нима учун ҳаракатланувчи жисм тезланишини тезликнинг вақтга боғланиш графиги қиялик бурчагининг тангеси сифатида аниқлаш мумкин?

Тезлиги ортиб, түғри чизиқли ҳаракатла-наётган жисм учун тезланиш ва тезликкінг ўзгариш векторлары йұналишини аниқлайлық (24-а расм).

Иккінчи векторнинг бошини биринчі векторнинг охидан билан давом эттириб, \vec{v} ғана $-\vec{v}_0$ векторларни құшамиз (24-б расм).

Биринчі вектор бошини иккінчи векторнинг охидан билан бирлаштирувчи вектор векторларнинг йиғиндиси бўлади, унинг йұналиши жисм ҳаракати йұналиши билан бир хил, демек, тезланиш вектори жисм ҳаракатининг йұналиши билан бир хил йўналади (24-в расм).

Агар тезланиш вектори билан тезлик вектори бир түғри чизиқ бўйлаб йўналган ва тезланишнинг қиймати ўзгармас бўлса, жисмнинг ҳаракати түғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракат дейилади.



24-расм. Текис тезланувчан ҳаракатда тезлик ва тезланиш векторлари бир хил йўналади

3-топширик

- Халқаро бирликлар тизимида тезланишнинг ўлчов бирлиги: $[a] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ эканлигини исботланг.
- Тизимдан ташқари ўлчов бирликларини таклиф қилинг, улар орасида боғланиш ўрнатинг.

Жавобини айтинг

Нима учун тезланиш вектори ва тезликкінг ўзгариш вектори бир хил йўналган бўлади?

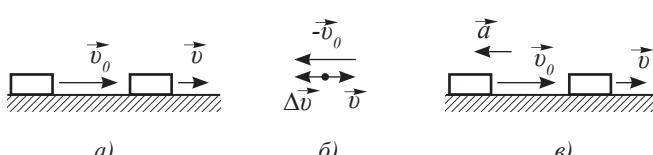
Эслаб қолинг!

Агар тезланиш векторининг йұналиши тезлик векторининг йұналиши билан бир хил ва унинг катталиги ўзгармас бўлса, жисм түғри чизиқли текис тезланувчан ҳаракатда бўлади (ТТХ).

Агар тезланиш векторининг йұналиши тезлик векторининг йұналишига қарама-қарши ва унинг катталиги ўзгармас бўлса, у ҳолда жисм түғри чизиқли текис секинланувчан ҳаракатда бўлади. (ТСХ).

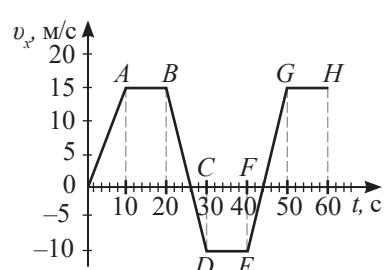
4-топширик

- Текис секинланувчан ҳаракатда тезлик ва тезланиш векторлари қарама-қарши йўналишда бўлишини исботланг (25-расм).



25-расм. Текис секинланувчан ҳаракатда тезлик ва тезланиш векторлари қарама-қарши йўналади

- 26-расмда берилган графикда жисм текис тезланувчан, текис секинланувчан, текис ҳарактланадиган оралиқларни кўрсатинг.
- Ўз муроҳазаларингизни графикнинг ҳар қайси қисмидаги тезланишни ҳисоблаш орқали текширинг.



26-расм. 4 (2)-топширик учун



Жавобини айтинг

- Вақтнинг қандай пайтида жисм тұхтаган (26-расм)?
- Тезлик проекциясининг манфий қийматы қандай физик маңынға зәг?
- Нима учун тезлик ва тезланишине манфий қийматыда жисм текис тезланувчан ҳаракатланады (26-расмда CD қисми)?

IV. Текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезланиш ва тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиклари

(3) формуладан ҳаракат тезлиги вақтга түрі пропорционал болған, пропорционаллык коэффициенти тезланиш эканлигини анықтаймиз:

$$v_x = v_{0x} + a_x t \quad (4)$$

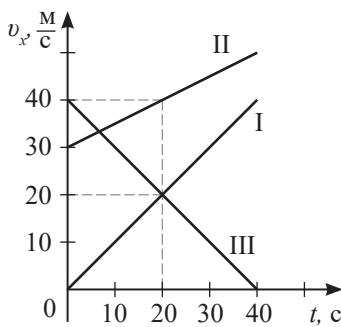
Бошланғич тезлик қиймати нолға тенг бўлганда

(4) формула мана бундай кўринишга келади:

$$v_x = a_x t \quad (5)$$

Текис ўзгарувчан ҳаракатда тезланиш ўзгармас катталиқ бўлиб қолади. Тезланиш графиги вақт ўқига параллел түрі чизикдан иборат (27-расм). График тагидаги фигуранинг юзи сон қиймати жиҳатидан t_1 вақтдаги тезлик катталигига тенг.

Ҳаракат тезлигининг вақтга түрі пропорционал боғлиқлиги графиги 28-расмда берилган. Графиклар бўйича тезликларнинг бошланғич қийматларини аниқлаб, (4) формула бўйича тезланиши осонгина ҳисоблаш мумкин. Жисмнинг кўрсатилган вақт оралиғида босиб ўтган йўлини берилган вақт оралиғи графиги остидаги фигуранинг юзи сифатида аниқлаш мумкин.

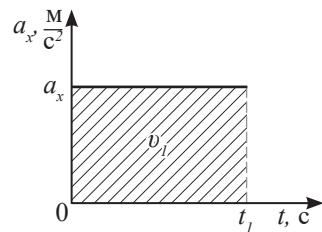


28-расм. I, II ва III жисмлар ҳаракат тезлигининг вақтга боғлиқлиги графиги



5-топшириқ

Текис ва текис ўзгарувчан ҳаракатда тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиги тагидаги фигура юзи сон қиймати жиҳатидан кўчишга тенг бўлишини исботланг (26-расм).

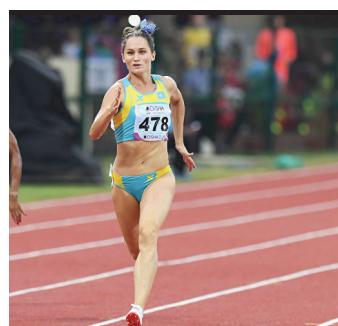


27-расм. Тезланишининг 0x ўқига проекциясининг вақтга боғлиқлиги графиги



6-топшириқ

Енгил атлетикачинининг мусобақа бошланғандан 2 с ўтгандан кейинги тезлигини аниқланг. Унинг тезланиши 4,5 м/с² (29-расм).



29-расм. Виктория Зябкина – бир неча карра Осиё чемпиони, уч карра универсиада голиби

Масалаларнинг натижаларига эътибор беринг ва эслаб қолинг:

- Графикнинг вақт ўқига қиялик бурчаги қанча катта бўлса, жисмнинг тезланиши шунча катта бўлади: $a_{1x} > a_{2x}$.
- Тезланиши проекцияси манфий бўлган $a_{3x} < 0$ текис секинланувчан ҳаракат графиги вақт ўқига яқинлашади.
- Графикнинг вақт ўқи билан кесишиши нуқтаси жисм тўхтайдиган вақт қийматини аниқлайди: $v_{3x} = 0, t = 40 \text{ с.}$

7-топшириқ

- 28-расмдаги график бўйича:
 - жисмларнинг бошланғич тезликларини,
 - жисмларнинг 20 с дан кейинги тезликларини, тезланишларини,
 - жисмларнинг 20 с ичida босиб ўтган йўлини аниқланг.
- Ҳар бир жисмнинг ҳаракат турини айтинг.

Мұхим ахборот

Тўғри пропорционал боғланиш графиги тўғри чизиқдан иборат.

Эслаб қолинг!

Агар функция аргументга тўғри пропорционал бошланган бўлса, унинг ўртача қийматини берилган оралиқдаги бошланғич ва охирги қийматларининг ўрта арифметиги сифатида аниқлаш мумкин.

Текшириш саволлари

- Тезланиш деб нимага айтилади? Унинг ўлчов бирлиги қандай?
- Қандай ҳаракат текис ўзгарувчан ҳаракат деб аталади? Қандай ҳолда жисмнинг ҳаракати текис тезланувчан, қандай ҳолда текис секинланувчан ҳаракат бўлади?
- Тезланишнинг вақтга боғлиқлиги графиги бўйича жисм тезлигининг оний қийматини қандай аниқлаш мумкин?
- Тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиги бўйича тезланиши қандай аниқлаш мумкин? Кўчиш қандай аниқланади?

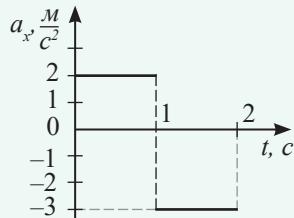


Машқ

3

- Текис ҳарактланаётган автомобиль йўлнинг учдан бир қисмини 20 м/с тезлик билан, қолган қисмини эса 36 км/соат тезлик билан юриб ўтади. Унинг бутун йўлдаги ўртача тезлигини аниқланг.
- Ҳаракат бошлангандан $1/6$ мин ўтгандан кейин поезднинг тезлиги $0,6 \text{ м/с}$ га етди. Ҳаракат бошлангандан қанча вақт ўтганда поезднинг тезлиги 3 м/с га teng бўлади?
- Жисм $0x$ ўқи бўйлаб ҳаракаланади. 30-расмда жисм тезланиши a_x проекциясининг вақтга боғланиш графиги тасвирланган. Вақтнинг

бошланғич пайтида $t = 0$ жисм тезлигінің проекцияси $v_{0x} = 3 \text{ м/с}$ га тең бўлган. $t = 1 \text{ с}$ ва $t = 2 \text{ с}$ пайтлардаги жисм тезлишнинг v_x проекциясини аниқланг. Тезликкінг үртакта боғлиқлиги графигини ясанг, жисмнинг босиб ўтган йўлни аниқланг.

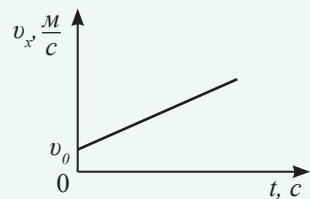


30-расм. З-машқдаги масала учун

Машқ

3

- Автомобиль йўлнинг биринчи ярмини 36 км/соат , иккинчи ярмини 15 м/с тезлик билан юриб ўтди. Автомобилнинг үртача тезлигини км/соатларда ҳисобланг.
- Велосипедчи қияликка қараб $0,3 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Агар унинг бошланғич тезлиги 4 м/с бўлса, $1/3$ мин дан кейин велосипедчининг тезлиги қандай бўлади?
- 31-расмда жисм тезлиги модулининг вақтга боғлиқлиги графиги берилган, жисм ҳаракатининг табиатини аниқланг. Жисм тезланиши модулининг вақтга боғлиқлиги графигини ясанг.



31-расм. З-машқдаги З-масала учун

Экспериментал топшириқ

Бошланғич тезлиги ва тўлиқ тўхтагунга қадар тормозланиш вақтининг қийматлари бўйича автомобиль тезланишини аниқланг. Топшириқни бажариш учун қандай ўлчов асбоблари керак?

4-§. Тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатда тезлик ва кўчиш

Кутиладиган натижалар

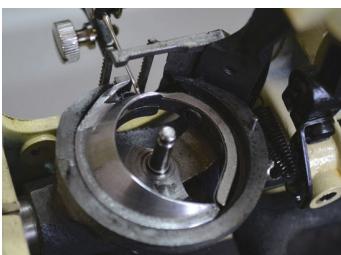
Ушибу мавзуни ўзлаштиргандо:

- масалалар ечишда тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлик ва тезланиш формулаларини кўллаши;
- тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги координаталар ва кўчиш тенгламаларидан масалалар ечишда фойдаланишини;
- кўчишининг вақтга боғлиқлиги графигидан кўчишини аниқлашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун тикув машиналарида игна ва тикув қайиғи қурилмаси ҳаракатининг уйғунлиги муҳим аҳамиятга эга (32-расм)?



32-расм. Тикув машиналарида игна ва тикув қайиғи қурилмаси ҳаракатини созлаши

2. Нима учун тўғри чизиқли ҳаракатни тавсифловчи катталикларни ҳисоблашда битта ўқ етарли бўлади?
3. Нима учун ТТҲ да тезланиш проекцияси мусбат қийматга, ТСҲ да манфий қийматга эга?

Кинематиканинг асосий вазифаси – исталган вақтда жисмнинг фазодаги вазиятини аниқлашдан иборат. Бу вазифани бажариш учун жисм координатасини аниқлаш керак. У жисм ҳаракатининг турига, тезланишига, тезлигига, кўчишига боғлиқ.

Олдинги мавзуларда тезланиш ва тезликни ҳисоблаш формулалари, «вектор проекцияси» тушунчалари берилган эди. Энди вектор катталиклар проекциясининг модуллари билан боғлиқлигини аниқлаб, шу бўйича жисмнинг тезлигини, кўчиши ва координатасини аниқлаш мумкинлигини кўриб чиқамиз.



Ёдга туширинг!

Текис ҳаракат формулалари:

$$v_x = \frac{s_x}{t}; \quad v_x = \frac{x - x_0}{t}.$$

$$s_x = v_x \cdot t.$$

$$x = x_0 + v_x \cdot t.$$



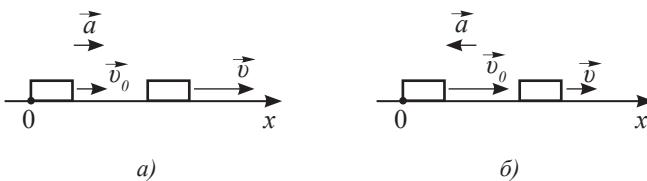
1-топшириқ

Фазодаги жисм координатасини билишнинг аҳамиятини исботлайдиган мисоллар келтиринг.

I. Тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлик

3-§ да тезликни аниқлаш учун координаталар усулидан фойдаландик: танлаб олинган ўққа векторларнинг проекцияниши ва вектор кўринишида ёзилган формулалар бир хил бўлади. Масалан, 3-§ даги (1) формуладан келиб чиқсан тезлик формуласи вектор кўринишда мана бундай бўлади: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$, проекциядаги формула шунга ўхшаш бўлади: $v_x = v_{0x} + a_x t$.

Текис тезланувчан ва текис секинланувчан ҳаракатдаги проекциялар ишораларини аниқлаймиз. 33-расмда ўқи ҳаракат турларидағи тезлик ва тезланиши векторлари тасвирланған. Ҳаракат 0x ўқига нисбатан қаралади.



33-расм. ТТХ ва ТСХ да тезлик ва тезланиши векторларининг йўналиши

Текис тезланувчан ҳаракат (ТТХ) да v_{0x} , a_x , v_x векторларнинг проекциялари мусбат бўлади (33-а расм). Тезликни вектор модуллари орқали ҳисоблаш формуласи бундай кўринишга келади: $v = v_0 + at$.

Текис секинланувчан ҳаракат (ТСХ, 33-б расм) учун тезланиши проекцияси манфий бўлади. Демак, тезликни ҳисоблаш формуласи бундай кўринишга эга: $v = v_0 - at$.

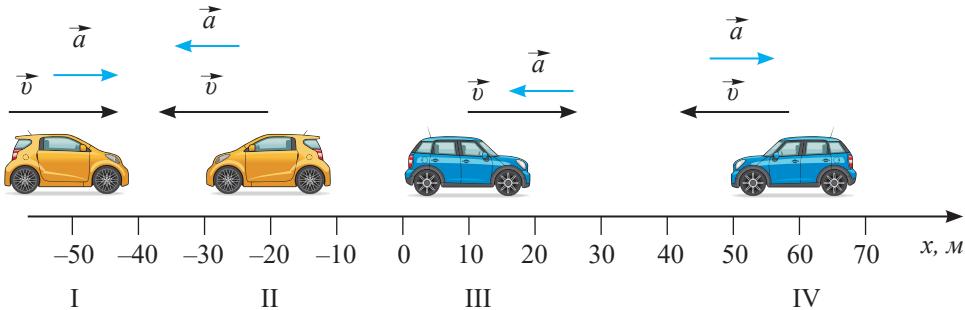
II. Текис ўзгарувчан ҳаракатда жисмнинг кўчишини ҳисоблаш формуласи

Жисмнинг текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлигининг ўртача қийматини, жисмнинг бошланғич ва охирги ҳаракат тезликларининг ўрта арифметиги кўринишида ифодалаймиз:

2-топширик

34-расмда тасвирланған тўртта автомобиль модуллари жиҳатидан бир хил тезланиш ва тезлик билан ҳаракатланмоқда.

1. Ҳар бир автомобиль учун вектор проекцияларининг ишорасини ва ҳаракат турини кўрсатинг.
2. Автомобилларнинг бошланғич тезлигини нолга teng $v_0 = 0$ деб олиб, проекция ишораларини эътиборга олган ҳолда, модуллари бўйича тезликтарнинг ватта боғлиқлиги тенгламасини ёзинг.
3. Тенгламани бошланғич тезлик нолга teng бўлмайдиган ҳоллар учун ёзинг.



34-расм 2-топширик учун

$$v_{\dot{y}pm} = \frac{v_{0x} + v_x}{2}$$

Охирги тезлик ўрнига $v_x = v_{0x} + a_x t$ ифодани күйиб, бундай муносабатга эга бўламиз:

$$v_{\dot{y}pm} = \frac{v_{0x} + v_{0x} + a_x t}{2} = v_{0x} + \frac{a_x t}{2}.$$

Уни жисм кўчишини ҳисоблашга доир $s_x = v_{\dot{y}pm} t$ формулага қўямиз, натижада кўйидаги формула ҳосил бўлади:

$$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Текис тезланувчан ҳаракат учун формула

бундай ифодаланади:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

Текис секинланувчи ҳаракат учун:

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2}.$$

3-топширик

Ох координаталар ўқида жисмларни эркин жойлаштириб, танлаб олинган масштабда жисмларнинг бошланғич тезликлари ва тезланишлари йўналишини кўрсатинг. Жисмлар тезлигининг вақтга боғлиқлиги тенгламасининг кўриниши:

$$v_{1x} = 5 + 2t;$$

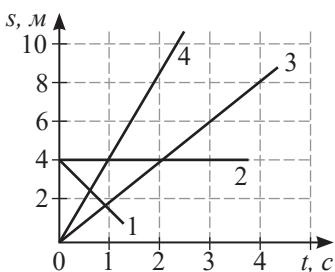
$$v_{2x} = 3 - t;$$

$$v_{3x} = -2 + 0,5t;$$

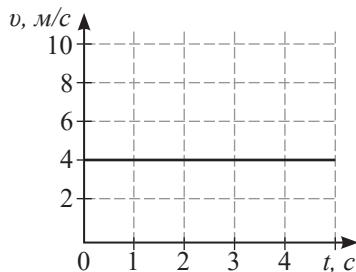
$$v_{4x} = -3 - 3t.$$

4-топширик

35 ва 36-расмлардаги текис ҳаракат (TX) даги тезлик ва кўчишнинг боғланиш графигига қаранг. Тезлик графиги тўрт жисмдан қайси бирига мос келади?



35-расм. Текис ҳаракатда кўчишнинг вақтга боғлиқлиги графиги



36-расм. Текис ҳаракатда тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиги

III. Жисм кўчишининг унинг бошланғич ва охирги тезликлари билан боғлиқлиги

$v_x = v_{0x} + a_x t$ тезликни ҳисоблаш формуласидан ҳаракат вақтини ифодалаймиз:

$$t = \frac{v_x - v_{0x}}{a_x}$$

Олинган ифодани кўчиши ҳисоблаш формуласига қўямиз:

$$s_x = v_{\dot{y}pm} t = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot \frac{v_x - v_{0x}}{a_x} = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}.$$



Жавобини айтинг

1. Текис ўзгарувчан ҳаракатда босиб ўтилган ўйлни қандай аниқлаш мумкин.
2. Ҳаракат йўналишининг ўзгариши жисмнинг кўчиши ва босиб ўтилган ўйлга қандай таъсир кўрсатади?

Олинган ифода ҳаракат вакти номаълум бўлганда жисм кўчишини аниқлашга имкон беради:

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}.$$



Жавобини айтинг

Текис тезланувчан ҳаракатда нима учун тезликни ўрта арифметик сифатида аниқлаш мумкин?

Кинематика масалаларини ечиш алгоритми:

1. Масаланинг шартида берилган физик катталиклар қийматини ёзиш. Тизимдан ташқари ўлчов бирликларини ХБТ (SI) га ўтказиш.
2. Масала саволини тузиш.
3. Расмда жисмни тасвирлаш, тезланиш ва тезлик векторларининг йўналишларини кўрсатиш.
4. Берилган ва номаълум катталикларни боғлайдиган формулаларни проекцияларда ёзиш.
5. Жисмнинг ҳаракат йўналиши билан йўналтириб, координаталар ўқини танлаш.
6. Проекция ишорасини ҳисобга олиб, формулаларни модуллар орқали ёзиш.
7. Тенгламани ёки тенгламалар тизимини номаълум катталикка нисбатан ечиш.
8. Ўлчов бирликлари билан ишлаш.
9. Масаланинг жавобини ёзиш.

IV. Ҳаракат қонуни

Ҳаракат қонуни кинематиканинг асосий масаласи – жисмнинг исталган вақтдаги вазиятини аниқлашга имкон беради. Жисм координаталари кўчиш билан қуидаги формула орқали боғланади:

$$x = x_0 + s_x.$$

Кўчишнинг вақтга боғлиқлигини ҳисобга олиб, жисмнинг ҳаракат қонунини оламиз:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Жисмнинг ҳаракат қонуни бундай ифода билан берилган бўлсин, деб фараз қиласиз:

$$x = 2 + 4t + 2t^2.$$

Берилган боғлиқликни умумий кўринишдаги солишириб, жисмнинг бошланғич координатасини: $x_0 = 2\text{ м}$, шунингдек, бошланғич тезликни $v_{0x} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ва жисмнинг тезланишини $a_x = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ аниқлаш мумкин.

Ҳаракат қонуни – ҳаракат табиатини аниқлашга имкон беради. Агар тезлик ва тезланиш проекцияларининг ишоралари бир хил бўлса, ҳаракат текис тезланувчан, агар ишоралари қарама-қарши бўлса, у ҳолда текис секинланувчан ҳаракат бўлади.

V. Жисмларнинг учрашиш жойини ва вақтини аниқлаш

Жисмларнинг учрашиш шарти – улар координатарининг тенглашиши $x_1 = x_2$. Тенгликни вақтга нисбатан ҳисоблаб, учрашиш вақтининг қийматини оламиз.

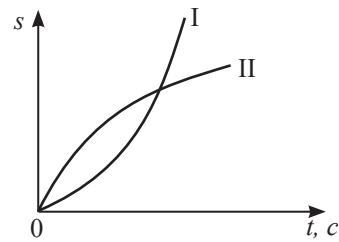
VI. Жисм күчишининг ҳаракат вақтига боғлиқлиги графиги

Жисм күчишининг вақтга боғлиқлиги графиги парабола тармоғи бўлиб ҳисобланади (37-расм). Ох ўқи йўналишида ҳаракатланган жисмнинг текис тезланувчан ҳаракати учун олинган I график аргумент коэффициентининг қиймати мусбат квадрат тенглама графигига тўғри келади. Текис секинланувчан ҳаракатга мўлжалланган II график манфий коэффициентли квадрат тенгламанинг графигига мос келади. Кўчишнинг вақтга боғлиқлиги графигининг шакли тезланиш проекциясининг ишораси билан аниқланади.

Эслаб қолинг!

I-жадвал. Текис ўзгарувчи ҳаракатни тавсифловчин катталикларнинг формулалари

Тезланиш	$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$
Ўртача тезлик	$v_{\bar{y}pm} = \frac{v_0 + v}{2}$ (агар ҳаракат йўналиши ўзгармас бўлса)
Оний тезлик	$u_x = u_{0x} + a_x t$
Кўчиш	$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$ $s_x = \frac{v_0 + v}{2} t$
Жисм координатаси	$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$



37-расм. Текис ўзгарувчан ҳаракатдаги кўчишининг вақтга боғлиқлиги графиги

5-топширик

Кутаётган кузатувчига нисбатан автобус ҳаракатининг тенгламаси

$x = 5 + 5t + 2,5t^2$. Автобус дастлабки 3 с да текис тезланувчан, сўнгра текис ҳарактланди.

1. Автобуснинг бошланғич координатасини, дастлабки 3 с ичидаги бошланғич тезлиги ва тезланишини аниқланг;
2. Автобуснинг 3 с дан кейин қандай тезлик билан ҳаракатланганини аниқланг.
3. Иккала йўл қисмига тааллуқли тезланиш, тезлик, кўчиш ва координатанинг вақтга боғлиқлиги графигини ясанг. Кузатиш вақтини 6 с деб ҳисобланг.
4. Кўчишнинг вақтга боғланиш графигидан ҳаракат бошлангандан сўнг ҳар секундан кейинги кўчишнинг қийматини аниқланг.

5-топширик

Текис ўзгарувчан ҳаракат учун бошланғич тезликсиз кўчиши ҳисоблаш формуласини ёзинг.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Ҳаракатни 10 м/с^2 тезланиш билан бошлаган автомобиль ҳайдовчиси тўғри чизиқли йўлда 10 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган велосипедчини қанча вақтда қувиб этишини аниқланг. Автомобиль ҳаракатни бошлаганда улар орасидаги масофа 240 м бўлган. Автомобиль велосипедни қувиб ўтадиган нуқта координатасини кўрсатинг.

Берилган:

$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_{01} = 0$$

$$v_2 = 10 \text{ м/с}$$

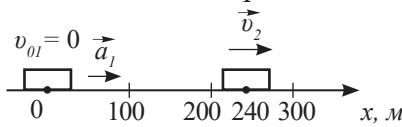
$$l = 240 \text{ м}$$

$$\Delta t - ?$$

$$x - ?$$

Ечилиши:

Расмда ҳаракатланаётган жисмлар вазиятини тасвирлаймиз.



Текис тезланувчан ҳаракат учун жисмларнинг ҳаракат қонуни:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad x_{01} = 0 \text{ ва } v_{0x} = 0 \text{ бўлгани боис, автомобиль учун куйидаги кўринишга келади:}$$

$$x_1 = \frac{a_1 t^2}{2} \quad (1)$$

Велосипедчи текис ҳаракатланмоқда, бундай жисмлар учун ҳаракат қонуни: $x = x_0 + v_x t$.

Велосипедчининг бошланғич координатаси $x_{02} = l$, вектор проекцияси v_{2x} мусбат бўлади:

$$x_2 = l + v_2 t. \quad (2)$$

Автомобиль велосипедчини кувиб етганда уларнинг координаталари бир хил бўлади:

$$x_1 = x_2. \quad (3)$$

(1) ва (2) тенгламаларнинг ўнг томонларини (3) тенгламага қўйиб, ушбу ифодага эга бўламиш: $\frac{a_1 t^2}{2} = l + v_2 t$.

Сон қийматларини қўйамиш: $5t^2 = 240 + 10t$.

Квадрат тенгламани ечиб, иккита илдиз оламиш: $t_1 = 8 \text{ с}$, $t_2 = -6 \text{ с}$.

Иккинчи жавоб масаланинг шартини қаноатлантирумайди. (2) тенгламага вақт қийматларини қўйиб, координатани топамиш:

$$x = 240 \text{ м} + 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 8 \text{ с} = 320 \text{ м.}$$

Жавоби: $\Delta t = 8 \text{ с}; x = 320 \text{ м.}$

Текшириш саволлари

- Текис тезланувчан ва текис секинланувчан ҳаракатда кўчишни ҳисоблаш формулалари орасида қандай фарқ бор?
- Ҳаракат қонуни қандай катталикларни боғлайди?
- Нима учун текис ўзгарувчан ҳаракатнинг ҳаракат қонунидан текис ҳаракат учун фойдаланиш мумкин?



- Самолёт учиш майдонини 10 с да учеб үтади, Ердан кўтарилигандан унинг тезлиги 100 м/с бўлди. Унинг шу вақтда учеб үтган йўлини аниқланг.
- Тинч ҳолатдан 60 см/с² тезланиш билан ҳаракатланган автомобиль 30 м йўлни босиб ўтиши учун қанча вақт керак?
- Тўртта моддий нуқтанинг ҳаракати мос равишда ушбу тенгламалар билан берилган: $x_1 = 10t + 0,4t^2$; $x_2 = 2t - t^2$; $x_3 = -4t + 2t^2$; $x_4 = -t - 6t^2$.
 - ҳар бир нуқта учун $v = v(t)$ тенгламани ёзинг;
 - ўша боғланишлар графигини ясанг;
 - ҳар бир нуқтанинг ҳаракатини тасвирланг.



- Вагон текис секинланувчан ҳаракатланмоқда. Унинг бошлангич тезлиг 54 км/соат, тезланиши 0,3 м/с² га тенг. Вагон тўхтагунга қадар қанча масофани босиб ўтади? Жавобни ХБТ бирлигига беринг.
- Автомобиль ҳаракатни 2 м/с² ўзгармас тезланиш билан бошлиди. Унинг тезлиги 72 км/соатга етганда қанча йўл босиб ўтганини аниқланг.
- Икки автомобильнинг шосседаги ҳаракати $x^1 = 2t + 0,2t^2$ ва $x^2 = 80 - 4t$ тенгламалар билан берилган. Ҳаракатни тасвирлаб,
 - автомобилларнинг учрашиш вақтини ва урнини;
 - вақт саноғи бошлангандан 5 мин ўтгандан сўнг улар орасидаги масофани;
 - биринчи автомобиль саноқ бошида бўлганда иккинчи автомобильнинг координатасини аниқланг.

Экспериментал топшириқ

Қия текислиқдан сирпанган жисмнинг биринчи, иккинчи, учинчи секундаги кўчишини аниқланг. Олинган натижалар орасидаги нисбатни топинг.

$$s_1 : s_2 : s_3 = 1 : 3 : 5 \text{ нисбат бажариладими, текширинг.}$$

5-§. Жисмларнинг эркин тушиши. Эркин тушиш тезланиши

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуни ўзлаштиргандо:

- эркин тушишини тавсифлаш учун текис ўзгарувчан ҳаракатнинг кинематик тенгламаларини кўллашни;
- текис ўзгарувчан ва текис ҳаракат тенгламаларидан фойдаланиб, горизонтал отилган жисм тезлигини аниқлашни;
- горизонтал отилган жисмнинг ҳаракат траекториясини ясашни ўрганасиз;



Жавобини айтинг

1. Нима учун массаси ва шакли турлича бўлган жисмлар бир хил баландликдан турли вақтда тушиади?
2. Нима учун парашютда тушганда Ерга текис тушишга эришиш мумкин (38-расм)?



38-расм. Парашиут билан сакраши



1-топширик

Тушаётган жисм биринчи секундда 5 м га кўчган бўлса, учинчи секунддаги тушиш баландлигини аниқланг. 5 с да қандай масофани ўтади?

I. Жисмларнинг тушиши. Галилей тажрибаси

Аристотель жисмларнинг ҳавода тушишини кузатиб, оғир жисмлар енгил жисмларга қараганда тезроқ тушади, деган холосага келган: «Олтин ё қўрғошин ёки оғирликка эга бошқа жисм бўлгининг тушиши, унинг оғирлиги қанча катта бўлса, шунча тез бўлади». Бир хил баландликдан тушган япроқ олмага қараганда узоқ учади.

Галилео Галилей Аристотель холосасига гумонсираб, экспериментал равишда текширишни олдига мақсад қилиб қўйди.

Ўз тажрибаларини ўтказиш учун Пизадаги энг баланд қия минорани танлади, сабаби жисмлар тушишидаги фарқни паст баландликлардан кузатиш қийин эди. Галилей ҳавонинг қаршилиги ва жисмларнинг тушишига улар шаклининг таъсири бўлмаслиги учун минорадан шакли бир хил, бироқ массалари турлича бўлган жисмларни ташлади. Натижада «Бир хил баландликдан тушган жисмларнинг тушиш вақтида фарқ бўлса-да, у жуда ҳам кичик бўлгани учун, уни аниқлаш мумкин эмас» деган холосага келади. Галилей жисмларнинг вертикал тушишини кузатиб, текис ўзгарувчан ҳаракат учун тўғри бўлган кўчиш нисбатини аниқлади:

$$h_1 : h_2 : h_3 \dots = 1 : 3 : 5 \dots$$

Ҳар кейинги секунддаги кўчиши нисбати бошлиганч тезлик нолга teng бўлганда тоқ сонлар қаторининг нисбатига teng.

Ўлчашлар тезланишнинг қиймати $9,8 \text{ м/с}^2$ га teng эканлигини, у вертикал бўйлаб пастга йўналганлигини кўрсатди.



Эксперимент

1. Иккита бир хил коғоз варагини бир хил баландликдан ташланг. Уларнинг тушиш вақтини аниқланг.
2. Варақлардан бирини шар шаклида фижимлаб, уларни яна бирхил баландликдан ташлаб, тушиш вақтини таққосланг.
3. Иккинчи варақни ҳам фижимлаб, тажрибани тақоррланг.
4. Массалари бир хил варақларнинг тушиш вақти турлича бўлиш сабабини тушунтиринг.

II. Жисмларнинг эркин тушиши.

Ердаги ва бошқа осмон жисмларидаги жисмларнинг эркин тушиш тезланиши

Жисмларнинг ҳавосиз фазода тушишини биринчи бўлиб кузатган олим И. Ньютон бўлган. Шу каби тажрибани деворлари қалин маҳсус най ёрдамида ўтказиш мумкин. Найнинг бир учи кавшарланган, иккинчи учига эса кран ўрнатилган. Найнинг ичига қўроғшин, питра, пўқак ва қушпати солинади.

Найдан ҳавони сўриб олиб, уни тўнкариб қўяшимиз. Идишдаги барча жисмлар идиш тубига бир вақтда тушади (*39-расм*). Демак, жисмларнинг тезланиши уларнинг массаларига боғлиқ эмас. Ҳавосиз фазода барча жисмлар ва зарралар: ёмғир томчиси, чанг-тўзон, тошлар, япроқлар Ер сиртига бир хил тезланиш билан тушади.

Эркин тушиш тезланиши g ҳарфи билан белгиланади. Бундан ҳам аниқ ўлчашлар натижасида Ер сиртига яқин турли кенгликларда эркин тушиш тезланиши турлича бўлишини қўрсатди, кутбларда: $g_n = 9,83 \frac{m}{c^2}$, ўрта кенгликларда

$$g = 9,81 \frac{m}{c^2}, \text{ экваторда } g_s = 9,78 \frac{m}{c^2}.$$

Эркин тушиш – жисмларнинг ҳавосиз фазода оғирлик кучи таъсирида пайдо бўладиган ҳаракатидир.

Бошқа осмон жисмларидаги эркин тушиш тезланиши қиймати Ердаги тезланиш қийматидан фарқ қиласи (2-жадвал).

2-жадвал. Сайёralардаги эркин тушиш тезланиши

Планета, Осмон жисми	Эркин тушиш тез- ланиш, m/c^2	Планета, Осмон жисми	Эркин тушиш тезланиш, m/c^2
Меркурий	3,7	Сатурн	10,6
Зухро	8,9	Уран	8,7
Ер	9,8	Нептун	11,6
Марс	3,7	Куёш	274
Юпитер	24,9	Ой	1,6



Жавобини айтинг

- Нима учун гижимланган ва силлик варақ ерга турли вақтда тушади?
- Нима учун қофоз шарлар ерга бир хил вақтда тушади?
- Нима учун силлик варақлар ерга бир вақтда ҳам, турлича вақтда ҳам тушиши мумкин?



39-расм. Тури массали жисмларнинг ҳавосиз фазода тушиши



2-топширик

Ёмғир томчилари, одатда, 7–8 м/с дан ошмайдиган тезлик билан тушади. Агар ҳавосиз фазода тушса, Ер сиртида ёмғир томчилари қандай тезликка эга бўлар эди? Ёмғир булутлари баландлигини тахминан 2 м деб олинг. Пневматик милитик ўқининг 240 м/с тезлиги билан солиштиринг.

III. Кўчиш тезлигини ва жисмнинг эркин тушиш координаталарини ҳисоблаш

Жисмнинг эркин тушиши – тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатга мисол бўла олади, демак, қараб чиқилган барча формулалар шу ҳаракат турига қўлланилади. Формулалардаги фарқлар вертикал йўналиш бўйлаб кўчиш баландлиги деб аталиши ва уни h ҳарфи билан белгиланишига боғлиқ. Вертикал бўйлаб ҳаракатда координатлар ўки θ деб белгиланади ва шунга мувофиқ у координатаси киритилади (3-жадвал).

3-топшириқ

40-расмда тасвирланган шар учун кинематик катталиклар: тезликнинг, кўчишнинг, координатанинг модулини ҳисоблаш формулаларини ёзинг. Траекториянинг қандай қисмida шар текис тезланувчан, қандай қисмida текис секинланувчан ҳаракатланади?

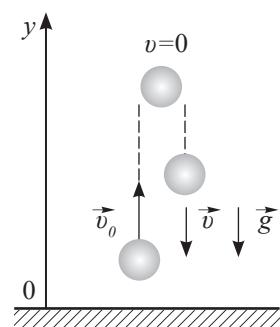
3-жадвал.

Катталик	Ҳаракат тури	
	Текис ўзгарувчан	Эркин тушиш – текис ўзгарувчан ҳаракатнинг хусусий ҳоли
Эркин тушиш тезланиши	$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$	$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$
Оний тезлик	$v_x = v_{0x} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + g_y t$
Кўчиш	$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$h_y = v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$ $h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$
Жисм координатаси, ҳаракат қонуни	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$.

IV. Эркин тушган жисмнинг бошланғич тезлиги йўналишининг унинг ҳаракат траекториясига таъсири ҳамда тезлик ва кўчишни ҳисоблаш формулалари

Бошланғич тезлиги йўналишига боғлиқ бўлмаган ҳолда эркин тушиши тезланиши билан ҳаракатланадиган жисмнинг ҳаракати эркин тушиши дейилади.

Вертикал юқорига отилган жисм. Вертикал юқорига отилган жисмнинг тезлиги v_0 бўлсин. Жисм юқорига тезлиги камайиб борган ҳолда ҳаракатланади, бирор баландликка кўтарилигандан сўнг у тўхтаб, қайта пастга қараб текис тезланувчан ҳаракатланади (40-расм). Агар



40-расм. Вертикал юқорига отилган жисмнинг эркин тушиши.

координатанинг $0y$ ўқини юқорига йўналтирсақ, у ҳолда тезланиш проекцияси g_y манфий бўлади.

Тезлик ва кўчиш модулларини ҳисоблаш формулалари бундай кўринишга келади:

$$v_y = v_0 - gt; \quad h_y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

Мазкур ҳолда ҳаракат қонуни қуидагича ифодаланади:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

Юқорида ёзилган формулаларда, агар жисм юқорига кўтарилаётган бўлса, v_y ва h_y проекцияларнинг ишоралари мусбат, пастга тушаётган бўлса манфий бўлади.

Горизонтга бурчак остида отилган жисм.

Горизонтга бурчак остида отилган жисм фақат оғирлик кучи таъсирида ҳаракатлангани учун эркин тушади (41-расм).

Оу ўқи бўйлаб тезлик, кўчиш ва координатани ҳисоблаш формулалари кўрсатилган ўқдаги бошлангич тезликнинг ташкил этувчиларидан фойдаланган ҳолда эркин тушиш формулалари бўйича аниқланади:

$$\begin{aligned} v_{0y} &= v_0 \sin \alpha; \\ v_y &= v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt; \\ h_y &= (v_0 \sin \alpha) t - \frac{gt^2}{2} \\ y(t) &= (v_0 \sin \alpha) t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned}$$

Горизонтал отилган жисм. Жисм горизонтал отилган ҳолда $0y$ ўқи бўйлаб бошлангич тезлик векторининг ташкил этувчиси ноль қийматга эга бўлади (42-расм).

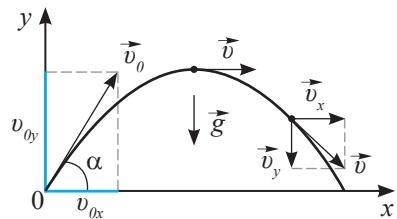
Агар $0y$ ўқи вертикал пастга йўналган бўлса, ҳаракат тезлиги ва вертикал бўйича кўчиш қуидаги формула орқали аниқланади: $v_y = gt$; $h_y = \frac{gt^2}{2}$.

Жисмнинг $0x$ ўқи бўйлаб ҳаракати текис ҳаракат формуласи бўйича ҳисобланади. $0x$ ўқи бўйлаб ҳаракат тезланишиз бўлади, тезлик ўзгармас бўлиб қолаверади.

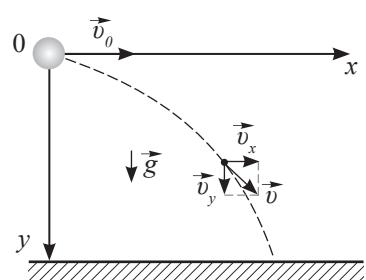


4-топширик

- 1) Эркин тушаётган жисм учун;
- 2) вертикал юқорига отилган жисм учун тезлик ва кўчишнинг вақта боғлиқлиги графигини ясанг.



41-расм. Горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг эркин тушиши



42-расм. Горизонтал отилган жисмнинг эркин тушиши

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Масала. Жисм 20 м/с тезлик билан вертикаль юқорига отилган. Жисмнинг ҳаракат қонунини ёзинг. Жисмнинг отиш нуқтасидан 15 м баландлиқда бўладиган вақт оралигини аниқланг.

Берилган:

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$h = 15 \text{ м}$$

$$y(t) - ?$$

$$\Delta t - ?$$

Ечилиши:

Расмда жисм ва унинг ҳаракатини тавсифловчи катталиклар векторларини ясаймиз.

Оу ўқини бошланғич тезлик йўналиши бўйича йўналтирамиз.

Текис ўзгарувчан ҳаракат учун ҳаракат қонунини ёзамиз:

$$y(t) = y_0 + v_{oy}t + \frac{g_y t^2}{2}.$$

Агар координатанинг саноқ боши сифатида жисмнинг отилиш нуқтаси олинса, у ҳолда: $y_0 = 0$.

Проекция қонунларини назарга олсак, ҳаракат қонуни бундай кўринишга келади:

$$y = v_0 t - \frac{g t^2}{2}.$$

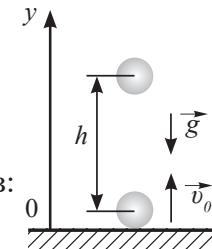
Тезлик ва тезланиш қийматларини қўйиб, улоқтирилган жисм учун ҳаракат қонунига эга бўламиз: $y = 20t - 5t^2$.

Ҳосил бўлган ҳаракат қонунини жисмнинг қанча вақтдан кейин қўрсатилган $y = h$ баландлиқда бўлишини аниқлаш учун қўллаймиз: $15 = 20t - 5t^2$. t га нисбатан квадрат тенгламани ечиб, иккита илдизга эга бўламиз:

$$t_1 = 1 \text{ с}; t_2 = 3 \text{ с}.$$

Жисм 15 м баландликда икки марта бўлади: улоқтирилгандан сўнг кўтарилаётганда 1 с дан кейин ва тушаётганда 3 с дан кейин.

Жавоби: $t_1 = 1 \text{ с}; t_2 = 3 \text{ с}$.



Текшириш саволлари

1. Жисмнинг тушиш вақти унинг массасига қандай боғлиқ?
2. Жисмнинг эркин тушиши ҳаракатнинг қандай турига тегишли?
3. Қандай ҳаракат эркин тушиш деб аталади?
4. Эркин тушиш тезланиши жойнинг кенглигига қараб қандай ўзгаради?
5. Горизонтга бурчак остида отилган жисм ҳаракатини эркин тушиш деб ҳисоблаш мумкинми?



1. 5 м баландлиқдан бошланғич тезлиksиз әркин тушаётган жисм Ер сиртига қандай тезлик билан тушади? $g = 10 \text{ м/с}^2$ деб олинг.
2. Тош 72 км/соат тезлик билан вертикал юқорига отилди. Тош қандай максимал баландликка күрарилади?
3. Жисм 20 м баландлиқдан 180 м/мин бошланғич тезлик билан вертикал юқорига отилди. Ҳаракат бошланғандан 2 с ўтгандан кейин тош қандай баландликда бўлади?



1. Тинч ҳолатдан әркин тушаётган жисм Ерга 2 с да етади. Ўша жисмнинг тушиш баландлигини аниқланг.
2. Копток 200 дм/с бошланғич тезлик билан горизонтга 30° ли бурчак остида отилди. Коптокнинг максимал кўтарилиш баландлигини аниқланг.
3. Агар бинодан 2м/с тезлик билан горизонтал ташланган жисм ундан 4 метр масофага тушган бўлса, бинонинг баландлигини топинг.

Экспериментал топшириқ

Секундомер ва сантиметрли рулеткадан фойдаланиб, әркин тушиш тезланишини аниқланг. Ўлчаш аниқлигини ортириш учун тажриба ўtkазишда нимани ўзgartириш керак?

6-§. Эгри чизиқли ҳаракат, моддий нуқтанинг айлана бўйлаб текис ҳаракати. Чизиқли ва бурчакли тезлик

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- Чизиқли ва бурчакли каттаталиклар тушунчаларини кўллаб жисмнинг айлана бўйлаб текис ҳаракатини тавсифлаши;
- Масалалар ечишда чизиқли ва бурчакли каттаталикларнинг боғланиш формулаларини кўллашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

- Нима учун велосипедчини ёмғир сувларининг сақрашидан саклайдиган велосипед қанотларининг ҳажми олдинга ва орткигилдиракларида турлича бўлади (44-расм)?
- Нима учун бир хил тезликда болалар велосипеди пёдалининг айланишлари сони спорт велосипеди пёдалининг айланишлари сонидан ортиқ бўлади?
- Кир ювиш машинасининг турли иш мартиблари қандай амалга оширилади?



44-расм. 1-топшириқ учун Алмати шаҳрида ясалган велосипед

I. Эгри чизиқли ҳаракат. Босиб ўтилган йўл ва тезлик

Жисмларнинг ҳаракат траекторияси турлича бўлиши мумкин ва у исталган эгри чизикдан иборат бўлади (43-расм).

Агар жисмнинг ҳаракат траекторияси эгри чизикдан иборат бўлса, унинг ҳаракати эгри чизиқли ҳаракат дейилади.

Мазкур ҳолда босиб ўтилган йўл ва тезликни аниқлаш учун текис ва нотекис тўғри чизиқли ҳаракат формулаларидан фойдаланилади. Ўртacha тезлик қийматини аниқлашда босиб ўтилган йўлнинг шу йўлни босиб ўтишга кетган вақтга нисбати топилади. **Босиб ўтилган йўл – траектория узунлигидан иборат.** Хар кандай эгри чизиқни турли радиусдаги айлана ёйларининг бирикмаси каби қабул қилиш мумкин. Жисмларнинг айлана бўйлаб ҳаракатини кўриб чиқамиз.



43-расм. Шучье шаҳридаги миллий чанги спорти марказидаги чанги йўли

II. Жисмлрнинг айланы бўйлаб текис ҳаракати. Давр ва частота

Агар жисм айланы бўйлаб ўзгармас тезлик билан ҳаракатланса, у ҳар қайси айланишга бир хил вақт сарфлайди.

Жисмнинг тўлиқ бир марта айланиб чиқиши учун кетган вақт давр деб аталади.

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

Бу ерда T – давр, t – айланниб чиқишига кетган вақт.

Даврнинг ХБТ даги ўлчов бирлиги – секунд:

$$[T] = 1 \text{ с.}$$

Даврга тескари катталиқ *частота* деб аталади.

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (2)$$

Частота – жисмнинг бирлик вақт ичидаги айланышлар сонини аниқловчи физик катталиқ.

$$\nu = \frac{N}{t} \quad (3)$$

ХБТ да частотанинг ўлчов бирлиги сифатида секундга тескари катталиқ $[\nu] = 1 \text{ с}^{-1}$ ёки 1 Гц (герц) қабул қилинган.

III. Чизиқли тезликнинг давр ва частотага боғлиқлиги

Жисмнинг айланы бўйлаб текис ҳаракатида (45-расм) босиб ўтилган йўл тезлиги

$$v = \frac{l}{t} \text{ га тенг.}$$

Йўл тезлигини *чизиқли тезлик* деб аташ қабул қилинган. Агар жисм айланы бўйлаб тўлиқ бир марта айланниб чиқса, унинг босиб ўтган йўли айланы узунлигига тенг: $l = 2\pi R$, вақт эса даврга тенг: $t = T$. Бинобарин, чизиқли тезликни ҳисоблаш формуласи бундай кўринишга келади:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

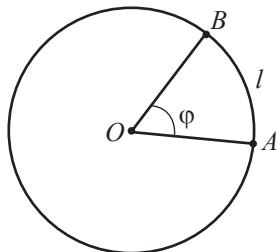
Даврни частота билан алмаштириб, ушбуга эга бўламиз: $v = 2\pi R\nu$.

1-топширик

(1) ва (3) формулалардан ҳаракат вақтини ва жисмнинг айланышлар сонини ҳисоблаш формулаларини ифодаланг.

Жавобини айтинг

Топширикни бажаришда математикақ курсининг қандай қоидаларидан фойдаландингиз?



45-расм. Айланы радиуси R айланы бўйлаб ҳаракатидаги бурчали кўчши φ ва босиб ўтилган йўли l .

Мухим ахборот

Ёй узунлиги l – радианларда берилган марказий бурчакка тўғри φ пропорционал катталиқдир: $l = \varphi R$.

IV. Айлана бўйлаб текис ҳаракатда бурчакли тезлик ва бурчакли кўчиш

Агар жисм айлана бўйлаб ҳаракатланиб, A нуқтадан B нуқтага кўчса, бу кўчишни φ бурчак билан ифодалаш мумкин (45-расм).

Ҳаракатланаётган жисмни айлана маркази билан бирлаштирувчи радиус-нинг бурилиш бурчаги бурчакли кўчиш деб аталади.

Бурчакли кўчиш ХБТ да радианларда ўлчанди:

$$[\varphi] = 1 \text{ rad.}$$

Жисмнинг айлана маркази атрофида айланиш жадаллиги бурчакли тезликни тавсифлайди.

Бурчакли тезлик – бурчакли кўчишнинг шу кўчиш содир бўлган вақт оралиғига нисбатига тенг физик катталик.

$$\omega = \frac{\varphi}{t}.$$

Бу ерда ω – бурчакли тезлик.

Бурчакли тезликнинг ХБТ даги ўлчов бирлиги: $[\omega] = 1 \text{ rad/c.}$

V. Бурчакли тезликнинг давр, частота ва чизиқли тезлик билан боғлиқлиги

Агар жисм айлана бўйлаб тўлиқ бир марта айланиб чиқса, уни айлана маркази билан туташтирувчи радиус $\varphi = 2\pi$ тўла бурчакни тавсифлайди. Тўлиқ айланиб чиқишга кетган вақт. Бурчакли тезликни хисоблаш формуласи ушбу кўринишга келади:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

Даврни частота билан алмаштириб, бурчакли тезликнинг частотага боғлиқлиги формуласини ҳосил қиласиз:

$$\omega = 2\pi\nu.$$

2-топшириқ

1. Бурчакли кўчиш
 $\Phi_1 = \pi/4;$
 $\Phi_2 = 3,14 \text{ rad};$
 $\Phi_3 = 90^\circ$ бўлганда 1 м радиусли айлана ёйи узунлигини аникланг.
2. Жисм ёйининг узунлиги 6,28 м, радиуси 2 м бўлган айлана бўйлаб бурчакли кўчишини аникланг.

3-топшириқ

Соатнинг соат ва минут миллиарининг бурчаклик тезлигини аникланг (46-расм). Уларнинг қийматлари неча марта фарқ қиласиди? Соат мили учларининг чизиқли тезликлари неча марта фарқ қиласиди? Нима учун бурчакли ва чизиқли тезликларнинг нисбати турлича бўлади?



46-расм. 3-топшириқ учун

Жавобини айтинг

1. Нима учун жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатини таъсифлаш учун бурчак катталикларни қўллаш кулади?
2. Нима учун айлана бўйлаб ҳаракат текис ҳаракат бўлиб ҳисобланмайди?

Ҳосил бўлган формулаларни чизиқли тезликни ҳисоблаш формулалари билан таққослаш тезликлар муносабатига олиб келади:

$$v = \omega R.$$

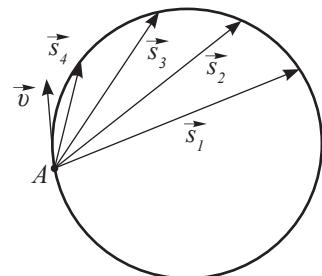
Олинган формула бурчакли катталиклардан чизиқли катталикларга ўтишга имкон беради.

VI. Қўчиш ва чизиқли тезликнинг йўналиши

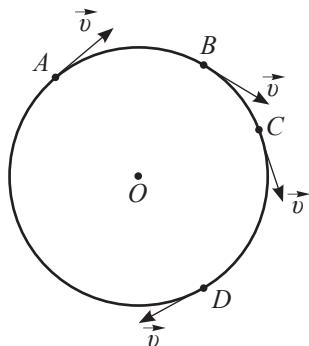
Сизга 7-синф физика курсидан маълумки, қўчиш – жисмнинг бошланғич вазияти билан охирги вазиятини туташтирувчи йўналган кесмадан иборат. Айлана бўйлаб ҳаракатдаги қўчиш ватарни беради (47-расм). Модомики $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ экан, тезлик вектори қўчиш вектори билан бир хил йўналган бўлади, бу ерда t – скаляр катталик.

Бундай муроҳаза юритганда жисмнинг ҳаракат тезлиги йўналишини қўрсатиш қийин бўлади, шунинг учун эгри чизиқли ҳаракат учун «оний тезлик» тушунчаси киритилади.

Оний тезлик – жисмнинг берилган вақт моментидаги тезлиги.



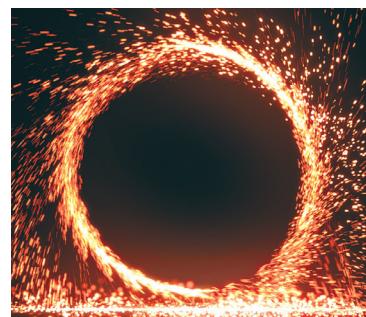
47-расм. Айлана бўйлаб ҳаракатлантирилган жисмнинг қўчиши.



48-расм. Оний тезлик ҳаракат траекториясига ўтказилган уринма бўйлаб йўналган

Қаралаётган вақт оралиғи қанча кичик бўлса, қўчиш ҳам, ватарнинг айлана ёйидан фарқи ҳам шунча кам бўлади. Йўлнинг жуда кичик қисми учун жисм кўчадиган ватар айланага ўтказилган уринмадан фарқ қилмайди. Шунинг учун оний тезликнинг йўналиши муайян бир пайтдаги ҳаракатдаги жисмнинг траектория нуқтасига ўтказилган уринма йўналиши бўлиб ҳисобланади (48-расм). «Олов ҳалқаси» мушаги учкунларининг ҳаракати бунинг яққол далилидир (49-расм).

Жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатида тезликнинг йўналиши ўзгаради. Тезликнинг ўзгариши жадаллиги тезланни билан ҳарактерланади. Демак, жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракати текис ҳаракат ҳисобланмайди. Аммо жисм айлана бўйлаб ўзгармас тезлик билан ҳаракатланса,



49-расм. «Олов ҳалқаси»
мушаги

бундай ҳаракат айлана бўйлаб текис ҳаракат дейилади. «Текис» сўзи жисм ҳаракатланаётганда чизиқли тезлик катталиги ўзгармас бўлиб қолавериишини билдиради.

Текшириш саволлари

1. Қандай ҳаракат эгри чизиқли ҳаракат деб аталади?
2. Давр деб нимага айтилади?
3. Частота қандай аниқланади?
4. Бурчакли кўчиш, бурчакли тезлик нима?
5. Қандай тезлик оний тезлик деб аталади?
6. Оний тезлик қандай йўналган?



Машқ

6

1. Айланма дастгоҳ платформасининг айланиш даври $1/15$ минутга тенг. Айланиш ўқидан 20 дм масофадаги платформа четки нуқтала-рининг чизиқли тезлигини топинг.
2. Моддий нуқта радиуси 50 см айлана бўйлаб текис ҳаракатланиб, 10 с ичида унинг узунлигининг ярмини босиб ўтди. Шу нуқта ҳаракати-нинг чизиқли тезлигини топинг. Жавобни ХБТ ўлчов бирликларида беринг ва юзгача яхлитланг.
3. 50 с ичида 4 рад/с бурчакли тезликка эга бўлган ғилдирак неча марта айланади. Жавобни бутун сонгача яхлитланг.



Машқ

6

1. Самолёт винтиning айланиш частотаси 1800 айл/мин. Винт $5 \cdot 10^4$ марта айланадиган вақт ичида самолёт 270 км/соат тезлик билан тўғри чизиқли ва текис ҳаракатланиб, қанча йўлни босиб ўтади? Жавобни километрларда ифодаланг.

- Ернинг сунъий йўлдоши орбита-сининг радиусини 4 марта орттирганда айланиш даври 8 марта ортди. Орбита бўйлаб ҳаракатланаётган сунъий йўлдошнинг тезлиги неча марта ўзгарида?
- Секундомер милларининг бурчак тезликлари бир-биридан неча марта фарқ қиласди? Улар қандай вақт оралигини ўлчайди (50-расм)?



50-расм. 6-машқ учун
(уй вазифсининг 3-масаласига)

Экспериментал топшириқ

- Автомобиль (велосипед) ғилдирагидан тушадиган тупроқ ва майдатошларнинг ҳаракатини кузатинг. Ғилдиракдан тушганда улар қандай тезликка эга бўлади? Ўзингиз кузатган ҳодисага ўхшаш мисоллар келтиринг.
- «Курвиметрнинг тузилиши ва ишлаш принципи» мавзуусида ахборот тайёрланг (51-расм). Ўзингиз харитадаги масофани ўлчашга мўлжаллаган курвиметр асбобини ясанг. Қозоғистон худудидаги аҳоли турар жойлари ва бошқа мамлакатлар орасидаги автомобиль йўлларининг узунлигини аниқланг. Курвиметр орқали худуддаги эгри чизиқли траектория узунлигини ўлчаш мумкинми?



a) Харитадаги масофани ўлчашга мўлжалланган курвиметр



б) Курвиметрнинг тузилиши

51-расм. Курвиметр

7-§. Марказга интилма тезланиш

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- масалалар ечишда марказга интилма тезланиши формулаларидан фойдалана оладиган бўласиз

Жисм айланада бўйлаб ҳаракатланганда, унинг оний тезлигининг йўналиши ўзгаради, бу жисмнинг тезланиши ҳаракатига далил бўла олади. Тезланиш векторининг қандай йўналганлигини аниқлаймиз.

Жавобини айтинг

1. Нима учун занжирли карусель тезлиги ортганда айланни радиуси ҳам ортади (52-расм)?



52-расм. Алмати шаҳридаги марказий истироҳат боғидаги занжирли карусель

2. Нима учун ҳаёфли бурилишлар автомобиллар учун қийинлик туғдиради (53-расм)?

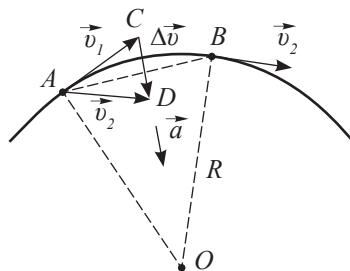


53-расм. Юқори тезликдаги автомобилнинг ҳаёфли бурилишга кириши

I. Айланада бўйлаб ҳаракатдаги тезланиш йўналиши

Тезланиш вектори ҳар доим жисм тезлигининг ўзгариш вектори билан бир хил (йўналишдош) йўналган бўлади $\vec{a} \uparrow\uparrow \Delta\vec{v}$. Бу ушбу тенглиқдан келиб чиқади: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, бу ерда Δt – скаляр катталик. $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ эканлигини эътиборга олиб, шу векторлар йўналишини аниқлаймиз.

\vec{v}_2 векторнинг йўналишини ўзгартирмай А нуқтага жойлаштирамиз (54-расм). \vec{v}_1 ва \vec{v}_2 векторларнинг учларини бирлаштирамиз, олинган кисмини камаядиган \vec{v}_2 векторга йўналтириб, $\Delta\vec{v}$ векторлар айримасини оламиз.



54-расм. Тезланиши ва ҳаракат тезлиги ўзгаришининг вектори ва тезланиши айланада марказига йўналган

Ясалишига қараб $\Delta\vec{v}$ ва \vec{a} векторлар айланада ичига йўналган бўлади. В нуқта А нуқтага яқинлашганда ва айланада ёйи ватар билан бирлашган ҳолдагина $\Delta\vec{v}$ ва \vec{a} векторлар айланада

1-топширик

Жисмнинг айланада бўйлаб ҳаракатини тавсифловчи катталикларнинг ўлчов бирликлари орасида боғланиш ўрнатинг. Тезланиш қандай ўлчов бирлиги билан ўлчанади?

марказига томон йўналади. Мазкур ҳолда тезланиш A нуқтага ўтказилган уринма ёки оний тезлик векторига перпендикуляр йўналган бўлади (55-расм). Айлана бўйлаб ҳаракатланган жисмнинг тезланиши марказга интилма тезланиши дейилади.

Тезланиши жисм ҳаракати турини аниқлайди.

Агар тезланиш йўналиши тезлик йўналишига перпендикуляр бўлса, у ҳолда жисм айлана бўйлаб ҳаракатланади.

II. Марказга интилма тезланиш модули

54-расмдаги $\triangle OAB$ ва $\triangle ACD$ учбуручакларни кўриб чиқамиз. Улар ўхшаш, сабаби иккала учбуручак тенг томонли ва асослари қаршисидаги бурчаклари тенг. Учбуручакларнинг мос томонлари нисбатини ёзамиз:

$$\frac{R}{v} = \frac{s}{\Delta v},$$

бундан $\Delta v = \frac{v \cdot s}{R}$ келиб чиқади, Бу ерда s – кўчиш, R – айлана радиуси. Бу ифодани тезланиши $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ хисоблаш формуласига кўямиз:

$$a = \frac{v \cdot s}{R \cdot \Delta t}.$$

Δt вақт оралиғининг энг кичик қийматида $\frac{s}{\Delta t}$ нисбат модули жиҳатидан оний тезликка тенг, демак:

$$a = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

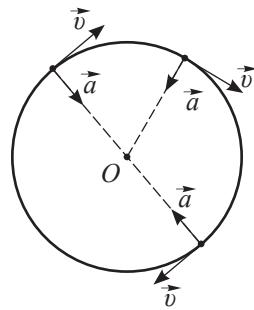
III. Тезланишнинг давр, частота ва бурчакли тезлик билан боғлиқлиги

Тезланиши хисоблаш формуласига $v = \frac{2\pi R}{T}$ тезликнинг давр билан боғланиш формуласини қўйсак, бундай ифодани ҳосил қиласиз:

$$a = \frac{4\pi^2}{T^2} R. \quad (2)$$

2-топширик

35 786 км радиусли геостационар орбитада жойлашган ой ва алоқа йўлдошининг ер атрофидаги ҳаракат тезланишини аниқланг.



55-расм. Траекториянинг барча нуқтасида тезланиши тезликка перпендикуляр йўналган.

Жавобини айтинг

- Нима учун айлана бўйлаб ҳаракат текис ҳаракат дейилади?
- Нима учун айлана бўйлаб ҳаракатланадиган жисмнинг тезланиши марказга интилма тезланиши деб аталаади?
- Нима учун тезликка перпендикуляр йўналган тезланиши, тезликнинг сон қийматига таъсир этмайди?

$\nu = \frac{1}{T}$ даврнинг частота билан боғлиқлигини эътиборга олиб, формулани қуидаги кўринишда ёзамиш:

$$a = 4\pi^2\nu^2 R. \quad (3)$$

Хосил бўлган формулаларда $\frac{4\pi^2}{T^2} = 4\pi^2\nu^2 = \omega^2$, демак, тезланиш бурчакли тезлик билан

$$a = \omega^2 R \quad (4)$$

ифода орқали боғланган. Бизга маълум бўлган $v = \omega R$ бурчакли ва чизиқли тезликларнинг боғланиш формуласини эътиборга олиб, (4) формулани қуидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$a = \omega \cdot v. \quad (5)$$

Бу қизиқ!

Сунъий йўлдошларнинг тезликлари уларнинг қандай баландлиқда учишларига боғлиқ. Ерга яқинлашганда гравитация ортади, ҳаракат тезлашади. Масалан; NASA Aqua сунъий йўлдошига бизнинг сайдерамизни 705 км баландлиқда айланиб учиб чиқиши учун 99 минут, 35786 км баландлиқда метеорологик аппарат учун эса 23 соату 56 минут 4 секунд керак (56-расм). Ой Ер марказидан 384 403 км масофада 28 кунда бир марта айланиб чиқади.



56-расм. Ернинг йўлдошлари геостационар орбитада

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Айлана бўйлаб ҳаракатланаётган жисмнинг чизиқли тезлиги 2 марта ортирилиб, айлана радиуси 3 марта камайтирилса, жисмнинг тезланиши неча марта ортганини аниқланг.

Берилган: **Ечилиши:**

$$v_2 = 2v_1$$

$$R_2 = \frac{R_1}{3}$$

$$\frac{a_2}{a_1} - ?$$

Берилган катталиклар бўйича марказга интилма тезланишини ифодалаймиз:

$$a_1 = \frac{v_1^2}{R_1}, \quad a_2 = \frac{v_2^2}{R_2}.$$

Олинган муносабатни a_2 тезланишини хисоблаш формуласига қўямиз:

$$a_2 = \frac{(2v_1)^2}{R_1} = \frac{4v_1^2}{R_1} \cdot 3 = 12 \frac{v_1^2}{R_1} = 12a_1.$$

Демак: $\frac{a_2}{a_1} = 12$.

Жавоби: 12 марта

Текшириш саволлари

1. Айлана бўйлаб текис ҳаракатланган жисм тезланиши қандай йўналади?
2. Марказга интилма тезланишни ўзгармас деб ҳисоблаш мумкинми?
3. Марказга интилма тезланиш модули нимага тенг?
4. Марказга интилма тезланиш айланиш даври, айланиш частотаси ва бурчакли тезлик орқали қандай ифодаланади?



Машқ

7

1. Радиуси 50 см айлана бўйлаб 7,2 км/соат тезлик билан текис ҳаракатланган моддий нуктанинг марказга интилма тезланишини аниқланг.
2. Автомобиль 0,44 км радиусли қавариқ кўприкнинг ўртасидан ўтганда марказга интилма тезланиш эркин тушиш тезланиши катталигига тенг бўлиши учун қандай тезлик билан юриши керак? $g = 10 \text{ м/с}^2$ деб олинг.
3. Икки моддий нукта радиуслари R_1 ва R_2 бўлган айлана бўйлаб ҳаракатланмоқда. Айланаларнинг радиуслари $R_1 = 2R_2$ каби муносабатда. Берилган ҳоллар учун уларнинг марказга интилма тезланишларини тақосланг: а) тезликлари бир хил бўлганда; б) даврлари тенг бўлганда.
4. Ернинг сунъий йўлдоши Ер марказидан қандай масофада 8 м/с^2 тезланиш ва 8 км/с тезлик билан ҳаракатланишини аниқланг. У тўлиқ бир марта айланиб чиқиши учун канча вақт керак бўлади?



7

1. Куёш ўз ўқи атрофида айланганда унинг экватор нукталарининг тезлиги 2 км/с га тенг. Экватор нукталарининг марказга интилма тезланишини аниқланг. Куёшнинг радиуси $6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$. Жавобни ХБТ да ва мингликларгача яхлитланг.
2. 1,8 м диаметрли ғилдирак минутига 50 марта айланади. Ғилдирак сиртидаги нукталарнинг тезланишини аниқланг. Ҳисоблашларда $\pi^2 = 10$ деб олинг.
3. Вертолёт винтининг парраги 10 с да 50 марта айланса ва учларидаги нукталарнинг марказга интилма тезланиши 2 км/с^2 бўлса, вертолёт винти паракларининг узунлигини ХБТ да аниқланг.

Ижодий топширик

«Қүёш тизимидағи сайёраларнинг айланиш даврлари ва уларнинг Қүёшдан узоқлиги» жадвалидан фойдаланиб, сайёралар айланы бүйлаб ҳаракатланади деб тасаввур қилиб, уларнинг үртача орбитал тезлікларини ва тезланишини ҳисобланг. Натижаны 5-жадвалга киритинг.

4-жадвал. Қүёш тизимидағи сайёраларнинг айланиш даврлари ва уларнинг Қүёшдан узоқлиги

Сайёра	Қүёшдан үртача узоқлиги, млн км	Қүёш атрофида айланиш даври, сутка ёки йилларда
Меркурий	58	88 сутка
Зуҳро	108	224,7 сутка
Ер	150	365,26 сутка
Марс	228	687 сутка
Юпитер	778	11,86 йил
Сатурн	1429	29,46 йил
Уран	2871	84,01 йил
Нептун	4504	164,8 йил

5-жадвал. Сайёраларнинг орбитал тезліклари ва тезланишлари

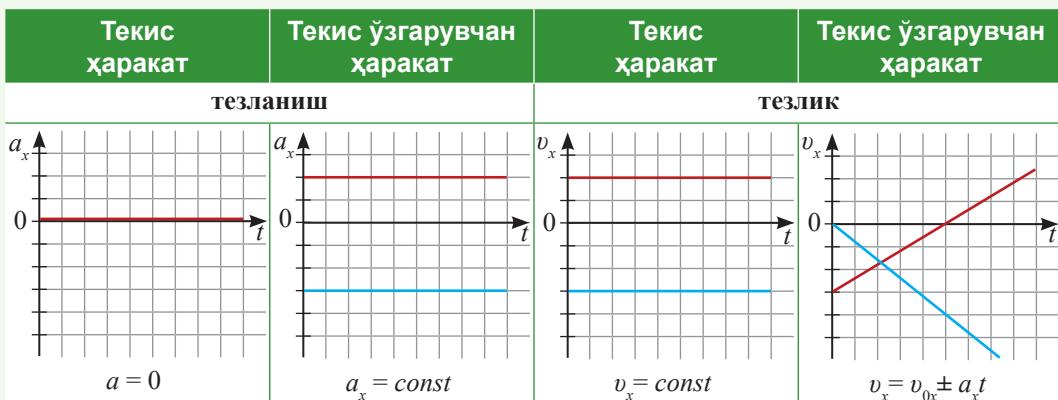
Сайёра	Қүёшдан үртача узоқлиги	Қүёшни айланиш даври	Орбитал тезли м/с	Тезланиш, м/с ²

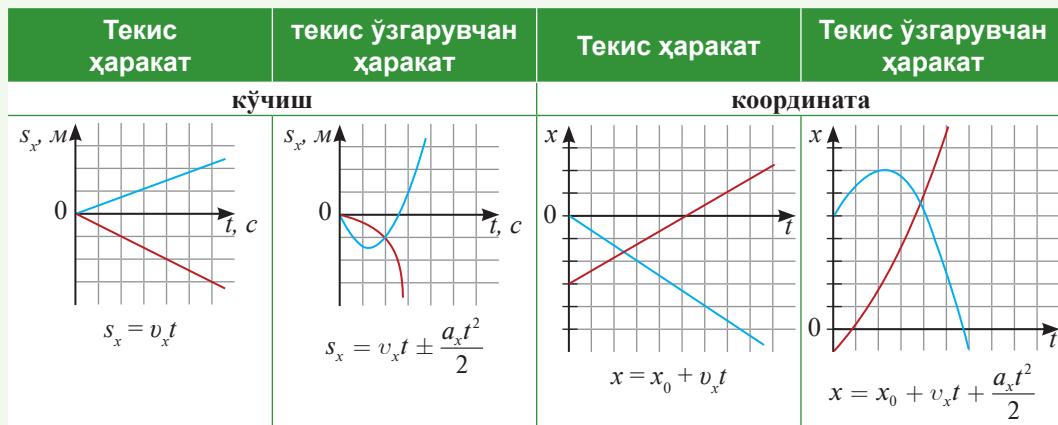
Олинган натижаларни қиёсий таҳлил қилинг.

1-бобнинг хулосаси

Кўчишларни қўшиш формулалари	Текис ҳаракат формулалари	Текис ўзгарувчан ҳаракат формулалари	Айланада бўйлаб текис ҳаракат формулалари
$\vec{v} = \vec{v}_{\text{нисб}} + \vec{v}_{\text{кўч}}$ $\vec{s} = \vec{s}_{\text{нисб}} + \vec{s}_{\text{кўч}}$	$v_x = \frac{s_x}{t}$ $v_x = \frac{x - x_0}{t}$ $s_x = v_x \cdot t$ $x = x_0 + s_x$ $x = x_0 + v_x \cdot t$	Тезланиш $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$ Оний тезлик $v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$ Ўртача тезлик (агар ҳаракат йўналиши ўзгармас бўлса) $v_{\text{урт}} = \frac{v_{0x} + v_x}{2}$ Кўчиш $s_x = v_{\text{урт}} t$ $s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$ Ҳаракат қонуни $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	Давр $T = \frac{t}{N}$ Частота $\nu = \frac{N}{t}; \nu = \frac{1}{T}$ Тезлик $v = \frac{l}{t}; v = \frac{2\pi R}{T};$ $v = 2\pi R\nu$ Бурчакли тезлик $\omega = \frac{\varphi}{t}; \omega = \frac{2\pi}{T}; \omega = 2\pi\nu$ Чизикли тезликнинг бурчакли тезликка боғлиқлиги $v = \omega R$ Тезланиш $a = \frac{v^2}{R}; a = \frac{4\pi^2}{T^2} R$ $a = 4\pi^2 \nu^2 R; a = \omega^2 R;$ $a = \omega \cdot v$
Кўчишнинг жисм координаталарига боғлиқлиги			
$s_x = x - x_0$ $s_y = y - y_0$ $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$			
Нотекис ҳаракатнинг ўртача тезлиги			
$v_{\text{урт}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$			

Текис ва текис ўзгарувчан ҳаракат учун тезланишининг, тезликнинг, кўчиши ва координатанинг вақтга боғлиқлиги графиклари





Глоссарий

Кинематика – механиканинг жисмларнинг ҳаракатланиш сабабларини эътиборга олмайдиган бўлими.

Оний тезлик – жисмнинг берилган вақт моментидаги тезлиги.

Давр – жисмнинг тўлиқ бир марта айланиб чиқишига кетган вақт.

Векторнинг проекцияси – вектор бошининг проекция нуқтасини вектор охирининг проекция нуқтаси билан бирлаштирадиган кесма.

Тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракат – тезланиш вектори ва тезлик вектори бир тўғри чизиқ бўйлаб йўналган, шунингдек тезланиш қиймати ўзгармайдиган ҳаракат.

Эркин тушиш – ҳавосиз фазода жисмларнинг оғирлик кучи таъсиридаги ҳаракати.

Бурчакли қўчиш – ҳаракатдаги жисмни айлана маркази билан боғлайдиган радиуснинг бурилиш бурчаги.

Бурчакли тезлик – бурчакли қўчишнинг шу қўчишга кетган вақтга нисбатига тенг физик катталик.

Тезланиш – жисм ҳаракат тезлигининг ўзгариш жадаллигини тавсифловчи физик катталик. У тезлик ўзгаришининг ўша ўзгариш юз берган вақт оралиғига нисбати билан аниқлади.

Частота – жисмнинг вақт бирлиги ичидаги айланишлари сони.

АСТРОНОМИЯ АСОСЛАРИ

«Кинематика асослари» бўлимида биз сайёрамиздаги жисмлар ҳаракатини кўриб чиқдик, декарт координаталар тизимидан фойдаланиб, уларнинг жойлашиш нуқтасини аниқлашни, ҳаракат қонунларини ўргандик. Келинг, билим доиранизни кенгайтириб, сайёрамиздан ташқи оламни кўриб чиқайлик. Бу ерда биз кўплаб муаммоларга дуч келамиз. Масалан, осмон жисмининг координаталарини кўрсатиш, муайян бар пайтдаги осмон жисмининг вазиятини аниқлаш, ҳисоблашлар олиб бориладиган саноқ тизими, сон-саноқсиз юлдузлар орасидан аниқ бир юлдузни аниқлаш. Бу саволларга «Астрономия асослари» бобида жавоб берилади.

Бобни ўқиб-ўрганиш орқали сиз:

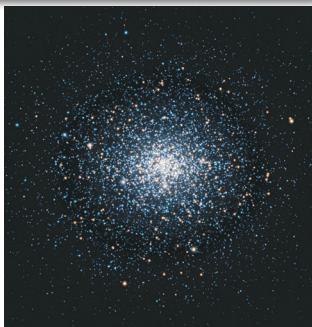
- мутлақ (абсолют) ва кўринувчан юлдуз катталикларини ажратиб кўрсатишни;
- юлдузлар ёрқинлигига таъсир қилувчи омилларни аниқлашни;
- осмон сферасининг асосий элементлари номларини айтишни;
- юлдузли осмоннинг сурилма харитаси орқали юлдузларнинг осмон координаталарини аниқлашни;
- турли кенгликларда юлдузлар кульминацияси фарқини тушунтиришни;
- Кеплер қонунлари асосида осмон жисмлари ҳаракатини тушунтиришни;
- Қиёш тизимидағи жисмларнинг ўлчамлари ва орасидаги масофаларни аниқлаш учун параллакс усулидан фойдаланишни ўрганасиз.

8-§. Юлдузли осмон

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- абсолют ва кўринувчан юлдуз катталикларини фарқлашни билиб оласиз;
- юлдузларнинг ёрқинлигига таъсир этувчи омилларни аниқлай оласиз.



58-расм. Сомон йўлида юлдузларнинг шарсимон тўдаси



59-расм. Хулкар (Плеядад) юлдуз туркумининг Кўёш тизимидан 440 ёруғлик йилига тенг масофадаги тарқоқ тўдаси

Эслаб қолинг!

$$\begin{aligned}1 \text{ ёруғлик йили} &\approx \\1 \text{ йил} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} &= \\&= 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \\&= 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}\end{aligned}$$

I. Коинотнинг тузилиши ва масштаби

Ер сайдераси Кўёш тизимининг таркибида киради. Кўёш бизнинг сайёрамиз кирадиган Сомон йўли Галактикасидаги юлдузлардан биридир. У Галактика марказидан $2,8 \cdot 10^4$ ёруғлик йилига тенг масофада жойлашган (57-расм).



57-расм. Кўёш Сомон йўли галактикасининг марказидан 28000 ёруғлик йилига тенг узоқликда жойлашган

Ёруғлик йили – Ернинг бир йили ичida ёруғликнинг вакуумда тарқаладиган масофаси.



Жавобини айтинг

- Нима учун юлдузлар турлича ярқираиди?
- Ўлчамлари катта юлдузларни энг ёрқин юлдузлар деб айтиш мумкини?
- Ёрқин юлдузлар Кўёшга энг яқин жойлашган деб айтиш мумкини?



Бу қизиқ!

2014 йил сентябрда эълон қилинган маълумотларга таянсак, 4 млрд йилдан кейин Сомон йўли Катта ва Кичик Магеллан Булутларини «ютади», 5 млрд йилдан кейин эса галактиканинг ўзи «Андромеда туманлиги» галактикасига ютилади.

<https://ru.wikipedia.org>

гардишининг диаметри таҳминан 10^5 ёрулик йили ёки $9,5 \cdot 10^{17}$ км га яқин. Сомон йўлиниң йўлдошлари мавжуд бўлиб, улардан иккитаси – Катта ва Кичик Магеллан Булутларини Ернинг жанубий ярим шари осмонидан қуролланмаган кўз билан кузатиш мумкин (60-расм). Уларгача бўлган масофа қарийб $1,5 \cdot 10^5$ ёруглик йилига тенг. Замоновий телескоплар ёрдамида Коинот даги миллиардлаб галактикалар аниқланди.

Ташки кўринишига қараб улар шартли равишда уч турга: эллипс, спиралсимон ва мунтазам бўлмаган шаклларга бўлинади.

Бизнинг Галактикамиз спиралсимон галактикаларга мансуб (60-расм).

Галактикалар ҳам юлдузлар каби юзлаб ва минглаб галактикалардан ташкил топган тўдалар ҳосил қиласди. Коинот галактикалар тўдаларидан ташкил топган ва улар чексиздир. Галактикаларда диффузияли ва сайёralараро чанг-тўзонли туманликлар кузатилади. Юлдузлар ҳам, туманликлар ҳам мавжуд бўлмаган фазо юлдузлараро газ ва чангга тўлган бўлади, уни зарадланган зарралар оқимидан ташкил топган космик нурлар кесиб ўтади.

Коинот – сайёralардан, юлдузлардан, юлдузлараро моддалардан ва космик нурлардан ташкил топган барча мавжуд моддий дунёдир.

II. Юлдуз туркумлари.

Юлдуз туркумларининг номлари

Қадимдан ёруғ юлдузлар гурухларини юлдуз туркумлари деб атаганлар. Уларга қадимги грек афсоналари қаҳрамонлари номлари берилган, масалан: Андромеда, Пегас, Персей, Арслон, Кассиопея (62-расм).



60-расм. Параналь обсерваторияси атрофида (Чили) туширилган Магеллан Булутлари, 2009й.



61-расм. Сомон йўли – Спиралсимон галактика



Жавобини айтинг

Нима учун шаҳарда ўрмон ёки текисликка қарагандা юлдузлар кам кўринади?
Қандай шароитларда юлдузлар яхши кўринади?



1-топширик

Хулкар (Плеяды) юлдуз туркумидаги Қуёшга энг яқин тарқоқ юлдуз тўдасидан Қуёш тизимигача масофани метр ва километрларда ифодаланг.



62-расм. Кассиопея юлдуз туркуми



Муҳим ахборот

Астрономиянинг амалий вазифаларидан бири – юлдузлар каталогини тузиш ва улар вазиятини аниқлишини арттиришдан иборат.

XVI–XVII асрларда дengиз сайёхатининг ривожланиши натижасида жанубий ярим шарда юлдузлар юлдуз туркumlарига гурухланиб, осмонда Корма, Киль, Елканлар, Микроскоп, Телескоп, Циркуль, Компас номли юлдуз туркumlари пайдо бўлди.

Турли даврда ва хар бир халқнинг осмонни юлдуз туркumlарига бўлишлари турлича бўлади. Қадимги Хитойда осмонни 4 қисмга бўлишган, уларнинг ҳар қайсисида 7 тадан юлдуз туркumlари бўлган. Юлдуз туркumlарининг номлари ҳам турлича бўлган. Масалан, Катта Айик юлдуз туркuminи қозоқ халқи «Жетіқарақшы», рус халқи – «Катта чўмич», эстонлар – «Арава», монголлар – «Етти қария» деб атаганлар (63-расм).

XVII асрда сиёsatчилар ва черков хизматчилари юлдузли осмонни бошқача таавсифлаб, юлдуз туркumlари номларини ўзгартиришга ҳаракат қилдилар. Бундан юлдузли осмон ҳақидаги билимларни изчилаштириш зарурати туғилди. 1922 йилда Халқaro астрономия кенгашининг (ХАК) I Бош ассамблеяси ўтиб, унда осмонни 88 та юлдуз туркumlарига бўлиш ва уларнинг номларини аниқлашга қарор қабул қилинди. 1935 йилда бу масала узил-кесл ҳал қилиниб, юлдуз туркumlари орасида чегаралар ўтказилди. ХАК қарорига кўра шимолий яримшарда 31 та, жанубий яримшарда 48 та ва экваторда 9 та юлдуз туркumlари жойлаштирилди.

Юлдуз туркumlари – осмоннинг юлдузлар гурухи жойлашган қатъий чегараси аниқланган маълум бир қисми.

III. Юлдузларнинг номлари

Ойсиз тунда қуролланмаган кўз билан уфқ (горизонт)да 3000 га яқин юлдузларни кўриш мумкин. Кўплаб ёруғ юлдузларнинг номлари арабча, масалан: Альдебаран, Денеб, Ригель, Алголь. Юлдузларнинг номлари аксарият юлдуз туркumlари номлари билан боғлиқ бўлади. Орион юлдуз туркumiдаги Бетельгейзе юлдузининг номи «Паҳлавоннинг елкаси» деган маъносини англатади. Катта Айикнинг тўртта юлдузи вазиятига қараб мана бундай номларга эга бўлган: Мерак – «қорин», Мегрец – «думнинг боши», Фекда – «бўйкса», Мицар – «ўрта».

Муҳим ахборот

Юлдузларнинг ёркирашини ушбу формула орқали хисоблашга бўлади:

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$$

L – юлдузнинг ёрқинлиги

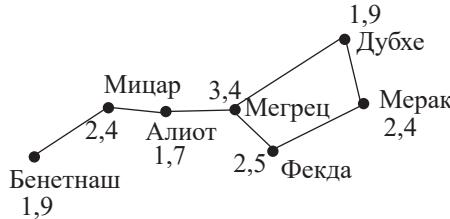
R – юлдузнинг радиуси

T – юлдуз сиртидаги ҳарорат

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Bm}{m^2 K^4} \quad \text{– Стефан-Больцман доимийси.}$$



63-расм. Катта Айик юлдуз туркumi



64-расм. Камта айиқ юлдуз турхумида ёруғ юлдузларнинг шойлашиши

Аниқланган юлдузлар сони ортган сайин каталоглар тузиш зарурати туғилди. Юлдузлар катологини турли мамлакатлар ва турли давр астрономлари тузди. Улар орасида энг аниқ тузилгандар 1022 та юлдуз вазияти кўрсатилган Гиппарх катологи, 1018 та юлдуз кўрсатилган Улугбек каталоги, 1005 та юлдуз кўрсатилган Тихо Браге каталоги бўлди.

1603 йили немис астрономи И. Байер юлдузларни уларнинг равшанлиги камайиб бориши тартибида юнон альфавитининг ҳарфлари билан белгилади. Юлдузнинг тўлиқ белгиланиши ҳарфдан ва юлдуз туркумларининг номларидан иборат бўлди. Масалан: Темир қозиқ юлдузи Кичик Айиқнинг α си, Алголь юлдузи Персейнинг β си, юлдуз туркумида равшанлиги томонидан иккинчи ўринда турди. Бундай белгилар ҳозирга вақтда ҳам қўлланилади.

IV. Юлдузларнинг равшанлиги

Кўринма ва абсолют юлдуз катталиги

Юлдузлар турли равшанлик даражасига эга. Қадимда энг ёруғ юлдузларни биринчи юлдуз катталиги, бевосита қараганда кўз зўрға илғайдиган энг хира юлдузларни юлдуз олтинчи катталики деб атаганлар. Юлдуз катталиклари орасидаги фарқ бирга teng бўлса, уларнинг кўринма ёруғлиги бир-биридан 2,5 марта фарқ қиласи. Биринчи ва олтинчи юлдуз катталиги равшанлигидаги фарқ 100 марта тага тўғри келади. Кўринма юлдуз катталиги m ҳарфи билан белгиланади. Юлдузларнинг равшанлигини асбоблар ёрдамида ўлчаш натижасида кўпгина юлдузларнинг юлдуз катталикларининг қиймати каср сонлар экани, энг ёруғ юлдузларда эса манфий қийматга teng эканлиги аниқланди (6-жадвал). Масалан, Күёшнинг кўринма юлдуз катталиги $m = -26,6$; Сириус (Сумбула)ники $m = -1,58$.

6-жадвал. Камта Айиқ юлдузларининг кўринма ва абсолют юлдуз катталиклари жадвали

Юлдузнинг номи	Белгиланиши	m	M	Ҳарф	Номланиши
Дубхе	α	1,9	-1,1	α	альфа
Мерак	β	2,4	0,6	β	бета
Фекда	Υ	2,5	2,7	γ	гамма
Мегрец	δ	3,4	6,3	δ	дельта
Алиот	ε	1,7	-0,2	ε	эпсилон
Мицар	ζ	2,4	0,3	ζ	дзета
Бенетнаш	η	1,9	-0,7	η	эта

Юлдузлар ердан турли масофада жойлашганлиги учун, күринма юлдуз катталиктарини юлдузнинг ҳақиқий қийматидаги равшанлигининг күрсаткичи сифатида қабул қила олмаймиз. Астрономияда «күринма юлдуз катталиги» тушунчасидан бошқа «абсолют юлдуз катталиги» тушунчаси ҳам қўлланилади.

Абсолют юлдуз катталиги M – ердан 32,6 ёруғлик иилига тенг масофада жойлашган юлдуз эга бўлиши мумкин бўлган юлдуз катталигидир.

Ердан юлдузгача масофани шу тариқа фикран ўзгартирганда Сириуснинг юлдуз катталиги $M=1,4$, Күёшни эса атиги $M = 4,79$ эканини кўриш мумкин.

V. Юлдузларнинг ёрқинлиги

Ёрқинлик – турли юлдуз турларини солиштиришга имкон берадиган асосий юлдуз хусусиятларидан биридир. Юлдузларнинг ёрқинлиги уларнинг ўлчамлари ва ҳароратларига боғлиқ.

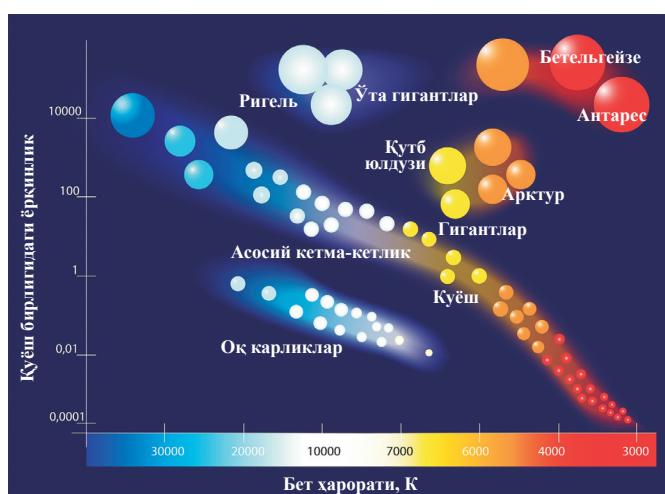
Ёрқинлик ёки нурланиш қуввати – бирлик вақт ичида юлдуз чиқарадиган тўлиқ энергиядан иборат.

Күёшнинг ёрқинлиги $L=3,86 \cdot 10^{26}$ Вт га тенг. Кўринма юлдуз катталиги юлдуз ёрқинлигига боғлиқ. Ёрқинликнинг юлдуз ҳароратига ва ўлчамларига боғлиқлиги графигини астрономлар Эйлар Герцшпрунг ва Генри Рассел яратган (68-расм).



2-топшириқ

64-расмни ва Катта Айик юлдузларининг кўринма абсолют юлдуз катталиклари жадвалига қаранг. Юлдузлар қандай шартларга мувофиқ белгиланганлигини аниqlанг.



65-расм. Герцшпрунг Рассел диаграммаси



Бу қизиқ!

Герцшпрунг Рассел диаграммасида юлдузларнинг жойлашиши уларнинг ёшига боғлиқ. Юлдузлар ўз умрининг кўп қисмини асосий кетма-кетликада ўтказади. Сўнгра Күёшга ўхаш юлдузлар қизил гигантларга, жуда катта юлдузлар – қизил ўта гигантларга айланади.

Текшириш саволлари

1. Юлдуз туркуми деб нимага айтилади? Қанча юлдуз туркуми мавжуд?
2. Юлдуз туркumlарида юлдузлар қандай белгиланади?
3. Күринма юлдуз катталиги нимани аниқлайди?
4. Күринма юлдуз катталигининг абсолют юлдуз катталигидан фарқи нимада?
5. Юлдузларнинг ёрқинлиги деб нимага айтилади?
6. Юлдузларнинг ёрқинлиги қандай катталикларга боғлиқ?



Машқ

8

1. Ердан Кутб юлдузигача бўлган масофа 434 ёруғлик йилини ташкил қиласди. Шу масофани километрларда ифодаланг.
2. Иккинчи юлдуз катталигининг равшанлиги тўртинчи юлдуз катталиги равшанлигидан неча марта ортиқ?
3. Кутб юлдузи ёрқинлигини аниқланг. Унинг радиуси Қуёш радиусидан 37,5 марта катта, харорати 7000 К.



Машқ

8

1. Ердан 82,52 ёруғлик йили масофада жойлашган Катта Айик юлдуз туркумидаги Алиот юлдузигача бўлган масофани метрларда аниқланг.
2. Биринчи юлдуз катталигининг равшанлиги бешинчи юлдуз катталиги равшанлигидан неча марта ортиқ?

Экспериментал топшириқ

Катта Айик юлдуз туркуми юлдузларини кузатинг. Юлдузларнинг бир-бiriiga нисбатан вазиятини эслаб қолинг. Юлдузларнинг равшанлигини таққосланг.

Ижодий топшириқ

«Турли ҳалқларнинг юлдуз туркумлари тўғрисидаги афсона ва асотиrlарий» мавзусида маъруза тайёрланг.

9-§. Осмон сфераси, осмон координаталари тизими

Кутиладиган натижা

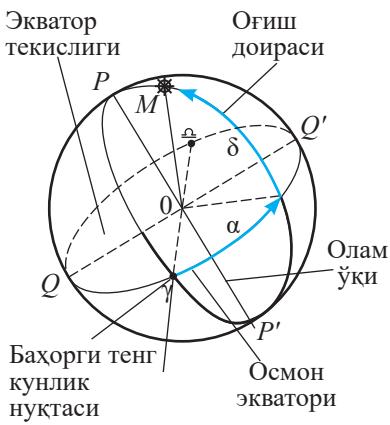
Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- осмон сферасининг асосий элементларини номланиши; юлдузли осмоннинг сурилма харитаси орқали;
- юлдузларнинг осмон координаталарини аниқлашини ўрганасиз.



Жавобини айтинг

- Нима учун юлдузли осмонни кузатганда Қиёш билан соатни кўрсатиш керак?
- Юлдузларни аниқлай олишининг аҳамияти нимада?



66-расм. Осмон сфераси



Жавобини айтинг

- Нима учун юлдузларнинг экваториал координаталари сутка давомида ўзгармайди?
- Нима учун юлдузларнинг координаталари узоқ вакт ўтгандан кейингина, масалан, 1000 йилдан кейин ўзгаради?

I. Юлдузлар харитаси. Осмон сфераси.

Экваториал координаталар тизими

Ернинг географик харитасини тузиш учун параллеллар ва меридианлар киритилган. Харитадан сайёрадаги объектнинг жойлашган ўрнига мос келадиган хар қандай нуқтани биз кўрсатилган кенглик ва узунликнинг кесиши масидан топа оламиз. Юлдузлар харитасини тузиш учун экваториал координаталар: b оғиш ва d тўғри чиқиш киритилган. Оғиш – кенгликка, тўғри чиқиш узунликка ўхшашиб. Тўғри чиқиш d юлдузида жойлашган баҳорги тенг кунлик нуқтасидан бошлаб ўлчанади. Куёш бу нуқтага 22 марта келади. Маълум бир ўлчамга эга Ер билан солиширганда юлдузлар олами чексиз, шунинг учун юлдузларни тасвирлашда «Осмон сфераси» тушунчаси киритилади.

Осмон сфераси – бу радиуси ихтиёрий олинган ва ҳамма ёриткичларнинг кўринма вазиятлари туширилдиган фаразий сфера.

66-расмда PP' олам ўқи деб аталадиган айланиш ўқи кўрсатилган осмон сфераси берилган.

Шимолий ярим шарда жойлашган кузатувчи учун осмон сферасининг олам ўқи билан кесишиш нуқтаси шимолий кутб Р деб аталади, у Кутб юлдузи яқинида жойлашган. Жанубий ярим шарда жойлашган кузатувчи учун осмон сферасининг олам ўқи билан кесишиш нуқтаси жанубий кутб P' деб аталади.

Экваториал текислик осмон сферасини шимолий ва жанубий ярим шарларга бўлади ва айланиш ўқига перпендикулярдир.

Экватор текислигининг OQ' осмон сфераси билан кесишиш чизиги осмон экватори деб аталади. Қутблар ва кузатилдиган М ёриткич орқали ўтувчи сферанинг катта айланаси *оғии доираси* дейилади.

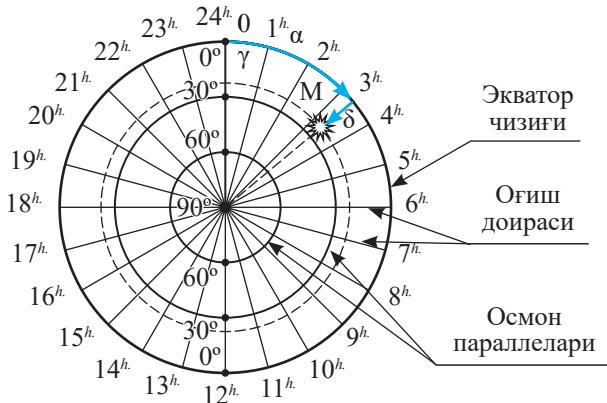
Оғиш – кенглиқ доираси бүйлаб ёритичнинг осмон экватори текислигидан бурчак узоқлиги.

Шимолий ярим шар юлдузларининг оғиши 0° дан 90° гача, жанубий ярим шар юлдузлари нинг оғиши 0° дан -90° гача қийматларда бўла олади.

Тўғри чиқиши – баҳорги тенг кунлик нуқтасидан юлдуз жойлашган оғиши доирасигача бўлган бурчак узоқлиги.

Тўғри чиқиши осмон сферасининг суткалик айланшиига қарама-қарши экватор чизиги бўйича аниқланади.

Тўғри чиқиши вақтнинг ўлчов бирлигига ўлчаниди, осмон сферасининг суткалик айланниши 24 соат бўлгани учун, у 0^{h} ва 24^{h} оралиқда ўзгаради. Кузатувчи 0 нуқтада деб хисоблаб, осмон сферасини текисликка проекцияласак, М юлдуз тасвирланган шимолий ярим шар харитасини оламиз (67-расм).



67-расм. М юлдуз кўрсатилган экваториал координаталар тизими

Харитада юлдузларнинг вазиятини кўрсатиш учун асосида экваториал текислик ва олам ўқи ётган экваториал координаталар тизими кўлланилади.

1-топширик

67-расмда экваториал координаталар текислигига берилган М нуқтанинг тўғри чиқишини аниқланг.

2-топширик

Экваториал координаталар тизимида координаталари $\alpha = 4^{\text{h}} 34'$; $\delta = 16^{\circ} 28'$ юлдузни кўрсатинг.

Ишни бажариш алгоритми:

1. Харита маркази атрофида радиуслари R, 2R, 3R айланалар ўтказинг.
2. Айланани диаметр орқали 24 қисмга бўлинг.
3. Айлананинг четларига соат мили йўналишида 0^{h} ва 24^{h} оралиқдаги α тўғри чиқиши қийматларини киритинг.
4. Тўғри чиқиши 0 соат оғиши доираси атрофида экватор чизигидан бошлаб, 0° дан 90° гача оғиши қийматларини киритинг.
5. Ҳосил бўлган экваториал координаталар тизимининг тўрида юлдузнинг ўрнашган жойини кўрсатинг.

II. Горизонтал координаталар тизими

Амалда экваториал координаталарни қўллаш орқали юлдузлар вазиятини аниқлаш қийинроқ бўлади. Кутб юлдози турли кенгликларда турлича баландликда жойлашади (66-расм). Баҳорги тенг кунлик нуктасида жойлашган Бузоқ юлдуз туркуми горизонт чизигининг остида жойлашиши мумкин. Осмон жисмларини кузатиш учун астрономияда горизонтал координаталар тизими киритилган.

Горизонтал координаталар тизимининг асосий элементлари тик чизиқ ва унга перпендикуляр жойлашган текислик бўлиб ҳисобланади. Тик чизиқнинг осмон сферасининг юқори нуктаси билан кесишиш нуктаси зенит Z, пастки нуктаси билан кесишиш нуқаси эса надир Z' деб аталади. Текислик осмон сферасини тенг иккига бўлади. Текисликнинг осмон сфераси билан кесишиш чизиги математик ёки ҳақиқий горизонт чизиги дейилади (68-расм).



68-расм. Юлдузларни кузатиш учун керакли горизонтал координаталар тизими

Математик горизонт чизигида бундай нукталар жойлашган: N – шимолий, S – жанубий, W – гарбий ва E – шарқий. Шимолий – N нуктаси Кутб юлдозидан горизонт чизигига ўтказилган вертикал чизиқда жойлашган. Шимолий ва жанубий нукталарни туаштирувчи NS тўғри чизиги туси чизиги дейилади. Тушки вақтда жисмларнинг сояси шу чизиқ бўйлаб ётади. Олам ўқлари зенит ва надир нукталари орқали асосий осмон меридиани ўтади.

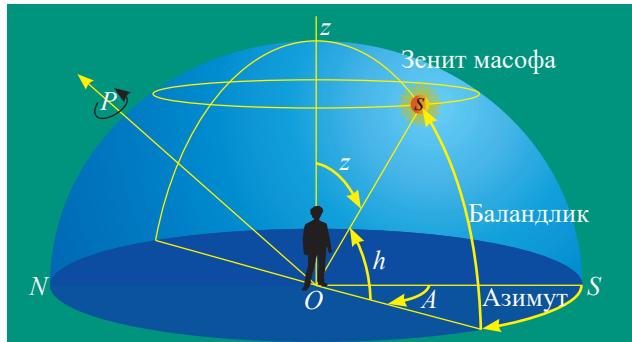
Зенит ва надир нукталари кузатиладиган ёриткич орқали ўтувчи осмон сферасининг катта доираси вертикал деб аталади. Горизонтал тизимнинг координаталари баландлик ва азимутдан иборат (69-расм).

Жавобини айтинг

1. Нима учун юлдузларни кузатиш учун горизонтал координаталар тизими киритилган?
2. Горизонт томонларини қандай аниқлаш мумкин?

Бу қизиқ!

Чексиз далада муттасил кўчманчи ҳаёт кечириш қозоқ ҳалқини юлдузларга қараб йўл топишга, яйловлар билан қишловлар ўрнини аниқ топишга ўргатди. Ҳалқ ичидаги таникли юлдузлар Кутб юлдози, Катта Айиқ – Етти қароқчи, Плеяда – Ҳулкар, Арслон, Кассиопея – Қора курт, Сириус – Сумбула, Сомон йўли. Ҳалқимиз қадимдан Кутб юлдозини қўзғалмас ва доимо шимолни кўрсатишни билганлар. Плеядадан вақтни ва йўналишни аниқлаш учун фойдаланганлар.



69-расм. Юлдуз азимуты жанубий нүктадан вертикалгача горизонтал чизи гарбий йўналишида аниқланади. Баландлик – горизонти чизигидан осмон ёриткичигача бўлган масофа.

Баландлик h – осмон жисмидан вертикал бўйлаб горизонт чизигигача бўлган бурчак масофа.

Баландлик градус, минут, секунд билан ўлчанади. 0° дан 90° гача горизонт чизигидан юқори, 0° дан 90° гача горизонт чизигидан паст қийматларга эга бўлади.

Азимут A – осмон жисмининг суткалик ҳаракат йўналиши билан жанубий нүктасидан вертикалгача бўлган бурчак масофа.

Азимут градус, минут, секундларда ўлчанади, 0° дан 360° гача ўзгаради.

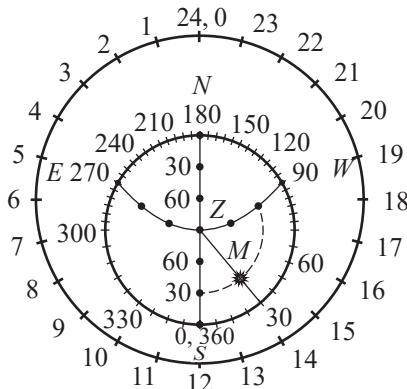
III. Юлдузли осмоннинг сурилма харитаси

Ернинг суткалик айланишига боғлиқ ҳолда юлдузли осмон кўриниши муттасил ўзгариб туради. Юлдузли осмоннинг сурилма харитаси (ЮОСХ) ихтиёрий вақтдаги юлдузли осмон манзарасини аниқлашга имкон беради. У икки қисмдан: харитадан ва қоплама доирадан иборат. Хаританинг чеккасида ойлар ва кунлар қоплама доиранинг чеккасида сутка вақти кўрсатилган. Қоплама доиранинг ичига горизонт чизиги чизилган, у ахоли тураржойининг кенглигига мос келиши керак. Қоплама доира харитага қўйиш орқали сутка вақтини кузатиш куни ва ойи билан мослаштирилади. Горизонт чизиги ичидағи юлдузларнинг барчасини шу вақт оралғида осмондан кузатиш мумкин.

3-топширик

- 70-расмдаги М нүктанинг горизонтал координаталарини аниқланг.
- 10 октябрни 21:00 сутка вақти билан мослаштириб, қоплама доирани юлдузлар харитасига қўйинг. Пегас юлдузининг азимути ва баландлигини аниқланг (юлдузли осмоннинг сурилма харитаси электрон иловада берилган).

Юлдузларнинг горизонтал координаталарини яна ҳам яққолроқ аниқлаш учун шаффоф парда билан қопланган қоплама доирага Z зенит нуқтаси, NS асосий осмон меридиани ва EZW меридиан туширилади (70-расм). Меридианлар осмонни 4 та бир хил бўлакка бўлади. Горизонт чизиги бўйлаб азимут, меридиан бўйлаб баландлик киритилади.



70-расм. Қоплама доира орқали юлдузларнинг баландлиги ва азимутини аниқланг

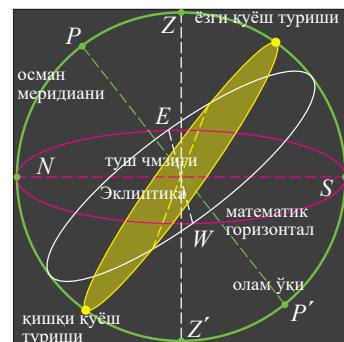
IV. Қуёшнинг юлдузли харитадаги ўрнини аниқлаш

Юлдузли харитада Қуёшнинг вазиятини фақатгина битта нуқта билан кўрсатиш мумкин эмас. Қуёш юлдузларга нисбатан бир йил ичida осмон сферасида осмон экваторининг текислигига $23^{\circ}27'$ ли бурак ҳосил қилиб жойлашган катта айлана бўйлаб ҳаракатланади (71-расм).

Эклиптика – осмон сферасининг Қуёшнинг зодиакал юлдуз туркумлари бўйлаб йиллик кўринма ҳаракати ўтадиган катта айланаси.

4-топшириқ

ЮОСХ да эклиптика бўйлаб ҳаракатланаб, йил мобайнида ортидан Қуёш ҳаракатланадиган юлдуз туркумларини атанг. Улардан қайси бири зодиакал юлдуз туркумига таалуқли эмас.



71-расм. Эклиптика текислиги экватор текислигига $23^{\circ}27'$ ли бурчак остида жойлашган

Харитада Қуёшнинг вазиятини аниқлаш учун олам ўқидан кузатиш кунига қараб оғиш доирасини ўтказиш керак. Оғиш доирасининг эклиптика билан кесишиш нуқтасида Қуёш жойлашади.

Текшириш саволлари

- Осмон сфераси деб нимага айтилади? Унинг асосий нуқталарини, чизиқларини ва текисликларини айтинг.
- Оғиш нима? У қандай ўлчанади?

3. Горизонтал координаталар тизими асосида нима ётади?
4. Юлдуз баландлиги нима? Юлдуз азимути деб нимага айтилади?
5. Горизонтал координаталар тизими нима учун киритилганды?
6. ЮОСХ нима учун керак?
7. Эклиптика нима? Юлдузлар харитада Қүёшнинг вазияти қандай аниқланади?



Машқ

9

ЮОСХ ни қўлланиб:

1. 10 октябрь соат 21:00 да Катта Айиқнинг баландлиги ва азимутини;
2. 10 октябрь соат 14:00 да Қўёшнинг экваториал ва горизонтал координаталарини аниқланг.



Машқ

9

1. Экваториал координаталардан фойдаланиб, шимолий ярим шарнинг ёруғ юлдузлари харитасини тузинг. Юлдузларнинг координаталари 1-жадвалда берилган.
2. Ўз зодиакал юлдуз туркумингиздаги энг ёруғ юлдузнинг горизонтал координаталарини аниқланг. Бу юлдузни кечки вақтда кузатиш мумкинми?

Экспериментал топшириқ

ЮОСХ дан фойдаланиб, Пегас юлдуз туркуми ёруғ юлдузининг горизонтал координаталарини аниқланг. Олинган натижалар бўйича уларни осмондан қараб топинг. Юлдузларниг бир-бирига нисбатан жойлашишини тасвирланг.

Ижодий топшириқ

«Шимолий ярим шарда йўналиш кўрсатувчи юлдузлар ».

«Астрономик бурчак ўлчагичлар» мавзулари бўйича ахборот тайёрланг.

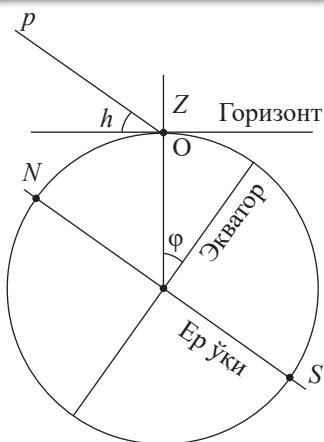
10-§. Ёриткичларининг турли географик кенгликлардаги кўринма ҳаракати, маҳаллий, минтақавий ва дунё вақти

Кутиласидиган натижа

Ушбу мавзуни

ўзлаштирганда:

- ёриткичларнинг турли кенгликлардаги кульминацияси фарқларни тушунтиришини;
- маҳаллий, минтақавий ва дунё вақтими қиёслашни ўрганасиз.



72-расм. Жойнинг географик кенглиги қутб юлдузи баландлигига тенг

Жавобини айтинг

1. Нима учун Қуёшининг ишллик кўринма ҳаракати бошқа юлдузлар ҳаракатидан фарқ қилади?
2. Нима учун экваторда исталган йил фаслида кун ва тун узоқлиги бир хил бўлади?
3. Нима сабабли «оқ тунлар» фақат қутб доирасидагина бўлиши мумкин?

I. Жойнинг географик кенглигини аниқлаш

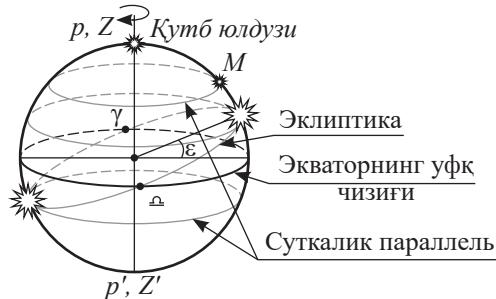
72-расмни кўриб чиқамиз. Кузатувчи Ер сиртида О нуқтада жойлашган. Туар жой кенглиги ϕ га, олам қутбининг баландлиги h га тенг. Томонлари ўзаро перпендикуляр бўлган ўткир бурчаклари тенг бўлгани учун, улар тузилиши жиҳатидан бир хил.

Олам қутбининг уфқ устидаги баландлиги географик жой кенглигига тенг.

Олам қутби яқинида Қутб юлдузи жойлашган, унинг баландлиги бўйича туар жой кенглигини аниқлаш мумкин.

II. $\phi = 90^\circ$ ли кенгликда осмон сферасининг айланиси

Шимолий географик кутбдаги жойнинг кенглиги $\phi = 90^\circ$, демак, Қутб юлдузининг баландлиги ҳам $h = 90^\circ$. Мазкур ҳолда экваториал координаталар системаи горизонтал система билан қўшилиб кетади (73-расм), Қутб юлдузи кузатувчига нисбатан зенитда жойлашади.



73-расм. Қуёш ва юлдузларнинг шимолий кутбдаги кўринма ҳаракати

Қуёшдан бошқа барча юлдузлар суткалик параллел бўйлаб айланади, уларнинг баландлиги 73-расмдаги М юлдуз каби вақт бўйича ўзгармайди. Эклиптика текислиги экватор текислиги билан $\epsilon = 23^\circ 27'$ ли бурчак ҳосил қиласи. Қуёшнинг оғиш баландлиги уфқ устидаги ўзгаради.

Күёш суткалик параллел бўйлаб айланиб, баҳорги тенг кунлиқда уфқ чизиғида пайдо бўлади. Сутка сайин Күёшнинг баландлиги ортиб 22 июнда $h = 23^{\circ}27'$ қийматга етади ва суткалик параллел бўйича айланишини давом эттириб, Күёш қайтадан уфқ чизиғига тушади. Шимолий кутбда қутб куни олти ойга чўзилади. Қолган олти ойда Күёш суткалик параллел бўйлаб уфқ чизиги остидан ҳаракатланиб, шимолий кутбда қутб кечаси бошланади.

III. $\phi = 0^{\circ}$ кенглиқда осмон сферасининг айланиши

Экваторда жойнинг кенглиғи $\phi = 0^{\circ}$, демак, Кутб юлдузининг баландлиги $h = 0^{\circ}$ ва у уфқ чизиғига жойлашган. Экваториал ва горизонтал координаталар тизими ўзаро перпендикуляр $PP' \perp ZZ'$ (74-расм).

Юлдузларнинг суткалик параллеллари уфқ чизиғига перпендикуляр бўлади. Йил фаслиға боғлиқ бўлмаган ҳолда кун ва туннинг узоқлиғи тенг бўлади.

Ёзги ва қишики күёш туришида Күёшнинг баландлиги минимал ва $66^{\circ}33'$ га тенг бўлади. Баҳорги ва кузги тенг кунлик кунларида Күёш зенитда жойлашиб, унинг баландлиги $h = 90^{\circ}$ ташкил қиласи.

IV. Осмон сферасининг ўрта кенгликларда айланиши

Ўрта кенгликларда координаталар экваториал тизимининг уфқ тизимига нисбатан оғиши жойнинг кенлигига боғлиқ бўлади.

Муҳим ахборот

Собиқ Совет Иттифоқи мамлакатлари худудида 1930 иили сутканинг кечки вақтида ёруғликни тежаш мақсадида декретлаштирилган (конун кучига киритилган) вақт киритилди. Ҳукумат қарорига кўра соат мили бир соат олдинга сурилди. Декретлаштирилган вақт бўйича тушки вақт Күёшнинг юқори кульминациясига мос келадиган ҳақиқий вақтдан бир соат эрта келади. Күёшнинг юқори кульминациясида соат мили 13.00 ни кўрсатади.

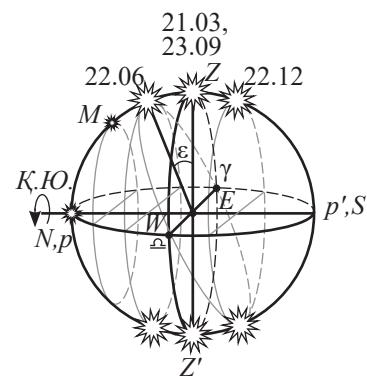
Дикқат қилинг!

Туар жойингиз узаклигини вақт бирлигидаги ифодаланг.

Эслаб қолинг!

Агар жойнинг географик узунлиги 72° бўлса, дунё вақти 14.00 бўлганда маҳаллий вақт бундай хисобланади:

$$T_{\lambda} = T_0 + \lambda = 14 \text{ соат} + 4 \text{ соат} \\ 48 \text{ мин} = 18 \text{ соат } 48 \text{ мин} \\ \text{бўлади.}$$



74-расм. Күёш ва юлдузларнинг экватордан кўринадиган ҳаракати

2-топширик

Дунё вақти 8.00 бўлганда маҳаллий вақтни аниқланг.

Эслаб қолинг!

Маҳаллий вақт дунё вақти ва вақт бирликларида ифодаланган маҳаллий узунликнинг йигиндиси билан аниқланади.

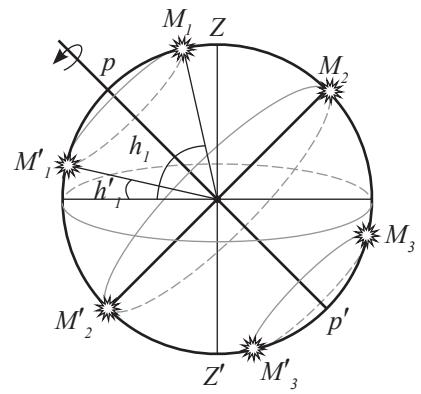
Осмоннинг суткалик айланиши натижасида юлдузлар бир сутка ичида уфқ устида ўз баландлигини ўзгариради. Юқориги кульминация пайтида юлдузнинг баландлиги максимал, пастки кульминация пайтида эса минимал, M_1 юлдуз учун $h_1 > h_{11}$ бўлади (75-расм).

Ўрта кенглиқда баъзи юлдузлар ботмайдиган, баъзилари чиқмайдиган, қолганлари ботиб-чиқадиган юлдузлар бўлади. 75-расмда M^1 – ботмайдиган, M^2 – чиқмайдиган, M^3 – ботиб-чиқадиган юлдузлардир.

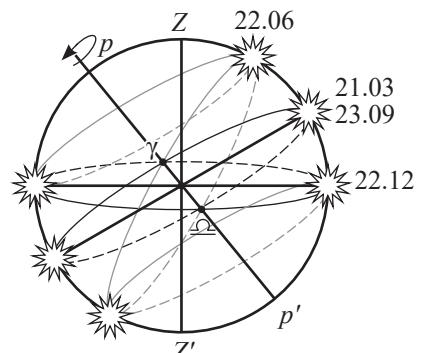
Жойнинг кенглигига боғлиқ ҳолда Қуёш ўша аталган уч гурухга ҳам тегишли бўлади. Қутбий доира ортида шимолга қараб параллеллар кенглиги $\phi = 66^{\circ}27'$ бўлганда бир неча ёзги кунда Қуёш ботмайдиган юлдузлар қаторида, шунга мувофиқ, жанубий ярим шардаги кенглиги $66^{\circ}27'$, жанубга қараб жойлашиб, Қуёш чиқмайдиган юлдуз бўлади.

«Оқ тунлар» даврида Қуёш уфқ чизигига тушиб, тез орада чиқа бошлайди (76-расм).

Баҳорги ва кузги тенг кунлик пайтида Қуёш экватор бўйлаб ҳаракатланиб, кун билан туннинг узоқлиги бир хил, 12 соатга тенг бўлади.



75-расм. Юлдузларнинг ўрта кенгликлардодоли кўринма ҳаракати



76-расм. Қуёшининг ўрта кенгликлардаги йиллик кўринма ҳаракати

Бу қизиқ!

Қозоқ халқи сутка вақтини кундуз сояга, тунда юлдузларга қараб аниқлаган. Сутка қисмларининг ўз номларини қўллашган: тонг олдида, тонг, туш, тушдан кейин, кеч, кечқурун, тун.

V. Ўртача Қуёш суткалари

Сутканинг узоқлиги сифатида Ернинг ўз ўқи атрофида бир марта тўлиқ айланиб чиқиши қабул қилинган. Агар айланиш Қуёшга нисбатан бўлса, сутка – қуёши суткаси, юлдузга нисбатан бўлса – юлдуз суткаси дейилади.

Биз вақтни санашни қуёш суткаси орқали юритамиз.

Қуёш суткаси – бу Қуёш марказий нуқтасининг иккита юқориги ва иккита пастки кульминация нуқталари орасидаги вақт.

Кульминация – ёриткичларнинг асосий осмон меридианидан ўтиши вақти (77-расм).

Ерниңг Қуёш атрофидаги ҳаракати нотекис бўлгани учун, сутка узоқлиги йил бўйи ўзгариб туради, шунинг учун узоқлиги 24 соат бўладиган ўртача қуёш суткалари киритилган.

VI. Дунё вақти ва маҳаллий вақт

Қуёшнинг асосий осмон меридианидан ўтиши жойнинг географик узунлигига боғлиқ. Ердаги узунлик саноғи бошланадиган асосий меридиан Гринвич орқали ўтади, унинг географик узунлиги 0 га тенг.

Гринвич меридианининг маҳаллий вақти дунё вақти дейилади, уни T_0 ҳарфи билан белгиланади.

Маҳаллий вақт – бир меридианда жойлашган нуқталардаги сутканинг бир хил пайтдаги вақти.

Географик узунлиги λ бўлган жойларда у шубуга тенг бўлади:

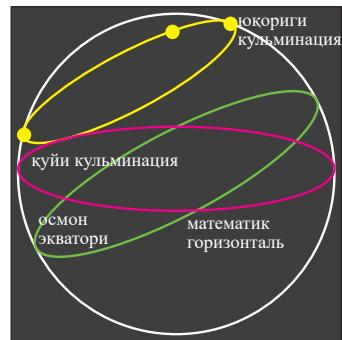
$$T_\lambda = T_0 + \lambda.$$

Маҳаллий вақтни ҳисоблаганде жойнинг узунлигини соат, минут ва секундларда кўрсатиш керак. Ер 24 соатда 360° айлананишини эътиборга олиб, вақт ўлчов бирликлари ва Ер сиртидаги нуқталарнинг бурчакли қўчишининг ўлчов бирликлари орасидаги боғланишни оламиз:

$$\begin{aligned} 24 \text{ соат} &= 360^\circ; \\ 1 \text{ соат} &= 15^\circ; \\ 4 \text{ мин} &= 1^\circ; \\ 1 \text{ мин} &= 15'; \\ 4 \text{ с} &= 1'; \\ 1 \text{ с} &= 15''. \end{aligned}$$

VII. Минтақавий вақт

Маҳаллий вақтдан тажрибада фойдаланиш нокулай, сабаби у бир аҳоли турар жойларининг турли туманларида турлича бўлади. Ер сирти қутбларни туташтирувчи чизиклар ёрдамида 24 та минтақага бўлинган, уларнинг ҳар қайсиши узунлиги бўйича 15° га чўзилади. Марказий меридиан минтақаларни $7^{\circ}30'$ бўлган иккита бир хил бўлакка бўлади. Гринвич меридианининг минтақаси ноль деб ҳисобланади. Қозогистон Республикаси худудидан 4 ва 5 соатли минтақалар ўтади.



77-расм. Юлдузнинг юқориги ва қуийи кульминациялари



Жавобини айтинг

- Нима учун маҳаллий вақт кенг кўлланилмади?
- Нима сабабдан соат минтақаларининг маъмурият чегераси юргизилган?
- Нима учун суткалик санаш 180-дан эмас, 0-ли меридиандан бошланади?
- Нима учун биз кўлланиб юрган вақт ҳақиқий вақтдан бир соат олдида?

Минтақавий вақтни аниқлаш учун дунё вақтига жойнинг минтақавий тартиб рақами қўшилади: $T_n = T_0 + n$. Бу ерда n – минтақанинг тартиб рақами.

Хар бир минтақа ичида унинг марказий меридиани вақтидан фойдаланилади.

Минтақавий вақт – узунлиги бўйича бир-биридан 15° ли узоқликда жойлашган 24 та асосий географик меридианлар учун аниқланган вақт.

Минтақаларнинг чегараси давлат ва маъмурият чегаралари билан белгиланган.

Қозогистон Республикасида вақт декрет вақт бўйича ҳисобланади. У Қозогистон Республикаси ҳукумати қарори билан тартибга солинади. Вақт ҳақиқий вақтдан бир соат илгари юрадиган расмий маъмурий 4 ва 5 соатли минтақалар мавжуд (78-расм). 2018 йили Қозогистон ҳукуматининг Қизилўрда вилоятини тўрт соатли UTC+5 (UTC – Умумжаҳон мувофиқлаштирилган вақт) минтақага ўтказиш тўғрисида лойиҳа тайёрланди.



78-расм. Қозогистон Республикасининг ҳақиқий соат минтақалари

Текшириш саволлари

1. Жойнинг кенглиги қандай аниқланади?
2. Қуёш ва юлдузлар шимолий қутбда жойлашган кузатувчига нисбатан қандай ҳаракатланади? Кузатувчи экваторда жойлашса-чи? Қуёш ва юлдузлар ўрта кенглиқда қандай ҳаракатланади?
3. Оғиши маълум бўлган юлдузнинг максимал кўтарилиш баландлигини қандай аниқлаш мумкин?
4. Қандай суткалар қуёш суткалари деб аталади?
5. Минтақавий вақтнинг маҳаллий вақтдан қандай фарқи бор?
6. Қандай вақт дунё вақт дейилади?



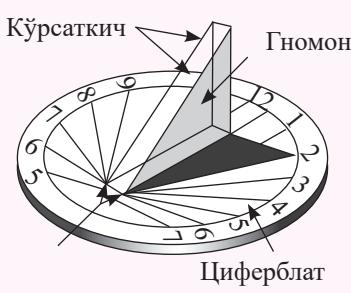
- Бетельгейзниң юқори кульминация баландлиги $43^{\circ}24'$ бўлса, кузатувчи қайси кенглиқда жойлашган?
- Дунё вақтидан 4 соат илгари юрадиган жойнинг кенглигини аниқланг.
- Кенглиги $\lambda = 90$ бўлган жойнинг минтақавий соатини аниқланг.



- Олтоир юлдузининг Нур-султан шаҳридаги ($\phi = 51^{\circ}12'$) ва Алмати шаҳридаги кузатувчи учун ($\phi = 43^{\circ}15'$) юқори кульминация баландлигини таққосланг.
- Дунё вақти 13.00 бўлганда Гривинчдан шарққа қараб 65° ли кенглиқдаги маҳаллий вақтни аниқланг.
- 5 соатли минтақадаги вақт 14.00 бўлгандаги 2 соатли минтақадаги вақтни аниқланг.

Экспериментал топшириқ

- Қутб юлдози орқали ўзингиз турган жойнинг кенглигини аниқланг.
- Гноман (79-расм) ёрдамида туш чизиги билан ҳақиқий туш вақтини аниқланг. У сизнинг соатингиздаги тушлик вақтига мос келадими?



79-расм. Гномон

Ижодий топшириқ

«Қуёш соатларининг тузилиши ва ишлаш принципи» мавзусида ахборот тайёрланг.

11-§. Қуёш тизимидағи сайёраларнинг ҳаракат қонунлари

Күтиладиган натижә

Ушбу мавзуны ўзлаштирганды:

- Кеплер қонунлари асосида Осмон жисмларининг ҳаракатини тушиунтира оласиз.



Иоганн Кеплер (1571–1630) – немис математиги, астроном, механик, оптик, Қуёш системасидаги сайёраларнинг ҳаракат конуншы кашф этді.

I. Коперникнинг гелиоцентрик тизими ва унинг жаҳон миқёсидаги аҳамияти. Сайёраларнинг күринма ҳаракати

XV асрғача коинот тузилиши тұғрисидаги Клавдий Птолемейнинг оламнинг геоцентрик тизими хукмронлик қилды, үша тизимга күра оламнинг ўртасида Ер жойлашган эди. Бу тизим бўйича сайёраларгача бўлган масофани аниқлаш ва уларнинг Ерга нисбатан сиртмоқсимон күринма ҳаракатини ҳисоблашга имкон бўлмади.

Николай Коперник оламнинг гелиоцентрик тизимини яратди, у оламнинг ўртасига Қуёшни жойлаштириди.

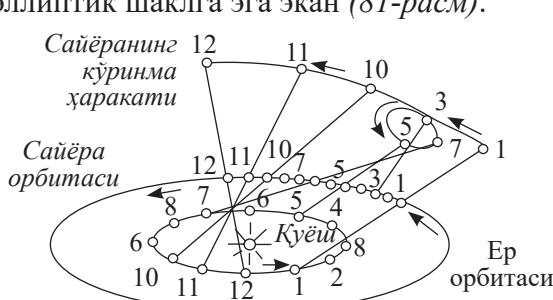
Сайёраларнинг сиртмоқсимон күринма ҳаракатини у ҳаракатдаги Ердан кузатиш билан боғлади. Ер орбитасининг радиуси Марс, Юпитер ва Сатурн орбиталарининг радиусларидан кичик, шунинг натижасида ташқи планеталардан «қўзиб кетиб», биз Ердан уларнинг тескари йўналишдаги сиртмоқсимон ҳаракатини кўрамиз (80-расм). Коперник сайёралар доиравий орбиталар бўйлаб текис ҳаракатланади деб тахмин қилди, шунинг Птоломейницидан аниқроқ бўлмади. Коперникнинг ишини кейинчалик немис олимни Иоганн Кеплер давом эттириди. Дания астроном Тихо Браге Марс ҳаракатини кузатиши натижалари ва Коперникнинг гелиоцентрик тизими асосида сайёраларнинг ҳаракат қонунини яратди.

учун унинг ҳисоблашлари

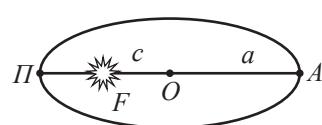
учун унинг ҳисоблашлари

Коперникнинг биринчи қонуни

Тадқиқотлар натижаси шуни кўрсатдиги, сайёраларнинг орбиталари эллиптик шаклга эга экан (81-расм).



80-расм. Ташқи-сайёраларнинг күринма ҳаракати



81-расм. Сайёралар орбитаси – эллипслар

Ҳар бир сайёра эллипс бўйлаб айланади ва эллипснинг фокусларидан бирида Қуёш туради.

Орбитанинг Қуёшга энг яқин нуқтаси Π – перигелий, энг узоқ нуқтаси эса A – афелий деб аталади.

Эллипснинг чўзиқлик даражасини унинг e – эксцентриситети таърифлайди:

$$e = \frac{c}{a},$$

бу ерда $c = F - O$ фокусдан 0 эллипс марказигача бўлган масофа; a – эллипснинг катта ярим ўқи.

Ер орбитасининг катта ярим ўқи – бу унинг Қуёшгача бўлган ўртacha масофасидир:

$$a = \frac{\Pi F + FA}{2}.$$

Агар $c = 0$ бўлиб, яъни эллипснинг фокуслари билан марказ бир-бираига мос тушса, у ҳолда $e = 0$, сайёра ҳаракатининг траекторияси айланада шаклида бўлади.

Эллипснинг фокуси марказидан узоқлашган сари, эллипс чўзиқлиги катталашади ва эксцентриситет ортади, лекин 1 дан ошмайди.

$$0 < e < 1.$$

«Сайёralаринг Қуёшдан ўртacha узоқлиги ва эксцентриситети» жадвалида Қуёш тизими сайёralарининг эксцентриситетлари берилган. Сайёralар эксцентризитетларининг қиёсий таҳлили натижасида Зухро ва Нептун орбиталарининг айланадан фарқи йўқ эканлигини кўриш мумкин. Орбиталари энг чўзиқ сайёralар Меркурий билан Марсдир.

Астрономияда Ер орбитаси катта ярим ўқининг узунлиги Ердан Қуёшгача бўлган ўртacha масофа – нинг ўлчов бирлиги сифатида қабул қилинган. У астрономик бирлик (а.б.) деб аталади:

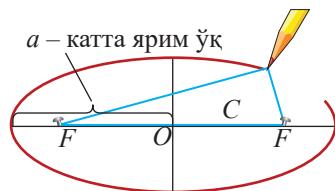
$$1 \text{ а.б} = 149\,600\,000 \text{ км} \approx 1,5 \cdot 10^8 \text{ км.}$$

Ёдга туширинг!

- Оламнинг тузилишига оид қандай дунёқарашлар сизга маълум?
- Нима учун оламнинг геоцентрик тизими яроқсиз бўлиб қолди?

Эксперимент

Узунлиги 10–15 см ип учларини игнага мақкамланг. Игнани бир нуқтага киргизинг ва ипни қалам билан тортиб, эгри чизик чизинг. (82-расм). Игналарни 3 см, 6 см, 9 см масофаларда жойлаштириб ҳаракатингизни тақрорланг. Эксцентриситет 0 дан 1 гача ортганда айланада тўғри чизиқка айланishiiga ишонч ҳосил қилинг.



82-расм. Фокуслар орсидаги масофа ортганда эллипс чўзиқ роқ ҳолатда бўлади.

Дикқат қилинг

Меркурий ва Марснинг эксцентриситети Қуёш тизимида бошқа сайёralари эксцентриситетидан катта.



Жавобини айтинг

- Нима учун Меркурийнинг перигелий ва афелий нуқталаридағи тезликлари Ердагига қараганда кўпроқ фарқ қиласди?
- Ернинг Қуёшга яқинлашиши ишларининг алмасишига таъсир кўрсатадими?

7-жадвал. Сайёralарнинг Күёшдан ўртача масофаси ва эксцентризитети

Сайёра номи	Ўртача масофа a , а.б	Эксцентризитет, e
Меркурий	0,39	0,206
Зухро	0,72	0,007
Ер	1,00	0,017
Марс	1,52	0,093
Юпитер	5,20	0,048
Сатурн	9,54	0,054
Уран	19,19	0,046
Нептун	30,07	0,008

Мұхым ахборот

Бутун олам тортисишиң қонунини кашф қылғандан кейин Ньютон Кеплернинг учунчи қонунига аниқлик киритди. У олган нисбат осмон жисмларининг массасини аниқлашга имкон берди.

Ньютон умумий массалар маркази атрофида айланма ҳаракатланадиган иккى осмон жисми учун бундай нисбат бажарилишини исботлади:

$$\frac{(M_1 + M_2)T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G},$$

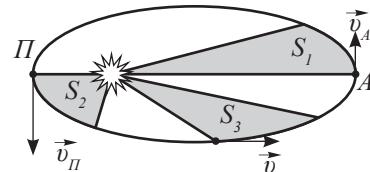
M_1, M_2 – жисмларнинг массалари; T – жисмларнинг айланыш даври; a – осмон жисмлари орасидаги ўртача масофа; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ – гравитацион доимий.

III. Кеплернинг иккінчи қонуни

Кеплернинг иккінчи қонунида сайёralарнинг ўз траекторияларининг турли нүкталаридаги ҳаракат тезликлари түғрисида айтиласы.

Сайёralарнинг радиус-векторлари тенг вақтлар ичіда тенг юзалар чизади.

$S_1 = S_2 = S_3$ юзаларнинг тенглигидан перигелийда сайёralарнинг тезлиги катта, афелийда эса кичик бўлиши келиб чиқади. $v_a < v < v_n$ (83-расм).



83-расм. Сайёralарнинг радиус-векторлари чизадиган фигураларнинг юзлари бир хил

IV. Кеплернинг учинчи қонуни

Кеплернинг учинчи қонуни сайёralарнинг орбитадаги даврлари ва улардан Күёшгача бўлган масофалар орасида боғланиш ўрнатади.

Сайёralарнинг Қуёш атрофида айланыш даврлари квадратларининг нисбати улар орбиталарининг катта ярим ўқлари кубларининг нисбатига тенг.

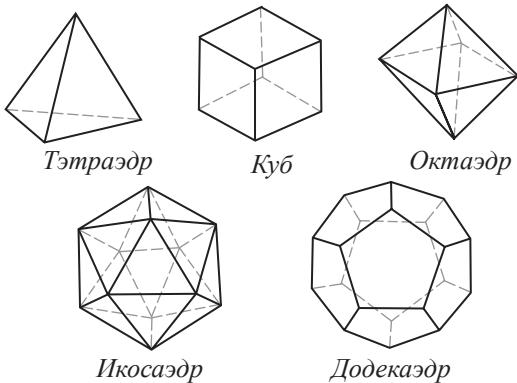
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Бу ерда T_1, T_2 – иккита сайёраның айланыш даври; a_1, a_2 – катта ярим ўқлари.



Бу қизиқ!

Агар сиртида Сатурн жойлашган сферага кубни қўйсак, унинг сиртига кейинги сферани соладиган бўлсак, унинг сиртида Юпитер орбитаси жойлашади. (84-расм). Юпитер орбитаси сферасига тетраэдр, тетраэдр ичига Марс орбитасининг сферасини, унга Ер орбитасини, сўнгра октаэдр ва ниҳоят октаэдрга Меркурий орбитасини жойлаштирайлик. Кеплер тизимининг марказига Қуёш жойлаштирилади.



84-расм. Меркурий, Венера, Ер, Марс, Юпитер ва Сатурн сайёralарининг жойлашишини ўрганишининг дастлабки босқичидаги Қуёш тизимининг модели – Кеплер кубоги

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Урандаги 1йил давомийлигини топинг.

Берилган:

$$a_{ep} = 1 \text{ а.б.}$$

$$a_y = 19,19 \text{ а.б.}$$

$$T_{\omega} = 1 \text{ йил}$$

$$T_y - ?$$

Ечилиши:

Урандаги йил давомийлигини топиш учун Кеплернинг учинчи қонунини қўллаймиз:

$$\frac{T_{ep}^2}{T_y^2} = \frac{a_{ep}^3}{a_y^3}$$

Даврни ифодаласак:

$$T_y = \sqrt{\frac{T_{ep}^2 \cdot a_y^3}{a_{ep}^3}} = T_{ep} \frac{a_y}{a_{ep}} \sqrt{\frac{a_y}{a_{ep}}}$$

Ҳисоблашларни бажарамиз:

$$T_y = 1 \text{ йил} \frac{19,19 \text{ а.б.}}{1 \text{ а.б.}} \sqrt{\frac{19,19 \text{ а.б.}}{1 \text{ а.б.}}} =$$

$$= 19,19 \text{ йил} \sqrt{19,19} \approx 87,2 \text{ йил}$$

Жавоби: $T_y = 87,2$ йил.

Текшириш саволлари

1. Кеплер қонунларини таърифланг.
2. Ньютон аниқлик киритган Кеплернинг учинчи қонуни нимани аниқлашга имкон берди?

★ Машқ

11

1. Қуёшдан Марсгача масофа Қуёшдан Ергача бўлган масофадан 1,5 марта катта бўлса, Марсдаги йил давомийлигини топинг.
2. Еринг массаси $6 \cdot 10^{24}$ кг, Ердан Ойгача масофани 384 000 км деб олиб, Ойнинг массасини аниқланг. Ойнинг Ер атрофида айланиш даври 27,32 сутка.

🏠 Машқ

11

1. Юпитердаги 1 йил давомийлигини топинг.
2. 11(2), 11(1) (үй вазифаси) масалалар ечимиidan фойдаланиб, сайёраларнинг Қуёш атрофидаги айланиш даврларининг Қуёшгача масофаларга боғлиқлиги графигини ясанг.

Ижодий топшириқ

«И.Кеплернинг таржимаи ҳоли»:

«И.Кеплернинг илмий асарлари». мавзулари бўйича ахборот тайёрланг.

12-§. Астрономияда масофани аниқлашнинг параллакс усули

Кутиладиган натижа

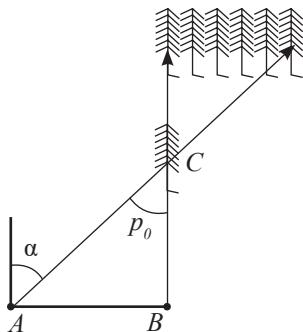
Ушбу мавзуни ўзлаштирғандар:

- Қуёш тизимидағи жисмларнинг ўлчамлари ва ораларидаги масофани аниқлаш учун параллакс усулидан фойдаланишини тушунтира оласиз.



Жавобини айтинг

1. Инсон атрофидаги жисмларгача масофани ўлчаб, таққослай оладими?
2. У жисмнинг яқинлашаётганини ёки узоқлашаётганини қандай аниқтайди?



85-расм. Параллактик силжии

I Параллакс усули

Параллакс усули – параллактик силжии ҳодисасига асосланган геометрик усул. Агар кузатувчи бир жисмни фазонинг турли нүкталаридан кузатса, у олис жойлашган жисмларга нисбатан ўз вазиятини ўзгартиради. Жисмнинг кўз чизигидаги тушадиган нурларнинг йўналиши ўзгаради (85-расм). АВ кесма базис, p_0 бурчакни параллактик силжии ёки параллакс деб аталади.

Агар ясаш натижасида тўғри бурчакли учбуручак олинса, у ҳолда параллакс p_0 горизонтал параллакс дейилади.

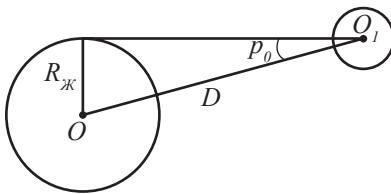
Кузатувчи АВ га кўчганда ва α бурчак ўзгарганда буюмгача бўлган масофани аниқлаш осон бўлади:

$$AC = \frac{AB}{\sin p_0}$$

II Қуёш тизими жисмларигача бўлган масофани ўлчаш

Қуёш тизимидағи осмон жисмларигача бўлган масофа Ернинг радиуси базис сифатида қабул қилиниб, горизонтал параллакс бўйича аниқланади (86-расм).

Осмон жисмидан қараганда кўриш чизигига перпендикуляр бўлган Ер радиуси қандай бурчак остида кўринса, шу бурчак горизонтал параллакс дейилади.



86-расм. Осмон жисмининг горизонтал параллакси p_0

p_0 горизонтал параллакс қиймати маълум бўлса, осмон жисмигача бўлган масофа ушбу формула бўйича аниқланади:

$$D = \frac{R_{ep}}{\sin p_0} \quad (1)$$

Агар бурчак радианларда берилган бўлса, кичик бурчакларда $\sin p_0 \approx p_0$.

Агар бурчак секундларда берилган бўлса, у ҳолда:

$$\sin p_0 = \frac{p_0}{206265''},$$

Бу ерда $206265''$ – бир радиандаги секундлар сони.

(1) формуланинг математик алмаштирилиши маълум параллакс бўйича осмон жисмларигача бўлган масофани ҳисоблашни осонлаштиради:

$$D = \frac{206265''}{p_0} R_{ep} \quad (2)$$



Жавобини айтинг

Нима учун осмон жисмларининг параллакси ўзгаради?



Муҳим маълумотлар

$$1 \text{ rad} = \frac{\pi}{3,14} = \frac{180 \cdot 3600''}{3,14} = \\ = 206265''$$

III. Жисмларнинг ўлчамларини аниқлаш

87-расмни кўриб чиқамиз. Горизонтал параллакс таърифига кўра Ернинг радиуси R сайёрадан p_0 бурчак остида кўринади.

Ер ва сайёра орасидаги масофани қуийдаги формула ёрдамида аниқаш мумкин:

$$D = \frac{206265''}{p_0} R_{ep} \text{ ёки } D = \frac{206265''}{\rho} r.$$

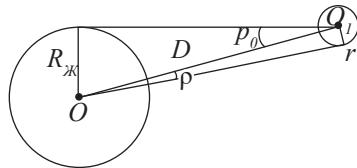
Олинган тенгламаларнинг ўнг томонларини тенглаштириб

$$\frac{R_{ep}}{p_0} = \frac{r}{\rho},$$

сайёра радиусини ифодалаймиз:

$$r = \frac{\rho}{p_0} R_{ep}. \quad (3).$$

Сайёра радиусини ҳисоблаш учун унинг бурчакли ўлчамлари ρ ни ўлчаб олиб, параллакс ўлчанган ўлчов бирликларида ифодалаш керак.



87-расм. Осмон жисмининг ўлчамларини аниқлаш

Ёриткичгача бўлган D масофани билган ҳолда, унинг бурчак радиуси ρ ни ўлчаб, унинг чизиқли ўлчамларини ҳисоблаш мумкин. Агар ρ бурчак радианларда берилган бўлса, осмон жисмининг радиуси:

$$r = D \cdot \rho. \quad (4)$$



1-тотшириқ

Чизғич билан транспортирган фойдаланиб, мактаб доскасигача оралиқни параллакс усули билан аниқланг. Базис сифатида парталарнинг узунлигини аниқланг.(85-расм).

Олинган натижани ўзингизга белгилаб олиб бошқа усуллар билан текшириб кўринг. Сизнинг ўйингизча қайси усул хақиқий усулни беради?



2-тотшириқ

1. Қуёш тизимидағи осмон жисмларнинг параллакси бўйича уларнинг Ергача бўлчан масофасини аниқланг. Ернинг радиуси 6400 км.

2. Уран билан Ернинг орасидаги масофани 2850 млн. км деб олиб Ураннинг горизонтал параллаксини аниқланг.

Гардиш диаметри осмон жисмининг бурчакли диаметри каби аниқланади:

$$d = D \cdot \rho, \quad (5)$$

бу ерда d – осмон жисми гардишининг чизиқли диаметри.

8-жадвал. Қүёш тизимидағи осмон жисмларининг параллакси

Осмон жисми	Параллакс
Меркурий	14,4"
Венера	6" дан 6" гача
Марс	6" дан 24" гача
Юпитер	6"
Сатурн	0,9"
Құёш	8,8"
Ой	57'

3-топширик

Адабиёт маълумотномаларидан фойдаланиб, жадвалда Меркурий, Венера, Сатурн, Құёш ва Ойнинг қандай вазияти учун параллакси берилганини аниқланған.

Эксперимент

Қалам олиб қўлларингизни доска томонга чўзинг. Қаламга аввал ўнг кўзингиз, сўнгра чап кўзингиз билан қаранг. Қўлларингизни тирсаккача букиб, ўз кузатишларингизни тақрорланг. Қайси ҳолда параллакс катта?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

1-масала. Горизонтал параллакси $0,9''$ бўлса, Сатурн Ердан қандай масофада жойлашган?

Берилган:

$$\begin{aligned} p_0 &= 0,9'' \\ R_{ep} &= 6400 \text{ км} \end{aligned}$$

$$D - ?$$

Ечилиши:

$$D = \frac{206265''}{p_0} R_{ep}.$$

Хисоблашларни бажарамиз:

$$D = \frac{206265''}{0,9''} \cdot 6400 \text{ км} = 1466773333 \text{ км} \approx 9,8 \text{ а.б.}$$

Жавоби: $D = 9,8$ а.б.

2-масала. Ой $400\ 000$ км масофадан тахминан $0,5^\circ$ ли бурчақдан кўрина-диган бўлса, унинг чизиқли диаметри нимага teng?

Берилган:

$$D = 400000 \text{ км}$$

$$P = 0,5^\circ$$

$$d - ?$$

Ечилиши:

$$d = D \cdot \rho.$$

ρ радианларда ифодаласак: $\rho = \frac{0,5 \cdot 3600''}{206265''} \approx 0,0087$.

Хисоблаймиз: $d \approx 400000 \text{ км} \cdot 0,0087 = 3480 \text{ км}$.

Жавоби: $d = 3480$ км.

Текшириш саволлари

1. Қандай бурчак горизонтал параллакс дейилади?
2. Қуёш тизимидағи осмон жисмларигача бўлган масофа қандай аниқланади?
3. Осмон жисмларининг параллакси қандай аниқланади?
4. Осмон жисмларининг бурчакли ўлчамлари деб нимага айтилади?
5. Осмон жисмларининг чизиқли ўлчамларини қандай аниқлаш мумкин?



Машқ

12

1. Ерга энг яқин нүктасида (перигелий) Ердан Ойгача масофа 363 000 км, энг узоқ нүктасида (афелий) 405 000 км. Ойнинг шу вазиятлардаги горизонтал параллаксини аниқланг.
2. Агар Қуёш ва Ойнинг бурчак диаметрлари бир хил, горизонтал параллакслари мос равишда $8,8''$ ва $57'$ бўлса, Қуёш Ойдан неча марта катта?
3. Ердан Венерагача бўлган энг кичик масофа 40 млн км га teng. Бу пайтда унинг бурчак диаметри $32,4''$. Шу сайёранинг чизиқли радиусини аниқланг.



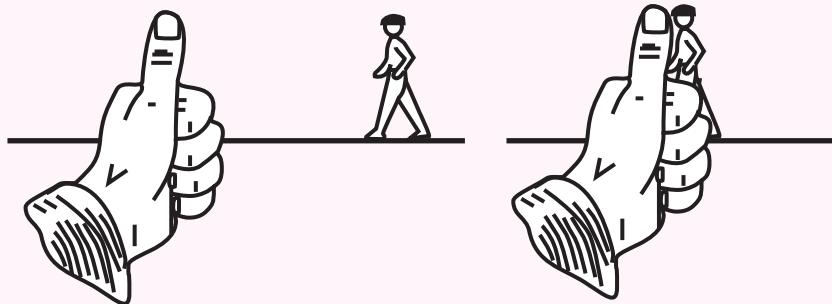
Машқ

12

1. Агар горизонтал параллакси $r = 18,0''$ бўлса, Икарь астероиди Ердан қандай узоқликда учади?
2. Агар Юпитер Қуёшдан Ерган исбатан 5 марта олис бўлса, унинг ердан кузатиладиган горизонтал параллакси нимага тенг?
3. Қуёш параллакси $8,8''$, кўринма бурган радиуси эса $r = 16'01''$. Қуёш радиуси Ер радиусидан неча марта катта?

Экспериментал топшириқ

1. Кўчада сизга ёки уйингизга нисбатан чапдан ўнгга қараб келаётган одам-гача бўлган масофани аниқланг (88-расм).



88-расм. Экспериментал топшириққа

Топшириқни бажариш алгоритми:

- а) Құлларингизни үтиб бораётган одам томонға чўзиб, бош бармоғингизга ўнг кўзингиз билан қаранг.
 - б) Йўловчини бармоқ билан тўсиб қолган вақтда, ўнг кўзингизни юмиб, чап кўзингизни очиб, йўловчи яна бармоқ билан тўсилиб қолгунига қадар қадамлар сонини сананг.
 - в) Олинган қадамлар сонини 10 га кўпайтиринг, бу йўловчидан сизгача бўлган масофа.
 - г) Катта ёшли кишининг ўртача қадами узунлигини 75 см деб олиб, қадамлар билан олинган масофани метрларга айлантиринг.
2. Текисликда керакли ясашларни бажаргандан сўнг, нима учун қадамлар сони 10 га кўпайтирилганини аниқланг. Кўзлар орсидаги масофани 6 см, кўздан бармоқ учигача масофани 60 см деб олинг.
 3. Агар одам чапга ҳаракатланса, тажрибада нима ўзгаради?

Ижодий топшириқ

«Куёшгача бўлган масофани ўлчаш » мавзусида ахборот тайёрланг.

2-бобнинг хуносаси

жойнинг кенглиги ва юлдузнинг зенит масофаси	Маҳаллий ва минтақавий вақт	Юлдузларнинг ёрқинлиги
$\varphi = \delta \pm Z$ $z = 90^\circ - h$	$T_\lambda = T_0 + \lambda$ $T_n = T_0 + n$	$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$
Кеплер қонунлари	Осмон жисмларигача бўлган масофа, уларнинг ўлчамлари	
$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ $\frac{(M_1 + M_2)T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}$	$D = \frac{206265''}{p_0} R_{ep}$ $r = \frac{\rho}{p_0} R_{ep}; r = D \cdot \rho$ $d = D \cdot \rho$	

Кеплер қонунлари

Хар бир сайёра фокусларидан бирида Қуёш жойлашган эллипс бўйлаб айланади. Сайёralарнинг радиус вектори тенг вақтлар оралиғида бир хил юзалар чизади. Сайёralарнинг юлдуз айланиш даврларининг нисбати улар орбиталарининг катта ярим ўклари кубларининг нисбатига тенг.

Глоссарий

Абсолют юлдуз катталиги М – Ердан 32,6 ёруғлик йили узоқликда жойлашган юлдуз эга бўладиган юлдузги катталиги.

Азимут А – осмон жисмининг суткалик ҳаракат йўналиши билан жануб нуктасидан вертикалгача бўлган бурчакли масофа.

Баландлик h – осмон жисмидан вертикаль ёнидаги горизонт чизигигача бурчак масофа.

Горизонтал параллакс – осмон жисмидан қараганда кўриш чизигига перпендикуляр жойлашган Ер радиуси кўринадиган бурчак.

Кульминация – юлдузларнинг асосий осмон меридианидан ўтиш вақти.

Маҳаллий вақт – бир меридианда жойлашган нукталардаги сутканинг бир хил пайтдаги вақти.

Коинот – сайёralардан, юлдузлардан, юлдузлараро моддалардан ва космик нурлардан таркиб топган барча мавжудмоддий олам.

Равшанлик ёки нурланиш қувватлиги – бирлик вақт ичида юлдуз чиқарадиган тўлиқ энергия.

Ёруғлик йили – Ердаги бир йил ичида ёруғликнинг вакуумда тарқаладиган масофаси.

Осмон сфераси – ихтиёрий радиусдаги барча кўринма Осмон жисмлари проекцияланадиган фаразий сфера.

Оғиш δ – оғиш доираси атрофидаги юлдузнинг осмон экватори текислигидан масофаси.

Қуёш суткалари – Қуёшнинг марказий нуктасининг иккита юқориги ва иккита қуий кульминация нукталари оарсидаги вақт.

Эклиптика – зодиакал юлдуз туркumlари орқали Қуёшнинг кўринма йиллик ҳаракати ўтадиган осмон сферасининг катта айланаси.

З-БОБ

ДИНАМИКА АСОСЛАРИ

«Кинематика асослари» бобида биз тезланиш йўналиши ва сон қиймати жисмнинг ҳаракат турини аниқлашини билб олдик. Ҳаракат турлари ичидан биз тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракат ва айланга бўйлаб текис ҳаракат билан танишиб чиқдик.

Нима учун жисм бошқача эмас, айнан шундай ҳаракатланади? Тезланиш катталиги ва йўналишига қандай омиллар таъсир қилади? Ша саволларга жавобни биз «динамика асослари» бобидан оламиз.

Динамика – механиканинг жисмларнинг ўзаро таъсирилашиш қонунини ўрганадиган бўлимиdir.

«Динамика» қадимги юнон «dynamos» келиб чиқсан бўлиб, сўзи куч деган маънони англатадидан. Куч – жисмлар ўзаро таъсирининг ўлчови ва жисм тезлигининг ўзгариши ҳамда деформацияланиши сабаби бўлиб ҳисобланган вектор физик катталик.

Бобни ўқиб-ўрганиш орқали сиз:

- инерция, инертлик, инерциал саноқ тизими тушунчаларининг маъносини тушиунтиришни;
- Ньютонинг биринчи қонунини таърифлашни ва уни масалалар ечишда қўллашни;
- оғирлик кучи, эластиклик кучи, ишқаланиш кучи табиатини тушунтиришни;
- Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифлашни ва уни масалалар ечишда қўллашни;
- Ньютоннинг учинчи қонунини таърифлашни ва уни масалалар ечишда қўллашни;
- Бутун олам тортишиш кучини таърифлашни ва уни масалалар ечишда қўлланишни;
- тезланиш билан ҳаракатланаётган жисмнинг оғирлигини аниқлашни;
- вазнсизлик ҳолатини тушунтиришни;
- масала ечишда биринчи космик тезлик формуласини қўллашни;
- космик аппаратлар орбиталарининг хусисиятларини таққослашни;
- оғирлик майдонида жисм ҳаракати параметрларини ҳисоблашни ўрганасиз.

13-§. Ньютоннинг биринчи қонуни, инерциал саноқ тизимлари

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирғанды:

- инерция, инертилек, инерциал саноқ тизими тушунчалари маъносини тушунтира оласиз;
- Ньютоннинг биринчи қонунини таърифлашни ва уни масалалар ечишда кўллашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

- Нима учун осмон жисмлари муттасил ҳаракатда бўлади?
- Нима учун енгил атлетикачилар эстафета бергандан кейин югуришини давом эттиради (89-расм)?



89-расм Эстафета таёқчаларини берии физика қонунларига асосланган



Ёдга туширинг!

Қандай ҳаракат инерция бўйича ҳаракат дейилади?



Дикқат қилинг!

Коинотда хамма нарса айланма ҳаракат қиласди, табиатда инерциал саноқ тизимлари мавжуд эмас.

I Инерция қонуни, жисмларнинг инертилиги

7-синф физика курсида сиз жисм ҳаракатлана бошлаган ёки тинч ҳолатда бўлган ҳолларга оид Аристотель ва Галилейнинг нуқтаи назарларини кўриб чиқдингиз.

Аристотель жисмга бошқа жисмлар таъсир қилмаса, жисм ҳаракатланиши мумкин эмас деб тасдиқлаган эди. Жисмни жойидан силжитиш учун унга куч қўйиш керак.

Галилео Галилей тинч ҳолати ва жисмларнинг ҳаракати сабабини бундай тушунтируди. Бошқа жисмлар таъсир қўрсатмайдиган жисм ўзгармас тезлик билан ҳаракатланади ёки тинч ҳолатини сақлайди. Агар унга бошқа жисмлар таъсир этса, жисмнинг тезлиги ўзгаради. Жисмнинг ўз тезлигини ўзгаришсиз сақлаш хоссаси инертилек деб аталади. Инертилек хоссаси жисмнинг ҳаракат тезлигини ўзгартириш учун вақт кераклиги билан боғлиқ. Жисм дарҳол тўхтай олмайди ёки аксинча, ҳаракат тезлигини сезиларли даражада орттира ҳам олмайди.

Инертилек – жисмнинг унга таъсир этувчи ташқи кучлар бўлмаган ёки уларнинг таъсири мувозанатлашган ҳолда текис ва тўғри чизиқли ҳаракатини ёки тинч ҳолатини сақлаб қолиш хоссасидир.

Инерция – жисмга бошқа жисмлар таъсир этмаганда тезлигини сақлаш ҳодисасидан иборат.

II Ньютоннинг биринчи қонуни

И.Ньютон жисмлар ҳаракатининг умумий қонунини таърифлади. У Г. Галилейнинг инерция қонунига аниқликлар киритиб, уни биринчи қонун деб атади. Тажриба ва кузатишлар натижасида у баъзи саноқ тизимларида Галилейнинг тасдиғи бажарилмайди деган хulosага келди. Масалан, машинанинг тезланувчан ёки секинланувчан ҳаракатида йўловчи беихтиёр мувозанат ҳолатини

йўқотиб, ҳаракат тезлигини ўзгартиради. Бу пайтда унга оғирлик кучи ва таянчнинг реакция кучидан бошқа кучлар таъсир этмайди (90-расм), демак, инерция қонуни бажарилмайди.

Агар саноқ тизими тезланиш билан ҳаракатла-наётган жисм билан боғланган бўлса, бу тизимга нисбатан инерция қонуни бажарилмайди.

И. Ньютон инерция қонунини ойдинлаштирган ҳолда, инерциал саноқ тизими тушунчасини киритиб, қонунни бундай таърифлади:

Агар жисмга куч таъсир этмаса ёки кучларнинг таъсири мувозанатланган бўлса, жисм инерциал саноқ тизимига нисбатан тўғри чизиқли ва текис ҳара-катланади ёки тинч ҳолатини сақлайди.

III Инерциал ва ноинерциал саноқ тизимлари

Ер билан боғланган саноқ тизими инерциал саноқ тизими бўлиб ҳисобланади, сабаби унга нисбатан инерция қонуни бажарилади.

Инерция қонуни бажариладиган са-ноқ тизими инерциал саноқ тизими деб аталади.

Текис ҳаракатланаётган машинада, поездда ёки теплоходда содир бўлаётган барча ҳоди-салар Ердаги каби бўлади. Масалан, вертикал юқорига отилган копток отилган нуқтасига тушади, столга қўйилган гулдон тинч ҳолатини сақлайди. Ерга нисбатан ўзгармас тезлик билан ҳаракатланаётган саноқ тизимларида инерция қонуни бажарилади. Бу тизимлар инерциал тизимлар бўлиб ҳисобланади.

Ерга нисбатан тезланиш билан ҳара-катланаётган жисмлар билан боғланган саноқ тизими ноинерциал саноқ тизими дейилади.

1-топширик

1. Инерция бўйича ҳара-катга мисол келтиринг.
2. Тинчлик инерциясига мисол келтиринг.
3. Сиз келтирган мисол-ларда ҳаракатдаги жисмга қандай кучлар таъсир қиласди?
4. Сиз келтирган мисол-лардан қайси жисм юқори инертликка эга?



90-расм. Йўловчиларнинг инерция бўйича ҳаракати

Жавобини айтинг

Автобус тезлиги кескин камайганда йўловчи-ларнинг олдинга қараб эзлишларининг сабаби нимада (88-расм)? Тезлик кескин ортганда йўлов-чилар қандай ҳолатда бўлади? Автобус ўнгга ва чапга бурилганда –чи?

2-топширик

Инерциал ва ноинерциал саноқ тизимларига мисол келтиринг.

Жавобини айтинг

Нима учун Ер билан боғланган саноқ тизимини космик учишлар масалаларини ҳисоблашда қўллаш мумкин эмас?

Тезланиш билан ҳаракатланадиган машина ноинерциал саноқ тизимиға тааллуқлы. Унга нисбатан инерция қонуни бажарилмайды.

IV Инерциал саноқ тизимининг модели

Ер атрофида ҳаракатланадиган жисмлар учун бизнинг сайёрамиз ноинерциал саноқ тизими бўлиб ҳисобланади. Сабаби, у ўз ўқи ва Күёш атрофида айлана бўйлаб ҳаракатланади. Күёш сайёralар билан бирга бизнинг Галактикамиз маркази атрофида ҳаракатланади. Жумладан, Күёш билан боғланган саноқ тизими ҳам ноинерциал тизим бўлиб ҳисобланади.

Инерциал саноқ тизими – физик масалаларнинг ечимини осонлаштириши учун киритилган модельдир.

Агар саноқ тизимини қўллаш, ҳисоблаш вақтида катта хатоликларга олиб келмаса, бундай саноқ тизими инерциал саноқ тизими дейилади.

Ер сайёрамизда содир бўлаётган барча ҳаракатлар учун (космик ҳаракатлар бундан истисно) инерциал саноқ тизими бўлиб ҳисобланади.

V Тенг таъсир этувчи куч

Тўғри чизиқли текис ҳаракатни Ньютоннинг биринчи қонуни нуқтаи назаридан кўриб чиқамиз (91-расм).

Ер шароитида тортиши кучи ишқаланиш кучи таъсирида мувозанатланса (компенсацияланса) автомобиль текис ҳаракатлана олади:

$$F_{\text{торм}} = F_{\text{ишк}}.$$

Таянчнинг реакция кучи оғирлик кучи таъсирини компенсациялади: $N = F_a$. Бу жисмга қўйилган кучларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг эканлигини билдиради:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_{\text{торм}} + \vec{F} + \vec{F}_a + \vec{N} = 0$$

\vec{F}_R – жисмга қўйилган кучларнинг геометрик йиғиндиси билан аниқланадиган тенг таъсир этувчи куч.



Жавобини айтинг

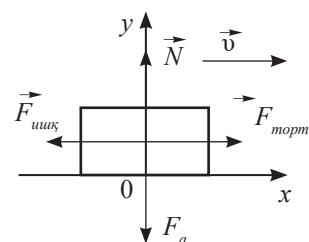
Нима учун Ер шароитида Галилейнинг инерция қонунини текшириш мумкин эмас?



Мухим ахборот

Ньютоннинг биринчи қонунини қўлланаби, масалалар ечиш алгоритми

1. Жисмга таъсир этувчи жисмни ва кучларни тасвирлаш.
2. Ньютоннинг I қонунини вектор кўринишида ёзиш (1).
3. Масала ечишига қулай координаталар ўқини танлаш.
4. Ньютоннинг I қонунини танланган ўққа проекция кўринишида ёзиш (2,3).
5. Ньютоннинг I қонунини проекция ишораларини эътиборга олиб, модуль кўринишида ёзиш.
6. Кучларни улар боғлик бўлган катталиклар билан алмаштириш.
7. Олинган тенгламани (тенгламалар тизимини) номаълум катталикларга нисбатан ечиш.
8. Лозим бўлган ҳолларда кинематика формулаларини қўллаш.



91-расм. Агар жисмга таъсир этувчи кучлар мувозанатланган бўлса, жисм ўзгармас тезлик билан ҳаракатланади.



Жавобини айтинг

Қандай ҳолларда векторнинг проекцияси мусбат, қандай ҳолларда манфиий бўлади?

Олинган тенглик Ньютооннинг биринчи қонунининг математик ифодасидир.

Умумий ҳолда текис ҳаракатланган жисмга таъсир этувчи ихтиёрий кучлар учун инерция қонуни бундай кўринишда бўлади:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \quad (1)$$

n – жисмга қўйилган кучлар сони.

Агар жисмга таъсир этувчи барча кучларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг бўлса, танлаб олинган ўқ бўйича проекциялар йиғиндиши ҳам нолга тенг бўлади:

$$F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} = 0, \quad (2)$$

$$F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} = 0. \quad (3)$$

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Бикрлиги 100 Н/м бўлган пружина ёрдамида 2 кг массали ёғоч брускни горизонтал ёғоч тахта бўйлаб текис тортилади. Ишқаланиш коэффициенти 0,3 га тенг. Пружинанинг узайишини топинг.

Берилган:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,3$$

$$x - ?$$

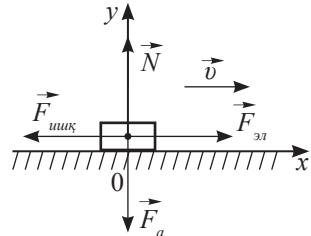
Ечилиши:

Расмда жисмни тасвирлаймиз, унга таъсир этувчи кучларни кўрсатамиз.

Жисм текис ҳаракатланади

$v = \text{const}$, демак, барча кучларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг:

$$\vec{F}_{\text{зл}} + \vec{F}_{\text{шик}} + \vec{F}_a + \vec{N} = 0. \quad (1)$$



Координаталар ўқини 0 массалар маркази орқали ўтказамиз. Уларнинг 0х ўқига проекциялар катталикларини эътиборга олиб, (1) тенгламани бундай кўринишда ёзамиш:

$$-F_{\text{шик}} + F_{\text{зл}} = 0. \quad (2)$$

Кучларни улар боғлиқ бўлган катталиклар орқали ифодалаймиз:

$$F_{\text{шик}} = \mu N; \quad (3)$$

$$F_{\text{зл}} = kx. \quad (4)$$

(3) ва (4) формуласаларни (2) ифодага қўямиз: $\mu N = kx$.

Олинган тенгламадан x ни топамиш: $x = \frac{\mu N}{k}$. $\quad (5)$

Таянчнинг реакция кучини аниқлаш учун (1) тенгламани 0y ўқига проекцияси ишораларини хисобга олиб, бундай:

$$N - mg = 0 \text{ ёки } N = mg. \text{ кўришишда ёзамиш} \quad (6)$$

(5) га (6) ни қўйиб, пружина чўзилишини хисоблаш ифодасини оламиш: $x = \frac{\mu mg}{k}$.

$$x = \frac{0,3 \cdot 2 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \approx 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}.$$

Жавоби: $x = 6 \text{ см}$.

Текшириш саволлари

1. Инерция деб қандай ҳодисага айтилади?
2. Жисмнинг инертилиги нима? У қандай намоён бўлади?
3. Инерция билан инертиликнинг фарқи нимада?
4. Г. Галилей ва И. Ньютоннинг инерция қонунилари таърифларидағи фарқ нимада?
5. Қандай тизим инерциал саноқ тизими дейилади? Ноинерциал саноқ тизими деб нимага айтилади?
6. Ньютоннинг I қонунини таърифланг.

★ Машқ

13

1. Бургутга таъсир этувчи кучларни тасвирланг (92-расм). Кучлар бир-бирини мувозанатлаган деб тасдилаш мумкинми?
2. Юк ортилган чаналар кўлдаги муз сирти бўйлаб текис ҳарактланмоқда. Массалари 0,2 т чаналарнинг музга горизонал туширган кучларини аниқланг, ишқаланиш коэффициенти 0,2 га тенг.
3. Айвонни таъмирлаётган дурадгор 400 г массали кичик брускни вертикал деворга горизонтал йўналишда 0,005 кН куч билан қисиб босди. Агар бруск тушиб кетмаса, ишқаланиш коэффициенти нимага тенг?



92-расм. «Қиран-2018» биринчи республика миқёсидағи йиргакч қушлар ва овчилик турнирига 70 дан ортиқ шитирокчилар ўтигилди.

Home

Машқ

13

1. Ойдин водород гази билан тўлдирилган шар боғланган ипни ушлаб турибди. Шарга таъсир этувчи кучларни тасвирланг. Қандай ҳолда шар тинч ҳолатда бўлади? Ойдин ипни қўлдан чиқариб юборса нима содир бўлади?
2. Массаси 50 г магнит мактаб тахтасига ёпишиб турибди. Магнитнинг пастга қараб текис ҳарактаниши учун 1,5 Н куч сарфланади. Магнитни тахта сирти бўйлаб вертикал юқорига ҳаракатлантириш учун қандай куч қўйиш керак?

14-§. Механикада кучлар

Кутиладиган натижажа:

Ушбу мавзузи ўзлаштиргандо:

- оғирликучи, ишқаланиш кучи, эластик кучи табиатини тушунтира оласиз.



Жавобини айтинг

- Табиатда қанча куч бор?
- Масофадан таъсир этувчи кучларни айтинг.
- Ўзаро таъсирлашувчи жисмларнинг бевосита таъсирлашуведа қандай кучлар таъсир этади?



Ёдга тушириңг!

- Оғирлик кучи, эластик кучи, ишқаланиш кучи деб қандай кучларга айтилади?
- Бу кучлар қандай формулалар билан аникланади?
- Қандай ифода Гук конуни дейилади?
- Кучлар қандай тасвирланади?
- Улар қандай асбоб билан ўлчанади?
- Үлчов асбобларининг бўлим қийматлари ва кўрсаткичи қандай аникланади?



1-топшириқ

Таянчнинг реакция кучи, таранглик кучи, жисм оғирлиги ва Архимед кучи таъсирга мисоллар келтиринг.

I Табиатда кучлар

Атрофимиздаги жисмларнинг ўзаро таъсирини физик катталик – куч билан тавсифлаймиз. Атрофимизда кўплаб жисмлар бўлгани каби кўплаб кучлар ҳам иавжуд бўлиб кўриниши мумкин. Табиатдаги барча кучларни пайдо бўлиш табиатига қараб тўрт турга бўлиш мумкин.

Физикада турли табиатга эга бўлган кучларнинг тўрт тури қаралади.

Гравитацион, электромагнит, кучли ва заиф. Механик ҳодисаларда табиати молекуляр бўлган гравитацион ва электромагнит кучларгина намоён бўлади.

Гравитацион кучларнинг пайдо бўлиш сабаби жисмнинг массасидир. Гравитацион кучларга бутун олам тортиш кучи ва оғирлик кучи тааллуқли. Оғирлик кучи бутун олам тортишиш кучининг хусусий ҳолидир. Зарядланган зарраларнинг ўзаро таъсири электромагнит кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади.

Эластиклик кучи билан ишқаланиш кучи жисмлар деформацияланганда пайдо бўлади: эластиклик кучи сиқилиш ёки чўзилиш деформацияси, ишқаланиш кучи эса силжиш натижасида вужудга келади. Жисмлар деформацияланганда электрон қобиқлари ва атом ядроларининг узоклашиши ёки яқинлашиши улар орасидаги ўзаро таъсирни ўзгаришга олиб келади. Жисмнинг оғирлиги, таянчнинг реакция кучи, Архимед кучи, ипнинг таранглик кучи – эластиклик кучининг турли кўринишда намоён бўлишидир. Бу кучлар сиқилиш ёки чўзилиш натижасида пайдо бўлади.



2-топшириқ

- «Күчларнинг асосий тавсифлари» жадвали бўйича күчларнинг қўйилиш нуқталари ва уларнинг йўналишларини таққосланг.
- График равишда күчларнинг катталиклари қандай тасвирланишини, бир тўғри чизиқ бўйлаб бир хил йўналган ва қарама-қарши йўналган күчларнинг тенг таъсир этувчиси қандай аниqlанишини ёдинизга туширинг.
- Учиб келаётган коптотка, сув сиртидаги пўкакка, транспортёр тасмадаги қутига таъсир этувчи күчларни тасвирланг (93-расм).



93-расм. 2-топшириқ учун

II Механика күчларининг асосий тавсифлари

Кучнинг таъсири унинг катталигига, йўналишига, қўйилган нуқтасига боғлик. Механикада эгалланган билимни умумлаштириб, уларни жадвалга киритамиз (9-жадвал).

9-жадвал. «Күчларнинг асосий тавсифлари» жадвали

Куч	Сон қийматини ҳисоблаш формуласи	Таъсир нуқтаси	Йўналиши	Расми
Оғирлик кучи	$F = mg$	Жисмнинг оғирлик маркази (кичик жисмлар учун массалар маркази билан мос келади)	Вертикал пастга	
Эластиклик кучи	$F = kx$	Жисмнинг уни деформацияловчи жисм билан уриниш нуқтаси	Жисмнинг мувозанат ҳолатидан оғишига қарама-қарши	
Жисмнинг оғирлиги	$P = mg$ Характланмайдиган горизонтал таянч ва вертикал осма учун	Таянчнинг сирти ёки ипнинг илиниш нуқтаси	Вертикал пастга	

Күч	Сон қийматини ҳисоблаш формуласи	Таъсир нұқтаси	Йұналиши	Расми
Таянчнинг реакция күчи	Ньютон қонунлари билан аниқланади	Жисмнинг массалар маркази ёки жисмнинг сирти ва таянчнинг уриниш нұқтаси	Таянч сиртига перпендикуляр	
Ипнинг таранглик күчи	Ньютон қонунлари билан аниқланади	Жисмнинг массалар маркази ёки жисмнинг илиниш нұқтаси	Ип бўйлаб	
Архимед күчи	$F_A = \rho g V$	Суюқликка ботирилған жисмнинг массалар маркази	Вертикаль юқорига	
Сирпаниш ишқаланиш күчи, тинчликдаги максимал ишқаланиш күчи	$F = \mu N$	Жисмнинг массалар маркази (агар ҳаракат илгариленма бўлса)	Жисм ҳаракатининг йұналишига қарама-қарши	

!**Диккат қилинг!**

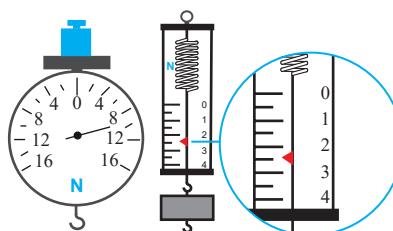
Мунтазам шаклли жисмлар учун массалар маркази симметриялар ўқининг кесишиш нұқтасида жойлашган. Жисмларнинг илгариленма ҳаракатиниң кўраётганда биз уларни массалар марказига жойлаштириб, моддий нұкта билан алмаштиридик.

Эксперимент

- стол сирти бўйлаб текис ҳаракатланаётган;
- пружинага илинган юкка;
- сув қуйилған идишга ботирилған жисмга таъсир этувчи кучларни ўлчанг.
- Расмда ўзингиз танлаб олган масштабда ўлчангандан кучларни тасвирланг.

3-топшириқ

94-расмда кўрсатилган динамометр шкалалари -нинг бўлим қиймати ва кўрсаткичларини аниқланг.

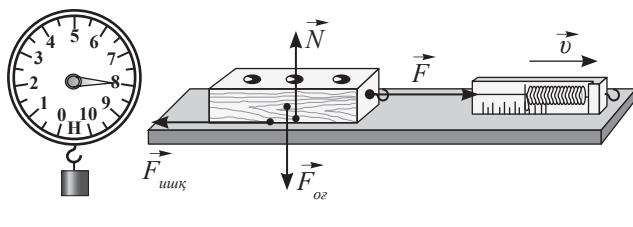


94-расм. 3-топшириқ учун



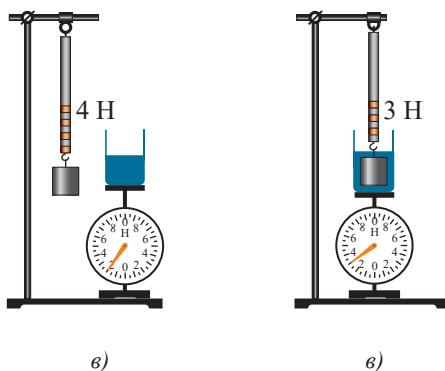
4-топшириқ

Динамометр билан қандай күчлар үлчанишини анықланғ (95-расм а-в):



a)

б)



с)

д)

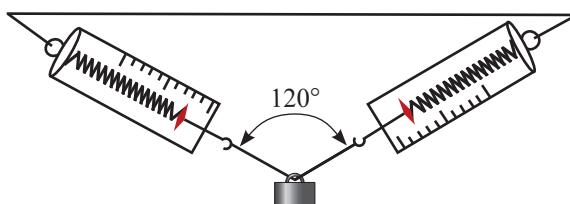
93-расм. Динамометр билан күчни үлчаш



6-топшириқ

Бир-бираға бирор бурчак остида йұналтирилған күчларнинг тенг таъсир этувчиси қандай анықланади?

Жисмға 120° ли бурчак остида туширилған күчларнинг тенг таъсир этувчисини ва жисм оғирлігінін анықланғ (96-расм). Динамометрларнинг бўлим қиймати $0,2 \text{ Н}$. Расмда күчларни тасвиirlанган.



96-расм. 6-топшириқ учун



5-топшириқ

Сұзларни тушунтириңг: күч, күч табиаты, үлчов асбоби шкаласининг бўлим қиймати, асбобнинг кўрсаткичи.



Ёдга туширинг!

1. Жисмга битта тўғри чизик бўйлаб бир хил йұналишда таъсир этувчи икки ёки бир неча күчларнинг тенг таъсир этувчисини қандай аниқлаш мумкин?
2. Жисмга битта тўғри чизик бўйлаб қарама-карши йұналишда таъсир этувчи икки ёки бир неча күчнинг тенг таъсир этувчисини қандай аниқлаш мумкин?
3. Агар жисмга кўйилған күчлар модуллари бўйича тенг, йұналишлари жиҳатидан қарама-карши бўлса, жисм қандай ҳаракатланади? Уларнинг тенг таъсир этувчиси нимага тенг бўлади?



7-топшириқ

Қандай күч тенг таъсир этувчи күч дейилишини ёдингизга туширинг.



Эслаб қолинг

Тенг таъсир этувчи күчни топиш учун векторларни қўшиш қоидасидан фойдаланиш керак (§2).

Текшириш саволлари

1. Табиатда кучлар қандай турларга бўлинади?
2. Гравитацион кучларнинг пайдо бўлиш сабаби нимада?
3. Электромагнит кучларнинг пайдо бўлиш сабаби нимада?
4. Механикада электромагнит табиатга эга бўлган қандай кучлар кўрилади?
5. Кучларнинг таъсири қандай омиларга боғлиқ?



Машқ

14

1. Арқонга осилган юкнинг массаси $m = 15$ ц. Арқонда пайдо бўладиган эластиклик кучининг модулини аниқланг.
2. Жисмга тўғри чизик бўйлаб бир хил йўналишда иккита $F_1 = 9$ Н ва $F_2 = 12$ Н куч таъсири этмоқда. Шу кучларни график равишда тасвирланг ва уларнинг тенг таъсири этувчисини топинг.
3. Массаси 20 кг қаттиқ қофозли қутидаги юкни ташишга мўлжалланган қиялик бурчаги 30° бўлган транспортёр тасма қопламасининг ишқаланиш коэффициентини аниқланг. Шу сиртда 30 кг массали юк турга оладими?



Машқ

14

1. Узунлиги $l_1 = 6$ см бўлган пружина модули $F_1 = 50$ Н куч таъсирида $\Delta l = 4$ мм узайди. Модули $F_2 = 200$ Н куч таъсири этгандаги пружинанинг узайиши l_2 ни аниқланг.
2. Тўртта куч бир тўғри чизик бўйлаб йўналган: чапга 6 Н ва 11 Н, ўнга 12 Н ва 5 Н. Бу кучларни график равишда тасвирлаб, уларнинг тенг таъсири этувчисини аниқланг.

Экспериментал топшириқлар

Қофоз билан чизғичдан фойдаланиб, қофознинг столга ишқаланиш коэффициентини аниқланг. Бажарилган иш бўйича ҳисобот беринг.

Ижодий топшириқлар

Ишқаланиш кучи, оғирлик кучи ва эластиклик кучининг қиёсий жадвалини тузинг, қиёслаш параметларини ўзингиз танланг.

§15. Ньютоннинг иккинчи қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирғаңда:

- Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифлаб, уни масалалар ечишда күлләнишини ўрганасиз.

Жавобини айтинг

- Нима учун катта тезлик билан ҳаракатлананаётгандың автомобилнинг олдини кесиб ўтиши мүмкін эмес?
- Қандай ҳолларда автомобиль инерция бүйича ҳаракатланады:
 - движателни ўчирғандан кейин;
 - автомобилга таъсир этувчи барча кучлар таъсири мувозанатланган бўлса ва унинг тезлиги ўзгармаса?
- «Бир куч турли жисмларга таъсир қилганда тезликларнинг ўзгариши мене бўлади» деган фикр тўғрими?

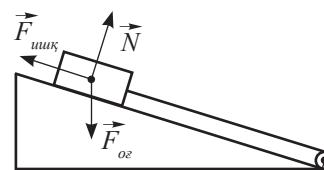
Эксперимент

- Мавзунинг I ва II бандлари ва 97, 98-расмлар бўйича тажриба ўтказинг.
- Мавзуда келтирилган таърифларнинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилинг.
- Хатоликларни баҳоланг ва тажриба вақтида катта хатоликларга олиб келадиган омилларни кўрсатинг.
- Бажарилган тажрибанинг сифатини яхшилаш усулини тавсия қилинг.

I Кучнинг жисм тезланиши билан боғлиқлиги

Жисмга таъсир этувчи кучлар мувозанатланмаган бўлса, жисм тезланиш билан ҳаракатланади. Тезланиш ва тенг таъсир этувчи куч орасидаги боғланишини ўрнатамиз. Улардан бирини кўриб чиқамиз.

Трибометрга блок ўрнатиб, унга брускни кўямиз (97-расм).

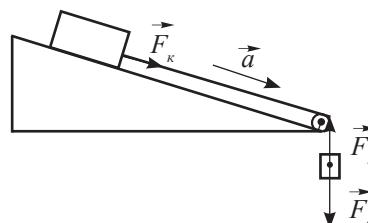


97-расм. Агар кучлар таъсири мувозанатланган бўлса, брускотекис сирпанаади.

Трибометрни оҳиста оғдириб, брускни унинг сиртида сирпанишини бошлаган пайтни белгилаб оламиз. Бу пайтда ишқаланиш кучининг қиймати максимал бўлади, бироқ жисмга таъсир этувчи кучлар ҳали ҳам бир-бирини мувозанатлади:

$$\vec{F}_{\text{парал}} + \vec{F}_{\text{перп}} + \vec{N} = 0$$

Ипнинг бўш учига юк осамиз. Юкка таъсир этувчи оғирлик кучининг таъсирида ип чўзилади ва брускотекис тезланиш билан ҳаракатланади (98-расм).



98-расм. Брускотекис тезланиши билан ҳаракатланади.

$v_0 = 0$ бўлганда кўчишни ҳисоблаш формуласидан тезланишини ифодалаймиз:

$$a = \frac{2s}{t^2}.$$

Формуладан күчиш тезланишга тұғри пропорционал эканлиги келиб чиқады: $s \sim a$.

Юк массасини ўзгартирмай, унинг бир хил вақт оралиғида қия текисликда күчишини ўлчаймиз. Ўша шартларда күчишлар нисбати тезланишлар нисбати-га тенг бўлади:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{a_1}{a_2}.$$

Юкнинг массасини ўзгартириб, брусоқнинг бир хил вақтларда күчишини ўлчаган ҳолда тажриба ўтказамиз. Тажриба натижаларидан юкнинг массаси 2 марта ортганда күчиш 2 марта ортишига ишонч ҳосил қилиш мумкин. Массани 3 марта орттириш күчишнинг 3 марта ортишига олиб келади. Демак, тезланиши жисмга қўйилган, бошика жисмлар билан мувозанатланмаган кучга тұғри пропорционал боғланган:

$$a \sim F.$$

Мувозанатланмаган кучни барча кучларнинг тенг таъсир этувчи кучи билан алмаштириб, хulosани умумлаштирамиз:

$$a \sim F_R.$$

Кўрилаётган ҳолда тенг таъсир этувчи куч:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_\kappa + \vec{F}_{\ddot{\kappa}} + \vec{F}_a + \vec{N}.$$

II Жисм массасининг тезланиш

билан боғлиқлиги. Масса – жисм инертлигининг ўлчови

Ипга осилган юкнинг массасини ўзгартирмай, худди шу тажрибани ўтказамиз. Бу брусоқка қўйилган куч ўзгармас катталиқ бўлиб қолади дегани билан бир хил.

Брусоқ массасини икки марта орттирасақ, унинг күчиши 2 марта камаяди. Массанинг 3 марта ортиши күчишнинг 3 марта камайишига олиб келади.

Жисмга таъсир этувчи кучнинг ўзгармас қийматида тезланиши жисм массасига тескари пропорционал равишда боғланган. $a \approx \frac{1}{m}$.

III Ньютоннинг иккинчи қонуни

Юқорида олинган хulosаларни бирлаштириб, Ньютоннинг иккинчи қонунини ёзамиз:

Жисмнинг тезланиши жисмга қўйилган барча кучларнинг тенг таъсир этувчисига тұғри пропорционал ва унинг массасига тескари пропорционал.

1-топширик

Тажриба натижалари бўйича тезланишнинг:
1) жисмга тқўйилган кучга;
2) жисм массасига боғлиқлиги графигини ясанг.

2-топширик

(1) формуладан кучни ва жисм массасини ҳисоблаш формулаларини олинг. Бу формулаларни ёзиш учун кўлланилган математик формулаларни ёдга тушириб таърифланг.

Жавобини айтинг

- Нима учун жисмга таъсир қилуёчи куч жисм массасига ва унинг тезланишига тұғри пропорционал деб тасдиқлаш мумкин эмас?
- Нима сабабдан жисм массаси тезланиши ва унга таъсир қилган кучга боғлиқ деб айтиши мумкин эмас?

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m}. \quad (1)$$

Масса скаляр катталиктің бүлгесінде, инерциал саноқ тизимларыда тезләнеші билан тенг таъсир этувчи күч (натижаловчи күч) бир хил бүләди $\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{F}_R$.

Динамика масалаларини ечишда Ньютоннинг иккінчи қонуунининг бундай күренишидеги ифодашдан фойдаланиш қулай бу ерда:

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n, \quad (2)$$

n – жисмга таъсир этувчи күчларнинг сони.

Ньютоннинг иккінчи қонууны динамиканың асосий тенгламасы дейилади.

Эслаб қолинг

Ньютоннинг иккінчи қонууның инерциал саноқ тизимларыда бажарилади.

Жавобини айтинг

Қандай саноқ тизимлари инерциал саноқ тизими қандай саноқ тизими эса ноинерциал саноқ тизим деб аталаади?

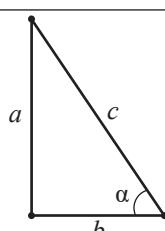
Эслаб қолинг

Динамиканың асосий тенгламасыдан фойдаланып, масалаларни ечиш алгоритми.

1. Жисмни, жисмга таъсир этувчи күчларни, тезләнеші йұналишини тасвирлаш.
2. Ньютоннинг II қонуунин вектор күренишида ёзиш (2).
3. Масала ечиш учун қулай координаталар үкіни танлаш.
4. Ньютоннинг II қонуунин танлаб олинган ўққа проекция күренишида ёзиш.
5. Ньютоннинг II қонуунин проекция ишораларини әзтиборға олиб, модушаклида ёзиш.
6. Күчларни улар боғлиқ бүлгелерге катталиклар билан алмаштириш.
7. Олинган тенгламаны (тенгламалар тизимини) номаълум катталикларға нисбатан ечиш.
8. Зарур бүлгелде кинематика формулаларини күллаш.

3-топширик

Гипотенузаның қыматига қарاب түрінде бурчаклы учбурчак катетларының қыматини ҳисоблаш формулаларини ёзинг (99-расм).



99-расм.

Әдә тушириңг! (§2)

1. Векторнинг танлаб олинган ўққа проекция сини қандай аниклаш мүмкін?
2. Проекция ишорасини қандай аниклаш мүмкін?
3. Проекцияның сон қымати қандай аникланади?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Масала. Қиялик бурчаги $\alpha = 30^\circ$, ишқаланиш коэффициенти $\mu = 0,2$ бўлса, бруск қия текислик бўйлаб қандай тезланиш билан ҳаракатланади?

Берилган:

$$\alpha = 30^\circ$$

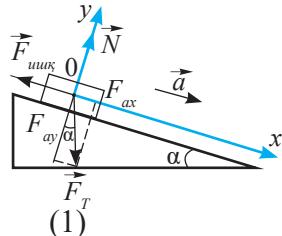
$$\mu = 0,2$$

$$a - ?$$

Ечилиши:

Жисм ишқаланиш кучи, оғирлик кучи, таянчнинг реакция кучи таъсирида тезланиш билан ҳаракатланади. Динамика нинг асосий тенгламасини ёзамиш:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{ишк} + \vec{F}_N + \vec{F}_T$$



Масалани ечиш учун кулай координаталар ўқини танлаб оламиз.

Ох ўқини жисмнинг ҳаракат йўналиши бўйича йўналтириб, саноқ бошини жисмнинг массалар маркази билан мослаштирамиз.

Ньютоннинг иккинчи қонунини танлаб олинган ўқларга проекция кўринишида ёзамиш:

$$0x: \quad ma_x = F_{ишк} + F_x + N_x \quad (2)$$

$$0y: \quad ma_y = F_{ишк} + F_y + N_y \quad (3)$$

Проекция ишораларини аниқлаб, уларни векторлар модули орқали ифодалаб, (2) ва (3) тенгламаларга қўямиз:

$$ma = -F_{ишк} + F_a \sin \alpha \quad (4)$$

$$0 = N - F_a \cos \alpha. \quad (5)$$

Олинган (4) ва (5) тенгликларга $F_{оe} = mg$ оғирлик кучини ва $F_{ишк} = \mu N$ ишқаланиш кучини ҳисоблаш формулаларини қўямиз:

$$ma = -\mu N + mgs \sin \alpha \quad (6)$$

$$0 = N - mg \cos \alpha. \quad (7)$$

(7) тенглиқдан таянчнинг реакция кучини ифодалаймиз ва (6) тенгламага қўямиз:

$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = mgs \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Тезланиш қиймати: $a = 9,8 \text{ м/с}^2 (\sin 30^\circ - 0,2 \cos 30^\circ) \approx 3,3 \text{ м/с}^2$.

Жавоби: $a = 3,3 \text{ м/с}^2$.

Текшириш саволлари

- Жисмга қўйилган куч ва тезланиш орасида қандай боғланиш бор?
- Жисмнинг массаси унинг куч таъсирида олган тезланишига қандай таъсир кўрсатади?
- Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифланг.
- Айлана бўйлаб ҳаракатланаётган жисмга айлана марказига йўналтирилган куч таъсир этади, деб айтиш мумкинми?



1. Массаси 500 т поезд текис секинланувчан ҳаракатланиб, 1 минут ичида ўз тезлигини 40 км/соатдан 28 км/соатга камайтирди. Тормозланиш қучини аниқланг. Жавобни меганьютонларда юзликкача яхлитлаб кўрсатинг.
2. Тепловоз 260 кН тортиш кучи билан 250 т таркибни горизонтал йўл қисми бўйлаб бошқаради. Агар йўлнинг ҳамма қисмида 0,1 кН ишқаланиш кучи таъсир этадиган бўлса, тепловоз таркиби ҳаракатланган тезланишни топинг. Жавобни ХБТ да кўрсатинг.
3. Пўлат оёқли чана муз сиртига 4 Н горизонтал куч тушириб, текис ҳаракатланмоқда. Чананинг муз сиртига ишқаланиш коэффициенти 0,2 га teng бўлса, чананинг массасини аниқланг. Эркин тушиш тезланишини $g = 10 \text{ m/s}^2$ деб олинг.



1. Жисмга 10 с ичида 4,9 Н куч таъсир этади. Куч таъсири натижасида тезлик ўзгариши 18 км/соат бўлса, жисмнинг массасини аниқланг.
2. Массаси 100 г моддий нуқта модуллари 10 Н бўлган учта куч таъсирида ҳаракатланмоқди. Куч векторлари битта текисликда жойлашган ва 60° ли иккита бурчак ҳосил қиласди. Нуқта қандай тезланиш билан ҳаракатланади?
3. Жисм горизонтга 30° ли бурчак остида қия текислик бўйлаб сирпамоқда. Ишқаланиш коэффициенти 0,3 га teng. Жисмнинг тезланишини топинг. $g = 10 \text{ m/s}^2$. Жавобни меганьютонларда ўнликкача яхлитлаб кўрсатинг.

16-§. Ньютоннинг учинчи қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзузи үзлаштиргаганнингизда:

- Ньютоннинг учинчи қонунини таърифлаб, уни масалалар ечишида кўллашни ўрганасиз.



Жавоби қандай?

- Нима учун қайкини бортидан итариб жойидан кўзғатиш мумкин эмас?
- Нима учун барон Мюнхазен ўзини социдан тортиб ботқоқдан чиқара олмади (100-расм)?



100-расм. 2-савол учун

I Ньютоннинг учинчи қонуни – жисмларнинг ўзаро таъсири қонуни

Хар қандай куч жисмлар таъсирилашганда гина пайдо бўлади, шу билан бирга таъсирилашувчи жисмларнинг ҳар бирига куч таъсир қилади ва улар тезланишга эга бўлади, жуфт кучлар пайдо бўлади. Ньютон жисмларнинг ўзаро таъсир қонунини таърифлади:

Таъсирга ҳар доим тенг ва қарама-қарши таъсир бўлади:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

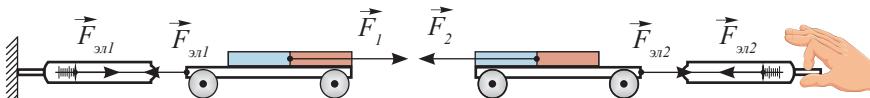
Бу муносабатлар Ньютоннинг учинчи қонуни деб аталади.

Жисмлар модуллари бўйича тенг ва йўналишлари бўйича қарама-қарши кучлар билан ўзаро таъсирилашади.

II Ньютоннинг учинчи қонунини тажрибада текшириш

Ньютоннинг учинчи қонунини тажрибада текшириш учун соддагина тажриба ўтказиш кифоя.

Ньютоннинг учинчи қонуни жисмлар бир-бирига текканда пайдо бўладиган кучлар учун ҳам, шунингдек масофадан таъсир этувчи кучлар учун ҳам бажарилади. Динамометр уланган иккита аравачага магнит қўйиб, уларнинг ўзаро таъсир кучларини таққослаймиз. Турли масофадаги магнитлар ўзаро таъсирилашганда, динамометрларнинг кўрсаткичлари ўзгариб туради, бироқ уларнинг қийматлари ўзаро тенг бўлади (101-расм). Демак, магнитлар ўзаро тенг кучлар билан таъсирилашади.



101-расм. Доимий магнитларнинг ўзаро таъсир кучлари тенг



Эксперимент

Иккита динамометрни илмоқ билан улаб тортинг. Уларнинг кўрсаткичлари бир хил қийматларни кўрсатишига ишонч ҳосил қилинг. Кучлар қарама-қарши йўналган деб айтиш мумкинми? Ўтказилган тажриба натижасини холосаланг.

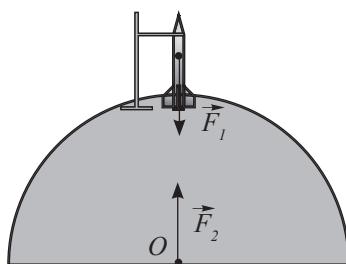
III Жисмларнинг ўзаро таъсир кучларини тасвирлаш

Ньютоннинг учинчи қонунини тўғри талқин қилиш учун, жисмларнинг ўзаро таъсирининг баъзи хусусиятларини айтиб ўтамиш.

Ўзаро таъсир кучлари – турли жисмларга қўйилган, бир тўғри чизик бўйлаб таъсир этувчи бир хил табиатли кучлар.

Жисмларнинг ўзаро таъсир кучларининг хусусиятларини билиш уларни ҳеч қийналмасдан тасвирлашга имкон беради.

Мисол кўриб чиқамиз: Ер космик кемани $F_1 = mg$ га teng ва вертикал пастига Ер марказига йўналган оғирлик кучи билан тортади (102-расм).



102-расм. Ер сайдерасиниг космик кема билан ўзаро таъсир кучи

Акс таъсир кучини Ерга, унинг массалар марказига туширамиз. Кучлар бир тўғри чизик бўйлаб қарама-қарши йўналишда таъсир этади. Демак, кучни вертикал юқорига йўналтирамиз. Унинг ҳам табиати шундай, яъни тортишиш кучи бўлади. Учинчи қонунга асоссан, $F_2 = F_1 = mg$ гатенг.

Агар космик кеманинг ва таянч сифатда Ер сиртининг ўзаро тасирини кўриб чиқсан, у холда ўзаро таъсир кучлари бошқача бўлади.

Кеманинг таянчга бўлган кучи *оғирлик* деб аталади. Жисмнинг оғирлиги таянчга туширилган ва пастига йўналган. У пайдо бўлиш табиати жиҳатидан электромагнит бўлгани учун, бундай куч жуфтининг табиати ҳам шундай бўлиши керак. Таянчнинг жисмга таъсир кучи – таянчнинг

1-топшириқ

- 1) Стол ва унинг сиртида ётган китобнинг;
- 2) Ер ван Ойнинг;
- 3) қандил ва османинг;
- 4) яхмалақдан сирпаниб тушаётган чананинг ўзаро таъсир кучларини график равишда тасвирланг.

Жавобини айтинг

1. Нима учун «Арқон тортиш» ўйинида Ньютоннинг учинчи қонунига қарамасдан ғолиблар бўлади?
2. Ўзаро таъсир кучлари тенг бўлса, нима сабабдан араев отни эмас, от аравани тортади?
3. Массалари турлича бўлган шарлар тўқнашганда нима учун массаси кам шар узоқроққа салчайди?
4. Нима учун икки жисмнинг ўзаро таъсир кучлари ўзаро мувозанатланмайди?
5. Нима учун Ньютоннинг учинчи қонунида таянчнинг реакция кучи оғирлик кучининг жуфти бўла олмайди?

реакция кучи деб аталади. У ҳам түгри чизик бўйлаб таъсир этади, қарама-қарши йўналган ва модули бўйича оғирликка тенг (103-расм).

IV Ўзаро таъсирашувчи жисмлар тезланишларининг нисбати

Инсон ва Ернинг ўзаро таъсирини кўриб чиқамиз. Ньютоннинг учинчи қонунига асосан уларнинг ўзаро таъсир кучлари тенг. У ҳолда нима учун биз сакраганимизда Ерни орқамидан ҳаракатланишга мажбур қила олмаймиз ва унинг сиртига қулаймиз? Бу саволнинг жавобини биз Ньютоннинг иккинчи қонунидан топамиз. Ўзаро таъсир кучларини жисмнинг тезланиши ва массаси орқали ифодалаймиз:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2.$$

Олинган ифодадан:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}.$$

Жисмларнинг ўзаро таъсиридаги тезланишлари уларнинг массаларига тескари пропорционал.

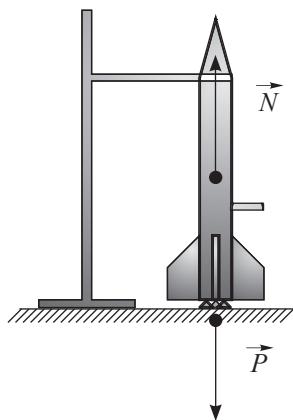
Ернинг массаси инсон массасидан неча марта катта бўлса, унинг инсон билан ўзаро таъсири вақтидаги тезланиши шунча марта кичик бўлади.

V Боғланган жисмлар тизимишинг ички кучлари

Бир жисм ёки боғланган жисмлар тизимишинг қисмлари ўзаро таъсираша олади. Турли қурилмалар, дастгоҳларнинг қисмлари ўзаро таъсирашади.

Бир жисмнинг ёки боғланган жисмлар тизими қисмларининг ўзаро таъсира кучлари ички кучлар деб аталади.

Ички кучлар жисмни ҳаракатга келтира олмайди. Атлет акробатли номерларни бажаришда ўз шеригини осонгина кўтариши мумкин, аммо у ўзини ҳеч қачон кўтара олмайди.



103-расм. Космик кеманинг таянч – Ер сирти билан ўзаро таъсира кучлари

2-топширик

Массаси 60 кг одам сакраб, Ер билан ўзаро таъсирашгандағи Ернинг тезланишини аниқланг.
Ернинг массасини $6 \cdot 10^{24}\text{ кг}$, эркин тушиш тезланишини

- 10 м/с^2 деб олинг.

Бу қизиқ!

1. Автомобилни қандай куч ҳаракатга келтиради деб ўйлайсиз? Двигателнинг тортиш кучими ёки тинч ҳолатининг ишқаланиш кучи?
2. Одам қандай юради?

3-топширик

Ньютоннинг учинчи қонунига суюнган ҳолда жисмлар ҳаракатининг бошланиши учун зарур куч – тинч ҳолатнинг ишқаланиш кучи эканини исботланг. Бу кучнинг юриб келаётган киши учун йўналишини кўрсатинг.

Ньютоннинг учинчи қонунига мувофиқ бир жисм қисмларининг ўзаро таъсири да шу жисмга тегишли кучлар пайдо бўлади. Улар бир-бирини мувозанатлади ва бошқа жисмларга нисбатан ҳаракатланмайди.



Дикқат қилинг!

Икки жисмнинг ўзаро таъсир кучлари сон қиймати жиҳатидан teng, йўналиши жиҳатидан қарама-қарши, бироқ бир-бирини компенсацияламайди.

Бир жисмга қўйилган сон қийматлари teng, йўналишлари қарама-қарши кучларнинг йигиндиси нолга teng.



4-тотшириқ

Ньютоннинг III қонунининг ҳаётда, табиатда, техникада, турмушда қўлланишига З та мисол келтиринг.

Бу қизиқ!

Технология тарихида ихтирочилар Ньютоннинг иккинчи қонунини назарга олмаганликларидан вужудга келган воқеа қайд қилинган. Қонунни биринчи вертолетни (геликоптер) синаш пайтидан гина ёдга туширишган. Пропеллер ўнгдан чапга қараб айланадиган бўлган и учун, вертолет корпуси қарама-қарши томонга чапдан ўнгга қараб айлана бошлаган. Вертолет каруселга айланаб, унга бирор бир учувчи ўтиришга рози бўлмаган Бу камчилик вертолетга қарама-қарши томонга айланадиган иккита пропеллер ўрнатиш орқали тузатилди. (104-расм). Корпуснинг айланиши тўхтади, сабаби икки винтнинг ҳаракати ўзаро бир-бирини компенсациялади, юкорига йўналган кўтариш кучи эса сақланди.



104-расм. Вертолёттинг учшии

Текшириш саволлари

1. Ньютоннинг III қонунини таърифланг.
2. Ньютоннинг III қонунининг бажарилишини тажрибада қандай текшириш мумкин?
3. Ўзаро таъсиrlашувчи жисмларнинг тезликлари ва массаларининг нисбати қандай?
4. Ички кучлар боғланган жисмлар тизимини ҳаракатга келтира оладими? Нима учун?
5. Автомобиль тиркама(прицеп)ни тортади. Ньютоннинг III қонунига кўра тиркамани тортиш кучи тиркама автомобилга таъсир этадиган кучга teng. Нима учун тиркама автомобилнинг орқасидан ҳаракатланади?



1. Марат ва Асхат арқонни қарама-қарши йўналишда ҳар бири 50 Н куч билан тортмоқда. Агар арқон 80 Н таранглик кучга бардош берса, у узилиб кетадими?
2. Автомобилдан юқ туширган Элёр 60 Н дан кам бўлмаган куч билан таъсир этса, битта қутини жойидан силжитиш мумкинлигини аниқлади. Пол билан қути орасидаги ишқаланиш кучи 0,3 бўлса, қутининг полга туширган кучини аниқланг.



1. Расмда: а) велосипед ғилдираги билан йўл сиртнинг; б) Қуёш билан Марснинг в) кўл тубида ётган тош билан сувнинг ўзаро таъсир кучларини тасвиirlанг.
2. Қурувчи вертикал деворга ёғоч брускни тираб турибди. Агар деворнинг реакция кучи 5 Н бўлса, қурувчи брускка қандай куч билан таъсир кўрсатади?
3. Массалари мос равишда 40 кг ва 50 кг бўлган Марат ва Асхат конъкида муз сиртида турибди. Марат Асхатдан 10 Н куч билан итарилди. Болалар қандай тезликка эришадилар?

Ижодий топшириқлар

Агар бир вақтда Ер юзининг барча аҳолиси $1 \text{ м}/\text{s}^2$ тезланиш билан ҳаракатлана бошласа, Ернинг айланиш тезлигини ўзгартириш мумкинлигини текширинг. Агар барча уй ҳайвонлари ва ёввойи ҳайвонлар бир йўналишда ҳаракатлана бошласа-чи?

17-§. Бутун олам тортишиш кучи

Кутиладиган натижаба

Ушбу мавзуны ўзлаштирғандан:

- бутун олам тортишиш қонунини таърифлашни ва ундан масалалар ечишида фойдаланишини ўрганасиз.

Эксперимент

Қоғоз шарни горизонтал йўналишда ташланг. Бошлангич тезлик учиш масофасига таъсир этадими? Шар ҳаракатини эркин тушиш деб ҳисоблаш мумкини? Қандай ҳолда шар Ер сиртига қуламайди?

Жавобини айтинг

1. Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракати эркин тушишига мисол бўла оладими?
2. Нима учун Ой Ерга қуламайди?
3. Нима учун оғир ва енгил моддалар бир пайтда қулайди?

1-топшириқ

Мавзунинг III бандидаги маълумотлардан фойдаланиб, Ойнинг ҳаракат тезланишини аниқланг. Олинган натижани эркин тушиш тезланиши билан таққосланг. Ойнинг тезланиши тахминан 3600 марта кичик эканлигига ишонч ҳосил қилинг.

I Жисмларнинг бутун олам тортишиш қонуни таъсирида эркин тушиши

И. Ньютоннинг бутун олам тортиш қонунининг кашф қилиниши бундай мулоқазаларга асосланган «Горизонтал отилган тош оғирлик кучи таъсирида тўғри чизиқли йўналишидан оғиб, эгри чизиқли траектория чизиб, Ерга тушади. Агар тош катта тезлик билан отилган бўлса, унинг тушиши масофаси ортади» Тезликнинг маълум бир қийматида тош траекторияси эгрилигига боғлиқ ҳолда Ерга тушмай ер йўлдошлари каби Ер атрофида ҳаракатланган бўлар эди. Ньютон бундай холосага келади.

Ойнинг Ер атрофидаги ва сайёralарнинг Қуёш атрофидаги ҳаракати бутун олам тортишиш кучи таъсирида юз берадиган эркин тушиши бўлиб ҳисобланади.

II Тортишиш кучининг массага боғлиқлиги

Ер сиртида барча жисмлар массаларига боғлиқ бўлмаган ҳолда $9,8 \text{ м/с}^2$ тезланиш билан тушади. Бу фақат жисмнинг Ер билан ўзаро таъсир кучи жисм массасига боғлиқ бўлганда гина бажарилади. Бунда массанинг икки марта ортиши кучнинг ҳам икки марта ортишига олиб келиб, кучнинг массага нисбати билан аниқланадиган тезланиш ўзгаришсиз қолаверади:

$$a = \frac{2F}{2m} = \frac{F}{m}$$

Ньютоннинг учинчи қонунига кўра ўзаро таъсирга икки жисм қатнашади, уларнинг ўзаро таъсир кучлари teng, мос равища тортишиш кучи икки жисмнинг массасига пропорционал бўлиши керак:

$$F \sim m_1 m_2.$$

III Тортишиш кучининг жисмлар орасидаги масофага боғлиқлиги

Табиатнинг ўзи Ньютон фаразларини текширишга қуляй шароит яратди. Ер сиртидаги жисмларнинг эркин тушиши ёки Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракати сабабини Ньютон Ернинг тортиш кучининг таъсири деб тасдиқлади.

Ой Ер атрофида айлана бўйлаб ҳаракатла-
нади, деб ҳисобласак, унинг тезланишини ҳи-
соблаш қийин эмас.

$$a_{\text{оü}} = \frac{4\pi^2}{T^2} R_{\text{ep}},$$

бу ерда T – Ойнинг Ер атрофида айланиш даври,
 $T = 27$ сутка 7 соат 43 мин $= 2,4 \cdot 10^6$ с, R – 60 Ер
радиусига тенг Ой радиуси, $R_{\text{ep}} = 6,4 \cdot 10^6$ м.

Ойнинг тезланиши Ер сиртидаги эркин
тушиш тезланишидан қарийб $3600 = 60^2$ марта
кичик. Бу тезланиш масофанинг квадратига
тескари пропорционал эканлигини исботлайди:

$$a \sim \frac{1}{R^2}$$

Ньютоннинг иккинчи қонуни асосида $a \sim F$,
у ҳолда:

$$F \sim \frac{1}{R^2}$$

Жисмларнинг ўзаро таъсир кучи улар ораси-
даги масофага тескари пропорционал.

IV Бутун олам тортишиш қонуни.

Гравитацион доимий

Олинган натижаларни бирлаштириб, Ньютон
1687 йили бутун олам тортишиш қонунини таъ-
рифлади:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

G – пропорционаллик коэффициенти ёки грави-
тацион доимий.

Гравитацион доимий бир-биридан 1 м масо-
фада жойлашган массалари 1 кг бўлган икки
жисм қандай куч билан ўзаро таъсир этишини
кўрсатади.

Гравитацион кучлар марказий бўлиб, улар ўзаро таъсилашувчи жисмларнинг массалари марказига қўйилиб, шу нукталарни туташтирувчи тўғри
чизиқ бўйлаб йўналган бўлади (105-расм).

Ер ва жисм таъсирлашгандаги бутун олам тортишиш кучи $F = G \frac{Mm}{R_{\text{ж}}^2}$ ни
оғирлик кучи $F = mg$ билан таққослаймиз.



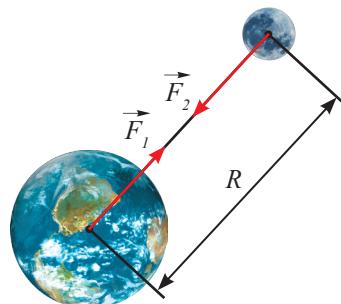
Жавобини айтинг

- Нима учун Ойдаги эркин тушшиш тезланиши Ер сиртидаги эркин тушшиш тезланишидан кичик?
- Нима учун жисмларнинг Ер сиртидаги эркин тушшиши уларнинг массаларига боғлиқ эмас?
- Нима учун Ер сиртида жисмларнинг тортишиш кучи билан таъсирлашишини кузата олмаймиз?



2-топшириқ

Гравитация майдони
кучланганлиги билан эркин
тушиш тезланиши тенг
еканлигини исботланг.



105-расм. Гравитацион
кучлар ўзаро таъсилашувчи
жисмларнинг массалар марказига
қўйилган

Бу табиатига кўра биргина куч бўлиб хисобланади. Демак:

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

g – Ер сиртидаги эркин тушиш тезланиши, M – Ернинг массаси, R – Ернинг радиуси.



Эслаб қолинг!

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot m^2}{kg^2}$$

Барча жисмлар бир-бирига улар массаларининг кўпайтмасига тўғри пропорционал ва улар орасидаги масофанинг квадратига тескари пропорционал бўлган куч билан тортилади.



Эслаб қолинг!

Бутун олам тортишии қонунининг қўлланилиши чегалари

Қонунни қўллаши мумкин:

- моддий нукталар учун;
- шар шаклидаги жисмлар учун;
- ўлчамлари шар ўлчамидан бир неча марта кичик жисмлар билан таъсирашувчи катта радиусли шар учун.

Қонунни қўллаши мумкин эмас:

- чексиз ўзак ва шарнинг ўзаро таъсири учун;
- жисмлар ва чексиз текислик учун.

V Масса – гравитация ўлчови

Эркин тушиши тезланиши сайёра (коинот жисманинг) массасига тўғри пропорционал. Жисмдан узоқлашганда тезланиши масофанинг квадратига пропорционал равиида камаяди. Олинган боғлиқлик массаси ва ўлчамлари маълум бўлган шароитда ҳар қандай осмон жисми сиртидаги эркин тушиш тезланишини аниқлашга имкон беради.

Хисоблашлар натижасида эркин тушиш тезланиши Юпитер учун $g \approx 25 \text{ м/с}^2$, Ой учун $g \approx 1,67 \text{ м/с}^2$ га teng. Олинган натижалардан Юпитернинг гравитация майдони Ернинг гравитация майдонидан 2,5 марта ортиқ, Ойда эса Ерга нисбатан 6 марта кам экани келиб чиқади. Майдон таъсири осмон жисмларининг массасига боғлиқ, демак, масса – гравитация ўлчовидир.



Эслаб қолинг!

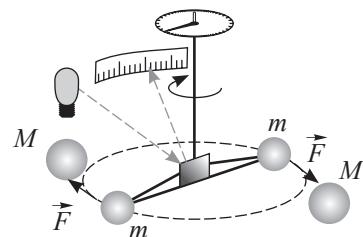
Ньютон қонунлари фақат инерциал саноқ тизимларидагина таъсири қилади.



Бу қизиқ!

Гравитацион доимийни дастлаб тажриба йўли билан 1798 йили инглиз олими Генри Кавендиш аниқлаган. У бу катталикни аниқлаш учун бурاما тарозини қўллади. Кулон кучларига қараганда бу тажрибанинг қийинчилиги гравитация кучларининг жуда заифлигига эди.

Тажриба учун кўзгули қайтаргичи бўлган жуда ҳам сезир бурاما тарозилар керак бўлди (106-расм). Кавендиш маълум массали шарларнинг ўзаро таъсири кучини пружинанинг айланиш бурчаги орқали аниқлаб, гравитацион доимийни хисоблаб чиқди.



106-расм. Кўзгули қайтаргичи бўлган бурاما тарози



Мұхым ахбарот

Массага эга хар қандай жисм атрофида гравитацион майдон пайдо бўлади. Турли жисмларнинг майдонлари бир-биридан майдон кучланганлиги билан фарқ қилади:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{m_G}, \text{ } E - \text{гравитацион майдон қучланганлиги};$$

m_G – жисмнинг гравитация массаси – майдон манбаи.



3-төпшириқ

Массаси 60 кг одамнинг массалар марказидан 1 м масофадаги гравитацион майдони кучланганлигини аниқланг. Натижани Ер атрофидаги гравитацион майдон кучланганлиги билан таққосланг.



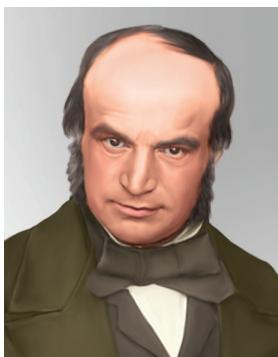
4-төпшириқ

Ер марказидан $2R_{ep}$, $3R_{ep}$, $4R_{ep}$, $5R_{ep}$, $6R_{ep}$ масофада жойлашган жисмларнинг тезланишини аниқланг. Эркин тушиб тезланишининг масофага боғлиқлигини график равишда тасвирланг.



Мұхым ахбарот

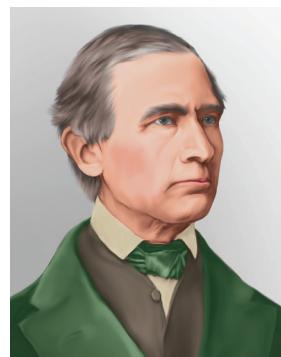
1843 йили инглиз олими Жон Каул Адамс 8-сайёранинг ички орбитасини ҳисоблаб чиқди. Бу сайёранинг мавжудлиги ҳакидаги тахминларга Уран орбитасидаги ўзгаришлар сабаб бўлди. Француз математиги Урбен Леверье 1845–1846 йиллари Адамсдан алоҳида ўз ҳисоблашларини олиб бориб, Берлин обсерваториясининг астрономи Иоганн Готтфрид Галлени сайёрани излаштириш билан шуғулланишга кўндириди. Нептун 1846 йили 23 сентябрда Леверье тахмин қилган координаталардан 1° чегарасида аниқланди. Нептун сайёрасининг аниқланиши астрономиядаги барча ҳисоблашлар асосланган Кеплер ва Ньютон қонунларининг тўғри эканлигини исботлади.



Жон Адамс



Урбен Леверье



Иоганн Галле

Текшириш саволлари

1. Тортишиш кучи жисмасига қандай боғланган? Жисмлар орасидаги масофага-чи?
2. Бутун олам тортишиш қонунини таърифланг.

- Гравитацион доимийни тажрибада аниқлаган ким? У нимага тенг?
- Гравитацион майдоннинг куч тавсифи қандай?
- Гравитацион майдон кучланганлиги билан массалар марказидан бўлган масофа орасида қандай боғланиш мавжуд?



Машқ

17

- Ер сиртидан қандай масофада космик кемага таъсир этувчи тортиш кучи Ер сиртига қараганда 100 марта кам бўлади?
- Ер сиртидан 600 км узоқликда жойлашган массаси 1 кг жисмга таъсир этувчи кучни аниқланг. Ернинг радиуси 6400 км, массаси $6 \cdot 10^{24}$ кг, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$.
- Венеранинг ўргача зичлиги $5200 \text{ кг}/\text{м}^3$, радиуси 6100 км. Венера сиртидаги эркин тушиш тезланишини аниқланг.



Машқ

17

- Ҳар бирининг массаси 10 000 т, бир-биридан 100 м узоқликда жойлашган икки кеманинг тортишиш кучини аниқланг.
- Марснинг радиуси Ер радиусининг 0,53 қисмини ташкил қиласи. Ер сиртидаги эркин тушиш тезланиши маълум бўлса, Марсдаги эркин тушиш тезланишини аниқланг.
- Марс сиртидан $0,5R_M$, R_M , $1,5R_M$, $2R_M$ масофадаги гравитацион майдон кучланганлигини ҳисобланг. Олинган боғланиш графигини Ернинг эркин тушиш тезланишининг масофага боғлиқлиги графиги билан таққосланг.

Ижодий топшириқ

- Қуёш ва Қуёш тизими сайёralари майдонларининг кучланганлигини ҳисобланг. Керакли маълумотларни адабиётлардан олинг. Олинган натижаларни қиёсий таҳлил қилинг.
- Г. Кавендиш ҳақида ахборот тайёрланг.

18-§. Жисмнинг оғирлиги, вазнисизлик

Кутіладиган натижа

Ушбу мәзүзуни үзлаштырганданда:

- тезланиш билан ҳаракатланыптаған жисмнинг оғирлигини аниқтай оласыз;
- вазнисизлик ҳолатини тушунтира оласыз.



Жағобиниң айтинг

Нима учун лифт күтарилип бўлганда ва эндигина күтарила бошлагандада танада енгилилик ҳис қилинади?

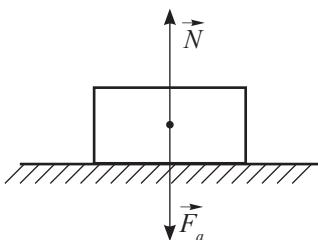


Ёдга тушириңг!

Қандай ҳолларда ана шундай ҳолатни ҳис қиласиз?

I Тинч турган жисмнинг, тўғри чизикли ва текис ҳаракатланган жисмнинг оғирлиги

Горизонтал таянчда жойлашган жисмга оғирлик кучи ва таянчнинг реакция кучи таъсир қилади (107-расм).



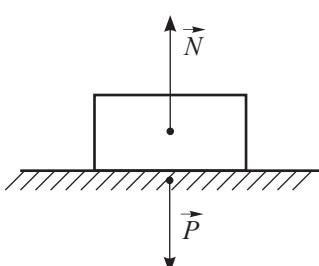
107-расм. Таянчнинг реакция кучи оғирлик кучи таъсирида мувозанатлашади

Агар жисм ва таянч тинч ҳолатда ёки тўғри чизикли ва текис ҳаракатланыптаған бўлса, бу кучларнинг таъсири мувозанатланганлигини билдиради. Кучлар қийматлари жиҳатидан тенг:

$$N = F_a = mg$$

Жисмнинг оғирлигини аниқлаш учун Ньютоннинг учинчи қонунидан фойдаланамиз.

Жисмнинг оғирлиги – жисмнинг Ерга тортилиши натижасида таянчга ёки осмага таъсир этувчи куч.



108-расм. Жисмларнинг ўзаро таъсир кучлари тенг

Жисмнинг оғирлиги жисмнинг таянч билан ўзаро таъсиридаги деформация натижасидир. Бу кучнинг жуфти таянчнинг деформацияси натижасида пайдо бўлган таянчнинг реакция кучи бўлиб ҳисобланади. Иккала куч ҳам бир хил табиатга эга, турли жисмларга қўйилган ва бир тўғри чизик бўйлаб бир-бирига қарама-қарши йўналишда таъсир этади (108-расм). Ньютоннинг учинчи қонунига асосан улар ўзаро тенг:

$$P = N = mg$$

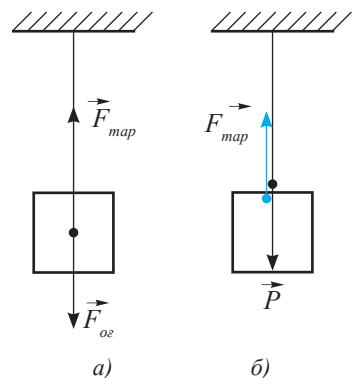


1-топшириқ

109 а) ва б) расмларга қаранг. Жисмларга қандай күчлар қўйилган? Нима учун? а) расмга Ньютоннинг I қонунини б) расмга эса III қонунини қўллаш мумкин?

Жисм осма билан бирга
а) тинч ҳолатда бўлганда

б) вертикал юқорига ёки пастга ҳаракатланганда күчлар-
нинг нисбати тўғрисида нима айтиш мумкин?

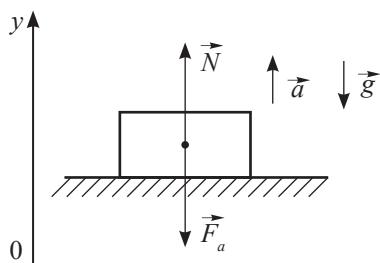


109-расм 1-топшириқ учун

II Жисм оғирлигининг ортиши.

Ортиқча юкланиш

Жисм ва унинг таянчининг тезланиши ҳаракатида, уларнинг деформацияланиш даражаси ўзгаради, шунга мос равишда ўзаро таъсир кути ҳам ўзгаради. Жисмнинг тезланиши эркин тушиш тезланишига қарама-қарши йўналган ҳолдаги жисмнинг оғирлигини аниқлаймиз (110-расм).



110-расм. Тезланиши қарама-қарши йўналган, жисмнинг оғирлиги
ортади

Бу жисмнинг тезланиши юқорига қўтарилиши ёки секинланувчан пастга тушишига мос келадиган ҳол.

Ўша ҳол учун Ньютоннинг иккинчи қонунини ёзамиз. Жисм оғирлик кути ва таянчининг реакция кути таъсирида тезланиш билан ҳаракатланади:

$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F}_{oz}$$

Тенгламанинг $0y$ ўқига проекцияси:

$$ma_y = N_y + F_{ay}$$

Проекция ишораларини ҳисобга олиб, бундай тенгликни ҳосил қиласиз:

$$ma = N - F_{oz}$$



Эслаб қолинг!

Агар жисм таянч ёки осма билан бирга тинч ҳолатда бўлса ёки тўғри чизиқли текис ҳаракатлансанса, жисмнинг оғирлиги оғирлик кучига teng бўлади.



Эксперимент

Динамометрга юқ илиб, унинг оғирлигини аниқланг. Юқ кескин вертикал юқорига ҳаракатланганда динамометр кўрсаткичларини кузатинг. Динамометри кескин пастга тушириб, бажарган таҳрибангизни тақоррланг. Натижаларни таққослаб, хulosсангизни ёзинг.



Дикқат қилинг!

Жисмнинг эркин тушишида оғирлик кути йўқолмайди, масса ўзгармас катталик бўлиб қолаверади.

Таянчнинг жисмга таъсир этувчи кучи:

$$N = ma + F_{oe} = ma + mg$$

$$N = m(g + a)$$

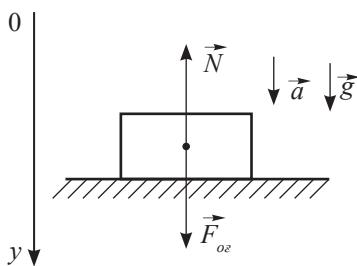
Ньютоннинг учинчи қонунига асосан $P = N$, демак:

$$P = m(g + a)$$

Агар жисм таянч билан бирга (a) тезланиши билан вертикаль юқорига ҳаракатланса, унинг оғирлиги тинч ҳолатдаги жисм оғирлигидан катта бўлади.

III Жисм оғирлигининг камайиши. Вазнсизлик

Жисм эркин тушиш тезланиши билан бир хил йўналишда тезланишли ҳаракат қиласидиган ҳолни кўриб чиқамиз (III-расм). Бу шартларда жисм таянч билан бирга тезланиш билан пастга тушади ёки секинланувчан юқорига кўтарилади.



III-расм. Тезланишлар бир хил йўналган, жисмнинг оғирлиги камаяди

Агар жисм таянч билан бирга a тезланиши билан вертикаль пастга ҳаракатланса, унинг оғирлиги тичликдаги жисмнинг оғирлигидан кичик бўлади.

Жисмнинг оғирлиги 0 га teng бўладиган ҳолати вазнсизлик деб аталади.

Мұхим ахборот

Тезланувчан ҳаракатни юзага келтирган оғирликтин ортиши ортиқча юкланиш деб аталади. Ортиқча юкланишини к ҳарфи билан белгилаймиз, у холда:

$$k = \frac{P}{P_0}$$

$$k = \frac{m(g + a)}{mg}$$

$$k = \frac{g + a}{g}$$

$$k = 1 + \frac{a}{g}$$

10 марта ортиқ ортиқча юкланишда жисм эркин тушиш тезланишидан 9 марта катта тезланиш билан ҳарактланади.

2-топширик

111-расмни, Ньютоннинг II ва III қонунларидан фойдаланиб, жисмнинг массаси $P = m(g - a)$ тенг эканини исботланг.

Бу қизиқ!

Эркин тушишда жисм эркин тушиш тезланишига тенг тезланиш билан $a = g$ ҳарактланади, бу пайтда жисм вазнсизлик ҳолатида бўлади:

$$P = m(g - a) = m(g - g) = 0$$



Жавобини айтинг

- Нима учун Ернинг сунъий йўлдошидаги фазогир вазнсизлик ҳолатида бўлади?
- Нима сабабдан вазнсизлик ҳолатида фазогирнинг оғирлиси нолга teng, оғирлик кучи эса нолга teng бўлмайди?
- Нима учун фазогирлар билан учувчиларни ортиқча юкланишга тайёрлаш тренажерлари центрифугалардан иборат?



112-расм. Центрифуга кўринишидаги тренажер

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Масала. 1000 т массали жисмнинг қутбдаги ва экватордаги оғирлигини аниқланг. Ернинг радиуси 6400 км.

Берилган: **ХБЖ**

$$m = 1000 \text{ т} \quad 10^6 \text{ кг}$$

$$R_{\text{ж}} = 6400 \text{ км} \quad 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$$

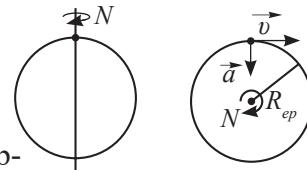
$$P_1 - ?$$

$$P_2 - ?$$

Ечилиши:

Жисмнинг айланиш радиуси кутбда нолга тенг, экваторда Ер радиусига тенг.

Демак, кутбда жисмнинг оғирлиги оғирлик кучига тенг:



$P_1 = mg$. Экваторда жисм оғирлиги кичик бўлади: $P_2 = m(g - a)$. Сабаби марказга интилма тезланиш эркин тушиш тезланиши билан йўналишдош. Масаланинг шартига кўра Ер радиусининг ўзгаришини ҳисобга олмаймиз, экваторда ҳам, кутбда ҳам $g = 9,81 \text{ м/с}^2$. Экватордаги жисмнинг ўз ўқи атрофида айланиш тезланиши ушбу формула билан аниқланади:

$$a = \frac{4\pi^2 R_{ep}}{T^2}, T = 24 \text{ соат} = 86400 \text{ с}. \text{ Бунда: } P_2 = m \left(g - \frac{4\pi^2 R_{ep}}{T^2} \right)$$

$$\text{Ҳисоблашларни бажарамиз: } P_1 = 10^6 \text{ кг} \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9,81 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

$$P_2 = 10^6 \text{ кг} \left(9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}}{8,64^2 \cdot 10^8 \text{ с}^2} \right) = 9,77 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

Жавоби: 9,81 МН; 9,77 МН

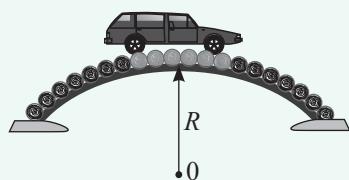
Текшириш саволлари

- Ушбу шартларнинг бажарилишини кўрсатинг: а) жисмнинг оғирлиги оғирлик кучига тенглашади; б) жисмнинг оғирлиги ортади; в) жисмнинг оғирлиги камаяди; б) жисм вазнсиз ҳолатда бўлади.
- Ортиқча юкланиш нима?

★ Машқ

18

- Қавариқ кўпридан ўтган автомобиль оғирлиги $P = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right)$ бўлишини исботланг (113-расм).
- Космик кема 5 м/с^2 тезланиш билан вертикаль юқорига.



113-расм. Қавариқ кўпридан
ҳаракатланганда жисмнинг оғирлиги
камаяди

ҳаракатланмоқда. Космонавтнинг массаси 75 кг бўлса, оғирлиги қандай бўлишини аниқланг $g = 10 \frac{M}{c^2}$.

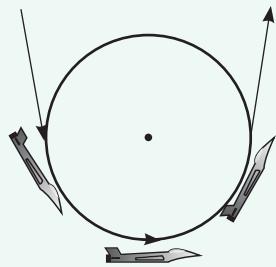
- Массаси 3 т автомобиль 36 км/соат тезлик билан кўприкдан ўтганда, кўприк автомобиль оғирлигидан 50 м радиусли ёй ҳосил қилиб, эгилади. Автомобилнинг кўприк ўртасидаги нуқтага бўлган босим кучини аниқланг. $g = 10 \frac{M}{c^2}$. Жавобни килоњютонларда ва ўнликларгача яхлитлаб беринг.



Машқ

18

- Самолёт пастга қараб учишдан чиқиш вақтида траекториянинг пастки нуқтасида учувчи $P = m(g + \frac{v^2}{R})$ ортиқча юкланиш сезишини исботланг (114-расм).
- Космик кема 8,38 м/с² ўзгармас тезланиш (Ойга нисбатан) билан вертикал йўналишда секинланувчан ҳаракатланиб, Ойга қўнади. Шу кемадаги массаси 70 кг косманавтнинг оғирлиги қандай?
- Эгрилик радиуси 40 м қавариқ кўприк орқали массаси 2 т бўлган автобус 36 км/ соат тезлик билан ҳаракатланди. Кўприкнинг юкориги нуқтасига автобус кўрсатган босим кучини топинг. $g = 10 \frac{M}{c^2}$ деб олиб, жавобингизни килоњютонларда ифодаланг.



114-расм. Траекториянинг пастки нуқтасида жасмининг оғирлиги ортади

Экспериметал топшириқ

Ерда турадиган тарозидан фойдаланиб, лифт ҳаракатининг бошланғич пайдаги, унинг кўтарилиш пайдаги ва тормозланиш вақтидаги ўз оғирлигинизни аниқланг.

Шундай ўлчашларни лифтнинг тушишида ҳам бажаринг. Ўлчашлар натижаси бўйича лифтнинг ортиқча юкланишини ва тезланишини топинг. Йўлнинг қандай қисмида лифтнинг ҳаракати текис ҳаракат бўлишини аниқланг.

19-§. Жисмларнинг оғирлик кучи таъсиридаги ҳаракати. Ернинг сунъий йўлдошлари ҳаракати

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирғандан:

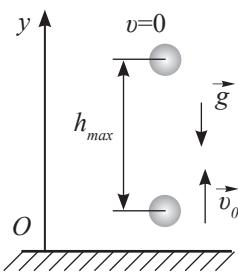
- масала ечишда биринчи космик тезлик формуласини кўплай оласиз;
- космик аппаратлар орбиталарининг ўзига хос хусусиятларини таққослайсиз;
- тортишиши майдонидаги жисмнинг ҳаракат параметрларини ҳисоблай оласиз.

Жавобини айтинг

1. Нима учун эркин тушган жисм вазнсизлик ҳолатида бўлади?
2. ЕСЙ эркин тушади деб масдиқлаш мумкинми?

1-топширик

1. Эркин тушиш формуласини ёдга тушириб, дафтарингизга ёзинг,
2. v_0 бошланғич тезлик билан отилган жисм учун тезланиш ва тезликнинг йўналишлари кўрсатилган расмни чизинг. Ҳисоблашлар учун кўлай ўқни танлаб олинг.



115-расм. Оғирлик кучи таъсирида жисмнинг вертикаль ҳаракати

Эркин тушган жисмнинг траекторияси унинг бошланғич тезлиги катталиги ва йўналишига боғлиқ.

Тезликни, кўчишни, йўлни ва жисмнинг координаталарини аниқлашга доир масалаларни ечиш усулини танлаш бошланғич шартларга боғлиқ бўлади. Жисм Ерга яқин жойлашган ва $g = \text{const}$ бўлган ҳолни кўриб чиқамиз.

I Жисмнинг эркин тушиш тезланиши билан вертикаль бўйлаб ҳаракати

Жисмнинг вертикаль ҳаракатида тезланиш ва тезлик тўғри чизик бўйлаб йўналади (115-расм). Жисмнинг ҳаракати юқорига қараб секинланувчан, пастга қараб тезланувчан бўлади. Бундай ҳолда $0y$ ўқини жисм ҳаракатининг йўналишида йўналтириб, ҳисоблашлар текис ўзгарувчан ҳаракат формулалари ёрдамида олиб борилади.

II Горизонтал отилган жисмнинг ҳаракати

Агар жисм горизонтал равишда улоқтирилса, жисмнинг ҳаракати $0x$ ва $0y$ ўқларига нисбатан қаралади (116-расм). Ҳаво қаршилигини эътиборга олмаган ҳолда, $0x$ ўқидаги тезлик ўзгармас катталик бўлиб қолади. l учиш узоқлиги ва x координата текис ҳаракат формулалари орқали аниқланади:

$$l = v_{0x} t \quad (1)$$

$$\text{ва} \quad x = x_0 + l \quad (2)$$

Жисмнинг учиш вақти жисмнинг Ер сиртидаги баландлигига боғлиқ бўлган тушиш вақти орқали аниқланади:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3)$$

Бошланғич тезликнинг θ ўқи бўйича ташкил этувчиси нолга тенг. θ ўқи бўйлаб ҳаракат г тезланиш билан бажарилади, ҳаракатни тавсифловчи катталикларни хисоблаш учун текис ўзгарувчан ҳаракат формулалари қўлланилади:

$$v_y = v_{0y} + g_y t \quad (4)$$

$$h_y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} \quad (5)$$

$$y = y_0 + h_y \quad (6)$$

Траекториянинг ихтиёрий нуқтасида оний тезлик ушбу формула бўйича аниқланади:

$$v = \sqrt{v_{0x}^2 + v_y^2} \quad (7)$$

У ҳаракат траекториясига ўтказилган уринма бўйлаб йўналган (113-расм).

III Уфқقا бурчак остида ташланган жисмнинг ҳаракати

Горизонт (уфқ) га бурчак остида улоқтирилган жисм ҳаракатини тавсифловчи асосий катталиклар: v_{0x} , v_{0y} тезлик ташкил этувчиларини; t учиш вақтини; h баландликни ва l учиш узоқлигини аниқлаймиз. Барча кинематик катталиклар ўтган топшириқдаги каби ҳаракатнинг мустақиллиги принципи асосида аниқланади. Жисм $0x$ ўқи бўйлаб ўзгармас (117-расм)

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad (8)$$

тезлик билан ҳаракатланади. θ ўқида максимал кўтарилиш баландлигига етгунга қадар жисм текис секинланувчан ҳаракатда бўлиб, бошланғич тезлик ушбу формула орқали аниқланади:

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (9)$$

3-топшириқ

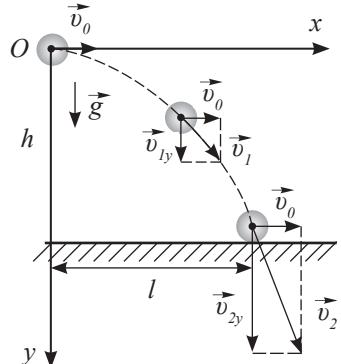
- 1) Жисмнинг траекториянинг юқори нуқтасига кўтарилиш вақти билан тусишиш вақти бир хил эканини;
- 2) бурилиш бурчаги 45° бўлганда учиш узоқлиги максимал бўлишини;
- 3) бурилиш бурчаги 30° ва 60° бўлганда учиш узоқлиги бир хил бўлишини исботланг.

Ёдга туширинг!

Турли осмон жисмлари учун эркин тушиш тезланиши турлича бўлади.

Жавобини айтинг

Массаси ва ўлчамлари маълум бўлган осмон жисмнинг эркин тушиш тезланиши қандай аниқланади?



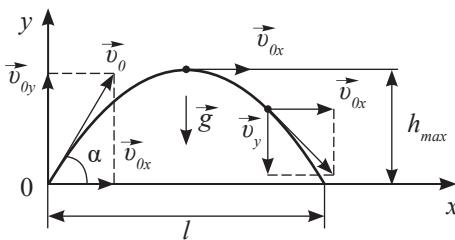
116-расм. Оғирлик кучи таъсирида горизонтал отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси

2-топшириқ

19-§ нинг II бандидаги барча формулаларни ХБТ даги ўлчов бирликларида ифодалангри.

Жавобини айтинг

1. Нима учун жисмнинг эркин тушишида ҳаракат траекторияси тўғри чизик, парабола ва айланади?
2. Нима учун жисм Ердан узоқлашганда секинланувчан, яқинлашганда тезланувчан ҳаракатланади?
3. Нима сабабдан горизонтга бурчак остида отилган жисм траекториясининг энг юқориги нуқтасида тезли унинг $0x$ ташкил этувчиларига тенг?



117-расм. Горизонтта бурчак остида отилган жисмнинг оғирлик күчи таъсиридағы ҳаракат траекториясы

Траекториянинг юқориги нүктасида $v_y = 0$, сүнгра жисм пастга тушиб, текис ҳаракатланади.

Максимал күтарилиш вақти $v_y = 0$ шарт билан аниқланади, $v_0 \sin \alpha - gt = 0$ шарт бажарилғанда:

$$t_{\text{кутарилиш}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (10)$$

$y=0$ шартдан учиш узоклиги топилади: $y_0 + (v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} = 0$,

$y_0 = 0$ бўлганда тенглик ушбу кўринишга келади: $(v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} = 0$.

Вақтни қавсдан ташқарига чиқариб, ифодани шакл алмаштирамиз:

$$t \left(v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2} \right) = 0$$

Олинган тенглама иккита ечимга эга:

$$t_1 = 0 \text{ ва } t_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (11)$$

Биринчи ечим жисм ҳаракатни бошлаган пайтга тўғри келади, иккинчи ечим эса жисмнинг тушиб вақтига мос келади ва учиш узоклигини аниқлади.

Максимал учиш баландлигини ушбу формула билан топамиз: $h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g}$

$v_y = 0$ бўлганда жисм юқориги нүктада тўхтайди, (9) формуладан қўйидагига эга бўлаймиз:

$$h_y = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (12)$$

Учиш масофасини аниқлашда текис ҳаракат формуласи қўлланилади $l = v_{0x} t$, тезликнинг $0x$ ўқи бўйлаб ташкил этувчисини (8) эътиборга олсак, у ушбу кўринишга келади:

$$l = (v_0 \cos \alpha) t \quad (13)$$

Муҳим маълумот

Математика курсида қандай бурчакларни қўшимча бурчак деб аталишини ёдингизга туширинг. Унинг синуси ва косинуси қандай хоссага эга?

Жавобини айтинг

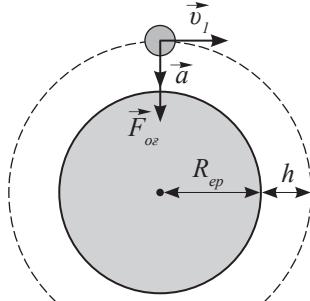
Қўшимча бурчаклар учун учиш узоклиги бир хил деб айтиш мумкинми?

Дикқат қилинг!

Учиш вақти кўтарилиши вақтидан 2 марта ортиқ, демак кўтарилиш вақти тушиб вақтига тенг.

IV Ернин сунъий йўлдошнинг ҳаракати

Радиуси Ер радиусидан салгина ортиқ $h \ll R$ (118-расм) орбита бўйлаб ҳаракатланадиган Ернинг сунъий йўлдоши тезлигини аниқлайлик.



118-расм. Ер сунъий йўлдошларининг ҳаракати жисмларининг эркин тушиши тезланишига мисол бўла олади.

Ҳаракатдаги сунъий йўлдош учун динамика-нинг асосий тенгламасини ёзамиз: $ma = F$.

$$F=mg \text{ оғирлик кучи таъсирида жисм } a = \frac{v^2}{R}$$

марказга интилма тезланиш билан ҳаракатланади, демак:

$$\frac{mv^2}{R} = mg .$$

Олинган тенглиқдан тезликни ифодалаймиз:

$$v = \sqrt{gR} \quad (14)$$

Агар сунъий йўлдош Ер сиртидан Ер радиусига тенг баландликда орбита бўйлаб ҳаракатланётган бўлса, тезликни ҳисоблашда бутун олам тортишиш конунини қўллаш керак:

$$\frac{mv^2}{R_{ep} + h} = \frac{GM_{ep}m}{(R_{ep} + h)^2}$$

бу ерда $R = R_{ep} + h$ – орбита радиуси.

Олинган формуладан Ер сиртидан турли h баландликдаги тезликни аниқлаймиз:

$$v = \sqrt{\frac{GM_{ep}}{R_{ep} + h}} \quad (15)$$

Орбита радиуси катта бўлган сари, унинг тезлиги шунча кам бўлади.

Ёдга туширинг!

Сунъий йўлдош осмон жисми атрофида доиравий орбита бўйлаб ҳаракатланадиган тезлик биринчи космик тезлик деб аталади. Ер учун унинг қиймати $7,9 \text{ км/с}$.

4-тотширик

1. Бизнинг сайдерамиз учун биринчи космик тезликнинг қийматини аниқланг. Эркин тушиш тезланишини $9,8 \text{ м/с}^2$, Ер радиусини $6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$ деб олининг.
2. Ер ва Марснинг биринчи космик тезликларида қандай фарқ бор?

5-тотширик

1. Ер радиусига тенг баландликдаги сунъий йўлдошнинг орбитал тезлигини аниқланг.
2. Орбитал тезлиги биринчи космик тезликдан икки марта кичик сунъий йўлдошнинг учиш баландлигини аниқланг.

Мұхим ахборот

ЕСЙ нинг орбита бўйлаб Ер атрофидаги ҳаракатини ҳарактерловчى барча кинематик миқдорлар айланна бўйлаб ҳаракатини тавсифлайди.

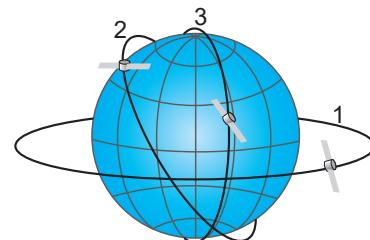
6-тотширик

Мавзуда кўрилган ҳаракатга атроф-муҳитдан мисол келтиринг.

V Космик аппаратлар орбиталарининг хусусиятлари

Агар Ер сунъий йўлдошининг (ЕСЙ) Ер сиртидан учиб чиқиши тезлиги $11,2 \text{ км/с}$ бўлса, у Ернинг тортишиш кучини енгид, Күёшнинг йўлдошига айланади. Бу тезлик иккинчи космик тезлик деб аталади. Агар жисм тезлининг қиймати биринчи космик тезликтан катта, иккинчи космик тезликтан кичик бўлса, унинг траекторияси эллипс шаклида бўлади. Кеплер қонунлари бажарилади.

ЕСЙ тезликлари баландликка ва Ер атрофида учиш траекториясига боғлиқ. Орбиталарнинг Ер сиртидан масофаси $100 \text{ км} - 40 \cdot 10^3 \text{ км}$ гача оралиқда бўлади. Пастки Ерга яқин орбиталарда Ернинг тортишиш кучи ва атмосфера-нинг юқориги қатламларида ишқаланиш бўлганликдан $200 \text{ км} - 2000 \text{ км}$ оралиқдаги масофаларда орбитал тезлик қиймати $6,9 \text{ км/с}$ дан $7,8 \text{ км/с}$ оралиғида бўлади. Баландлиги $35\,786 \text{ км}$ геостационар орбитада ЕСЙ нинг тезлиги $3,1 \text{ км/с}$ бўлади. ЕСЙ нинг Ер атрофида айланиш текислигининг экваторга бурилиш бурчаги турлича бўлиши мумкин (119-расм). Агар ЕСЙ кутбларда экватор текислигига 90° ли бурчак ҳосил қилиб айланса, у сайёранинг барча сиртини текшира олади. Бундай ЕСЙ геодезик тадқиқотлар учун қўлланилади. Агар ЕСЙ экватор чизигида 35786 км баландликда (1) Ернинг айланиш йўналишида учадиган бўлса, у Ер шарининг биргина нуқтасида жойлашади. Бундай ЕСЙ ер йўлдош алоқасини ўрнатиш учун қўлланилади. Орбита бўйлаб 90° дан кичик бурчак ҳосил қилиб учадиган ЕСЙ (2) Ер сиртининг маълум бир қисминигина тадқиқ қила олади. Бундай орбитали ЕСЙ тизими навигация хизмати учун қўлланилади.



119-расм. ЕСЙ орбиталарининг турлари

1. Ox ва Oy ўқларига тегишли горизонтга бурчак остида отилган жисм қандай ҳаракатланади?
2. Горизонтал ва горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракати қандай кўрилади?
3. ЕСЙ нинг ҳаракати ҳаракатнинг қандай турига мансуб?



1. Эркин тушган жисмнинг 0,1 км баландликдаги тезлиги 50 м/с, 1 с дан кейин у қандай баландликда бўлади? 1 с олдин у қандай нуқтада бўлган? $g = 10 \text{ м/с}^2$. Жавобни ХБТ да ўнликкача яхлитлаб ёзинг.
2. Жисм горизонтал улоқтирилгандан 5 с ўтгандан кейин тезлик ва тезланиш йўналишлари орасидаги бурчак 45° ни ташкил қиласди. Жисмнинг шу вақтдаги тезлигини аниқланг. $g = 10 \text{ м/с}^2$. Жавобни ХБТда ўнликкача яхлитланг.
3. ЕСЙ нинг доиравий орбитасининг радиуси 4 марта орттирилгандан, унинг айланиш даври 8 марта ортади. Йўлдошнинг орбита бўйлаб ҳаракат тезлиги неча мартаға ўзгаради? Жавобингизни асосланг.
4. Камон отувчи ўқни уфқа 30° бурчак остида, 60 м/с бошланғич тезлик билан отди. Агар нишон камон билан бир сатҳда бўлса, нишонгача бўлган масофани аниқланг. $g = 10 \text{ м/с}^2$; $\sin 30^\circ = 0,5$; $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\sqrt{3} = 1,73$ деб олинг.



1. Вертикал юқорига отилган жисм 4 с дан кейин Ерга қайтиб тушади. Жисм қандай баландликка кўтарилади? Ҳавонинг қаршилигини эътиборга олманг. $g = 10 \text{ м/с}^2$.
2. Самолёт 360 км/соат тезлик билан горизонтал равишда 490 км баландликка кўтарилди. Самолёт бирор О нуқта тепасидан учеб ўтгандан самолётдан юк ташланди. Юкнинг О нуқтадан қандай масофага тушганлигини аниқланг. $g = 10 \text{ м/с}^2$ деб олиб, ҳавонинг қаршилигини эътиборга олманг.
3. Граната чуқурликдан бошланғич 9,8 м/с тезлик билан уфқга 45° ли бурчак остида улоқтирилди. $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ деб олиб, гранатани улоқтириш нуктаси билан тушиш нуктаси орасидаги масофани топинг.
4. Сунъий йўлдош Ер сиртидан 600 км баландликда доиравий орбита бўйлаб айланиб учиси учун қандай тезлик олиши керак? Унинг айланиш даври қандай? Оғиши бурчагини хисоблаш формуласини мустақил қараб чиқинг.

З-бобнинг хуносаси

Ньютон қонунлари:	Бутун олам тортиш қонуни, биринчи космик тезлик	Тезланиш билан ҳаракатлананаётган жисмнинг оғирлиги.
$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$, $a = 0, v = const$ $\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m}$ $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ $g = G \frac{M}{R^2}$ $v_1 = \sqrt{gR}$ $v_1 = \sqrt{\frac{GM_{\infty}}{R_{\infty} + h}}$	$P = m(g \pm a)$ $k = 1 + \frac{a}{g}$

Ньютон қонунлари:

- Агар жисмга куч таъсир қилмаса ёки кучларнинг таъсири мувозанатланган бўлса, жисм инерциал саноқ тизимиға нисбатан тўғри чизиқли текис ҳаракатланади ёки тинч ҳолатини сақлади.
- Жисм оладиган тезланиш жисмга бўлган барча кучларнинг teng таъсир этувчисига тўғри пропорционал ва унинг массасига тескари пропорционал.
- Жисмлар модули бўйича teng ва йўналишлари жиҳатидан қарама-қарши кучлар билан ўзаро таъсирлашади. Ўзаро таъсир кучлари турли жисмларга қўйилган, бир тўғри чизик бўйлаб таъсир этувчи бир хил табиатли кучлардир.

Глоссарий

Ортиқча юкланиш – тезланишли ҳаракат таъсирида оғирликнинг ортиши.

Биринчи космик тезлик – доиравий орбита бўйлаб осмон жисми атрофида ҳаракатланадиган сунъий йўлдош тезлиги.

Жисмнинг оғирлиги – Жисмнинг Ерга тортилиши оқибатида таянчга ёки осмага таъсир этувчи куч.

Динамика – механик ҳаракат сабабларини кўриб чикадиган механиканинг бўлими.

Инерциал саноқ тизимлари – инерция қонулари бажариладиган саноқ тизими.

Инерциал саноқ тизимлари – инерция қонуни бажариладиган саноқ тизимлари.

Кучланганлик – гравитацион майдоннинг жисмнинг ҳар бир килограмм массасига қандай куч билан таъсир этишини кўрсатувчи физик катталик.

Вазнсизлик – жисмнинг оғирлиги нолга teng бўлгандаги ҳолати.

4-БОБ

САҚЛАНИШ ҚОНУНЛАРИ

Импульс ва энергиянинг сақланиш қонунлари жисмларнинг ўзаро таъсир кучларини аниқлашга имкон бўлмаган ҳолларда динамика масалаларини ечишга имкон беради. Табиий ҳодисаларни ўрганиш шуни кўрсатадики, сақланиш қонунлари нафақат механикада, балки Ньютон қонунлари ўз маъносини йўқотадиган микрооламда ҳам кенг қўлланилади. Импульс ва энергиянинг сақланиш қонунлари физиканинг энг асосий қонунлари ҳисобланади.

Бобни ўргангач сиз:

- «жисм импульси» ва «куч импульси» тушунчаларини фарқлашни;
- импульснинг сақланиш қонунини таърифлашни ва ундан масалалар ечишда фойдаланишни;
- табиатда ва техникадаги реактив ҳаракатга мисоллар келтиришни;
- Байқўнир космодромининг минтаقا ва халқаро аҳамиятини баҳолашни;
- механик ишни аналитик ва график усулда аниқлашни;
- масалалар ечишда сақланиш қонунини қўллашни ўрганасиз.

20-§. Жисм импульси ва куч импульси. Импульснинг сақланиш қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- «жисм импульси» ва «куч импульси» тушунчаларини фарқлай оласиз;
- Импульснинг сақланиш қонунини таърифлаб, ундан масалалар ечишда фойдалана оласиз.

Жавобини айтинг

Ўзгарувчан кучлар билан ўзаро таъсирлашувчи жисмларнинг тезланиши, тезлиги ва кўчиши қандай аниқланади?

Бу қизиқ!

«Ҳаракат миқдори» тушунчаси дастлаб Рене Декарт томонидан киритилган эди. Рене Декарт физикасида кучлар, хусусан, бўш оралиқ орқали таъсир қилувчи кучлар учун ўрин йўқ. Дунёдаги барча ҳодисалар ўзаро таъсирлашувчи заррачалар таъсирида содир бўлади. Бир жисм бошقا жисм билан тўқнашганда унга фақат ўзи йўқотган миқдордагина ҳаракат миқдорини бера олади ва у ўз ҳаракатини қанча орттираса, фақат шунча олиши мумкин. Декарт дунёдаги бошлангич ҳаракат миқдорининг сақланишини қараб чиқкан. Фан тарихида бундай тасаввур картезиан номини олган, лотинчада Декарт номи – Картер деб талаффуз қилинади.

I Импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонуни

Тезланишни тезликнинг ўзгариш жадаллиги сифатида қараб, Ньютоннинг иккинчи қонунини шакл алмаштириб ифодалаймиз:

$$\vec{F} = m\vec{a} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t} = m\frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$$

ёки $\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$ (1)

Олинган ифода импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонуни дейилади.

II Жисм импульси ва куч импульси.

Жисм импульснинг ўзгариши

Импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонунида кўлланиладиган жисм импульси, куч импульси ва жисм импульсининг ўзгариш катталиклари тушунчасини киритамиз. Жисм импульси жисм массаси ва ҳаракат тезлигининг қўпайтмасига teng va \vec{p} ҳарфи билан белгиланади:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2)$$

Жисм массаси ва тезлигининг қўпайтмасига teng катталиқ ҳаракат миқдори ёки жисм импульси дейилади.

Жисм импульси – вектор катталиқ, унинг йўналиши жисм тезлигининг йўналиши билан бир хил: $\vec{p} \uparrow\downarrow \vec{v}$

Жисм импульсининг ХБС даги ўлчов бирлиги: $[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Импульснинг ўзгариши – жисмнинг охирги ва бошлангич импульсларининг айримасидан иборат:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 \quad (3)$$

Кучнинг вақтга қўпайтмасига teng катталиқ куч импульси дейилади.

Куч импульсининг ўлчов бирлиги:

$$[F \cdot \Delta t] = 1 \text{Н} \cdot \text{с}$$

Кирилган катталиклардан фойдаланиб, Ньютоннинг иккинчи қонунин таърифлаймиз:

Куч импульси жисм импульсининг ўзгаришига тенг.

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p} \quad (4)$$

Олинган ифодадан кўриниб турибдики, жисмга таъсир этувчи кучнинг йўналиши жисм импульсининг ўзгариш йўналиши билан бир хил: $\vec{F} \uparrow\uparrow \Delta \vec{p}$.

III Жисмларнинг ўзаро эластик таъсирида импульснинг сақланиш қонуни

Массалари m_1 ва m_2 , тезликлари \vec{v}_{01} ва \vec{v}_{02} бўлган жисмларнинг марказий тўқнашув пайтидаги эластик ўзаро таъсирини қараб чиқамиз (120, 121-расмлар). Мазкур ҳолда массалар маркази ўзаро таъсир кучлари ва жисмларнинг ҳаракат тезликлари йўналтирилган битта тўғри чизиқда ётади. Ўзаро таъсир кучлари $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ Ньютоннинг учинчи қонуни билан боғланган, улар жисмнинг ҳаракат йўналишига боғлиқ эмас.

Импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонунини қўллансанак, учинчи қонун қуидаги кўринишга эга бўлади:

$$m_1 \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_{01}}{\Delta t} = -m_2 \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_{02}}{\Delta t}$$

Бу ерда \vec{v}_1 ва \vec{v}_2 – жисмларнинг ўзаро таъсиридан кейинги тезликлари.

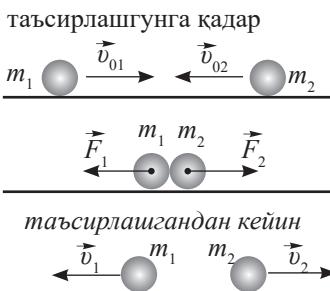
Жисмларнинг ўзаро таъсир вақтини олиб ташлаб, қуидаги ифодани оламиз:

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01} = -(m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}_{02})$$

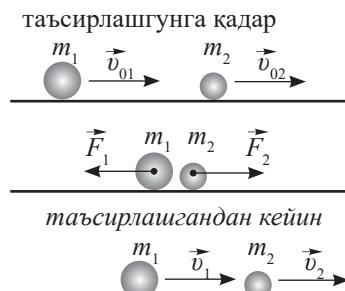
ёки

$$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2 \quad (5)$$

Бир жисм импульсининг камайиши бошқа жисм импульсининг айнан шундай қийматга олиб келади.



120-расм. Қарама-қарши ҳаракатланаётган жисмларнинг эластик ўзаро таъсири



121-расм. Бир хил йўналишида ҳаракатланаётган жисмларнинг эластик ўзаро таъсири



Мұхим ахборот

Векторни мусбат сонга кўпайтирганда унинг йўналиши қандай ўзгари? Манфий сонга кўпайтирганда-чи?



1-топширик

Куч импульси билан жисм импульси ўлчов бирликларининг тенглигини исботланг.

$$1 \frac{\kappa g \cdot M}{c} = 1 H \cdot c .$$

Декарт ўз мuloхазалари натижасида шундай холосага келди.

Жисмларнинг ўзаро таъсирга қадар импульсларини тенгликнинг чап қисмига, ўзаро таъсиранан кейинги импульсларини ўнг қисмига ўтказамиз:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \quad (6)$$

ёки $\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \quad (7)$

Олинган (6), (7) тенгликлар импульснинг сақланиши қонуни дейилади.



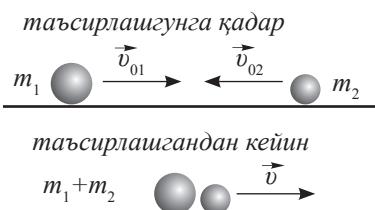
Эксперимент

Харакатланашган шар билан бир қаторга қўйилган 3 – 4 та шарнинг ўзаро таъсирини тавсифланг. Шарларнинг массалари ва ўлчамлари бир хил бўлиши керак.

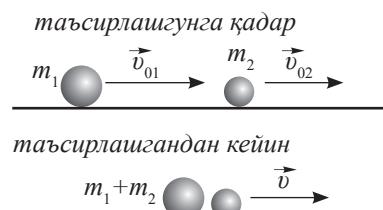
Ёпиқ система жисмлар импульсларининг геометрик йиғиндиси ўзаро таъсирида ўзгармас катталик бўлиб қолаверади.

IV Жисмларнинг абсолют ноэластик таъсирида импульснинг сақланиш қонуни

Абсолют ноэластик тўқнашувдан кейин жисмлар бир бутундек бўлиб, бирга ҳаракатланади (122, 123-расмлар).



122-расм. Карама-қарши ҳаракатланашган жисмларнинг ноэластик ўзаро таъсири



123-расм. Бир хил ўйналишида ҳаракатланашган жисмларнинг ноэластик ўзаро таъсири

Бундай жисмлар орасида эластиклик кучлари пайдо бўлмайди ва жисмларнинг деформацияси пластик бўлади. Ноэластик ўзаро таъсирида импульснинг сақланиш қонуни қўйидаги қўринишда ифодаланади:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = (m_1 + m_2) \vec{v} \quad (8)$$

ёки $\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p} \quad (9)$

V Жисмларнинг ёпиқ системаси

Импульснинг сақланиш қонуни бир-бири билан ўзаро таъсирилашувчи ва ёпиқ системани ташкил қилган жисмлар учунгина бажарилади.

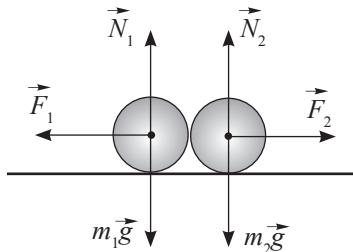
Жисмларнинг ташқи кучлар таъсир этмай-диган системаси ёпиқ система дейилади.



2-топшириқ

- Ёпиқ системадаги учта жисмнинг эластик ўзаро таъсири учун сақланиш қонунини ёзинг.
- Агар тўқнашув ноэластик бўлса, формула қандай ўзгаради? Қонунни ёпиқ системадаги учта жисмнинг ноэластик ўзаро таъсири учун ёзинг.
- Тўрт қисмга бўлинган ҳаракатдаги жисм учун сақланиш қонунини ёзинг.

Ўзаро таъсирашувчи барча жисмларга Ернинг тортишиш кучи таъсири этгани учун, Ер шароитида жисмларнинг ёпиқ системаси мавжуд эмас. Агар ташки кучларнинг таъсири бир-бирини мувозанатласа ёки улар системадаги жисмларнинг ўзаро таъсири кучларидан анчагина кичик бўлса, бундай системани ёпиқ деб ҳисоблаш мумкин. Масалан, оғирлик кучининг таъсири таянчнинг реакция кучи билан мувозанатланади (124-расм), ўққа таъсири этувчи босим кучи ернинг тортиш кучидан етарли даражада катта бўлади.



124-расм. Ўзаро таъсирашувчи иккита жисмнинг ёпиқ системаси

Жавобини айтинг

- Нима учун бир хил массали, бир-бирига қараб сон қиймати жиҳатидан бир хил тезлик билан ҳаракатланадиган жисмлар импульсини тенг деб олиш мумкин эмас?
- Граната парчалари портлашга қадар тинч ҳолатда бўлса, граната портлагандан кейин нима учун битта ўйналишда учмайди?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Масала. Овчи енгил дамлама қайиқдан ўқ отди. Агар овчининг қайиқ билан бирга олгандаги массаси 70 кг, ўқнинг массаси 35 г ва ўқнинг бошланғич ўртача тезлиги 350 м/с бўлса, ўқ отилиш пайтида қайиқ қандай тезлик олади? Милтиқнинг стволи отиш пайтида горизонт билан 60° ли бурчак ҳосил қиласди.

Берилган:

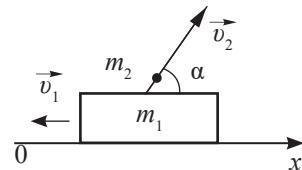
$$\begin{aligned}m_1 &= 70 \text{ кг} \\m_2 &= 35 \text{ г} \\v_2 &= 320 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\v_1 &=?\end{aligned}$$

ХБЖ

$$3,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Ечилиши:

Ўқ отилгунга қадар тинч ҳолатда бўлади.
Жисмнинг импульси нолга тенг бўлади.
Импульснинг сақланиш конунини ёзамиз:
 $0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$.



Ох ўқига проекцияси: $0 = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}$.

Проекция ишораларини эътиборга олиб, уларни модуль орқали ифодаласак, қуидаги тенгликни ҳосил қиласмиш: $0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2 \cos \alpha$.

Олинган тенгламадан қайиқнинг тезлигини ифодалаймиз: $v_1 = \frac{m_2 v_2 \cos \alpha}{m_1}$

Қайиқ тезлигининг қийматини ҳисоблаймиз:

$$v_1 = \frac{3,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 320 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5}{70 \text{ кг}} = 0,08 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Жавоби: $v_1 = 0,08 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Текшириш саволлари

1. Жисм импульси нима? У қандай ўлчов бирлигига ўлчанади?
2. Қандай катталик күч импульси дейилади? Унинг ўлчов бирлигини айтинг.
3. Импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифланг.
4. Ўзаро таъсирлашувчи жисмлар импульсларининг ўзгаришлари орасида қандай боғланиш мавжуд?
5. Импульснинг сақланиш қонунининг моҳияти нимада?
6. Ноэластик ўзаро таъсир эластик ўзаро таъсирдан қандай фарқ қиласди?
7. Қандай жисмлар тизими ёпиқ тизим дейилади?



Машқ

20

1. Моддий нуқтанинг ҳаракати $x = 5 - 8t + 4t^2$ тенглама билан тавсифланади. Жисмнинг массасини 2 кг деб ҳисоблаб, ҳаракат бошлангандан 2 с ўтгандан сўнг ва 4 с дан кейинги жисм импульсини топинг ва импульснинг ўзгаришига сабаб бўлган кучни аниқланг.
2. Массаси 60 кг одам 18 км/соат тезлик билан юриб келиб, 1 м/с тезлик билан ҳаракатланаётган 20 кг массали аравага сакраб минади. Одам мингандан кейин арава қандай тезлик билан ҳаракатланади?
3. Массаси 10 кг граната 10 м/с тезлик билан учиб иккига бўлинади. Катта парчасининг тезлиги 72 км/соат ва у гранатанинг ҳаракат йўналиши билан йўналишдош. Кичик парчасининг тезлиги 12,5 м/с ва гранатанинг ҳаракат йўналишига қарама-қарши йўналган. Катта парчанинг массасини аниқланг.



Машқ

20

1. 10 с ичидаги жисмга 4,9 Н күч таъсир этади. Агар күч таъсирида тезликнинг ўзгариши 5 м/с ташкил қиласа, жисмнинг массаси қандай бўлади?
2. Массаси 1 кг моддий нуқта айлана бўйлаб текис 36 км/соат тезлик билан ҳаракатланмоқда. Даврнинг тўртдан бир қисмидаги, ярмидаги ва бир даврдаги импульснинг ўзгаришини аниқланг.
3. Одам Ерга нисбатан тинч турган аравага 10 м/с тезлик билан сакраб миниб олди. Агар одамнинг массаси 60 кг, араванинг массаси 100 кг бўлса, араванинг ҳаракат тезлиги модули қандай бўлади?

21-§. Реактив ҳаракат

Кутиладиган натижага

Ушбу мавзуни ўзлаштиргандо:

- табиатда ва техникада реактив ҳаракатга мисоллар келтира оласиз;
- Байқўнир космодромонинг давлат ва дунё миқёсидаги ахамиятини баҳолай оласиз.

I Реактив ҳаракат

Реактив ҳаракатни турли жисмлар амалга ошира олади, масалан бунга табиатдаги саккизоёқлар, кальмарлар, медузалар, техникада самолётлар, космик кемалар мисол бўла олади.

Реактив ҳаракат – жисмнинг бир қисмининг ундан қандайдир бир тезлик билан бўлиниши натижасида юзага келадиган ҳаракатdir.



Жавобини айтинг

- Космик фазода космик кема тезлигини қандай секинлаштириш мумкин?
- Нима учун ёнгун сўндириш бранспойтини кўлда ушлаб туриш қийин?



К.Э.Циолковский (1857–1935 йй.) – рус олимси, тадқиқотчи, мактаб ўқитувчisi. Ҳозирги замон космонавтикаси асосчиси, аэродинамика, ҳавода сузиш бўйича кўплаб ишларнинг муаллифи. Унинг космик кемалар, кеманинг двигатели, космик учишларга оид таклифлари космик технологияни ривожлантиришга катта хисса қўшди.

Биринчи бўлиб фазога космик кемаларни чиқариш учун реактив двигателли кемаларни ясаш мумкинлигини К.Э. Циолковский асосслаб берган. 1903 йили унинг «Оlam фазосини реактив аппарат билан тадқиқ қилиш» номли илмий ишлари чоп этилди. У ўз ишида кўп босқичли кемаларнинг ясалишини, суюқ ёқилғи двигателини таклиф қилиб, массаси ўзгарувчан жисмлар ҳаракатининг дастлабки ҳисоблашларини келтириб, кема ва ёқилғи массалари, шунингдек, фазога учиш тўғрисида муҳим фояларни илгари сурди.

II Реактив двигатель

Реактив двигатель тортиш кучини таянчсиз ёки бошқа жисмлар билан таъсирилашмасдан юзага келтиради. Шу сабабли у самолётларни, космик кемаларни ва космик аппаратларни ҳаракатга кетириш учун қўлланилади. Реактив двигатель ҳаракатга керакли тортиш кучини ёқилғи энергиясини газнинг реактив оқимининг кинетик энергиясига айлантириш орқали олади.



Эксперимент

Ҳаво дамланган шарни ип билан боғламай қўйиб юборинг. Шарнинг фазодаги ҳаракатини тушунтиринг. Сиз кузатган ҳодиса учиш ҳаракатининг қандай турига мансуб эканлигини аниқланг.

Реактив двигателнинг иккита асосий тури бўлади: ҳаво-реактив двигателлари ва ракета двигателлари. Юқори товушли ҳаво реактив двигатели самолётларнинг учиш баландлигига чек қўйилади, чунки сийраклашган ҳавода ёқилғи ёниш учун кислород етишмайди. Ракета двигателларига баландлик бўйича чек қўйилмайди, сабаби сўриш учун ракета бортида жойлашган оксидловчи идишдан фойдаланади.

125-расмда ёниш камерасидан (1) ва реактив сопло (2) дан ташкил топган оддий ракетанинг намунаси тасвирланган. Суюқ ёқилғи (3) кислород билан аралашиб (4), ёниш камерасида ёниб кетади, чиқинди газлар соплодан катта тезликда чиқиб, реактив тортишни ҳосил қиласди. Ракета двигателининг содда тури **126-расмда** кўрсатилган.

III Реактив ҳаракат тезлиги

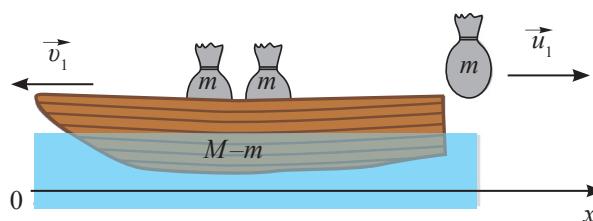
Жисмнинг реактив ҳаракат тезлигини ҳисоблаш учун импульснинг сақланиш қонуни қўлланилади.

Қайиқдан массалари тенг юклар тушириб ташлангандан кейинги ҳаракатини кўриб чиқайлик. Бошланғич пайтда қайиқ тинч туради, юк олингандан кейин қайиқ импульс олиб, юкнинг ҳаракатига қарама-қарши йўналишда ҳаракатлана бошлайди (**127-расм**). Қайиқнинг юк билан биргалиқдаги массаси M бўлсин, ҳар бир юкнинг массаси m бўлсин.

Биринчи юк ташлангандан кейин жисмларнинг ёпиқ тизимдаги импульснинг сақланиш қонунини ёзайлик:

$$0 = (M - m) \cdot \vec{v}_1 + m \vec{u}_1$$

\vec{u}_1 – юкнинг тезлиги, \vec{v}_1 – қолган юклари бор қайиқнинг тезлиги.

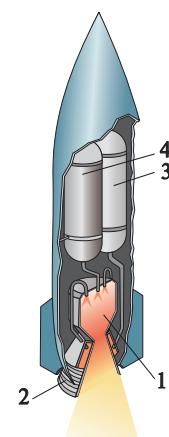


127-расм. Тинчликдаги қайиқнинг юк туширилгандан кейинги тезлиги



Жавабини айтинг

Нима учун ракетага оксидловчи идиш жойлаштирилади?



125-расм. Реактив двигатели кеманинг модели



126-расм. РД-107А ракета двигатели



Бу қизик!

Константин Циолковский 1903 йили сайёralараро ахборотлар учун космик кема моделини яратди. У космик кема учун энг фойдали ёқилғи кислород ва водород аралашмаси деб ҳисоблади.

Векторларнинг йўналишини эътиборга ол инган ҳолда танлаб олинган $0x$ ўқига проекциясида:

$$0 = -(M - m) \cdot v_1 + mu_1$$

Олинган тенгликдан кайиқнинг тезлигини топамиз:

$$v_1 = \frac{m}{M - m} u_1 \quad (1)$$



Жавобини айтинг

Нима учун реактив ҳаракатланадиган ёпиқ система қисмлари импульсларининг йигиндиси 0 га тенг?

IV Космик кема тезлиги

Импульснинг сақланиш қонунидан ёкилғи ёнганда қуйидаги муносабат бажарилади:

$$\frac{v_3}{v_r} = \frac{m_o}{M - m_o}$$

бу ёрда m_o – ёкилғи массаси;

$M - m_o$ – ракетанинг ёкилғисиз космик кема билан биргаликдаги массаси;

v_3 – ракетанинг тезлиги;

v_r – газ оқимининг тезлиги.



3-топшириқ

Агар ёкилғи массаси ракета массасидан 4 марта ортиқ бўлса, биринчи космик тезлик билан ҳарақатланаётган ракетадан газларнинг оқиб чиқиш тезлигини топинг.

V Космик фазони забт этиш

1961 йили 12 апрелда «Бойқўнир» космодромидан «Восток» кўп босқичли кема илк бор орбитага чиқарилиб, унда Ю.А. Гагарин Ер шарини бир марта тўлиқ айланиб чиқди (128-расм).

«Бойқўнир» дан бошланган инсоният тарихидаги илк сафардан кейин бошқалари ҳам учирилиб, космонавтиканинг жадал ривожланиш босқичи бошланди. Космик кемалар, станциялар таккомиллаштирилиб, космик зондлар, лунаходлар, марсоходлар яратилди. Ернинг сунъий



1-топшириқ

Ҳар турли ахборат манбаларидан фойдаланиб, ракета двигателларида қандай ёкилғи туридан фойдаланганлигини аниqlан. Ёкилғи маҳсулоти заҳарли бўлиб ҳисобланадими? Ракета ёкилғисидан фойдаланиш қандай экологик муоммаларга боғлиқ?



2-топшириқ

Сақланиш қонунидан фойдаланиб, масалалар ечиш алгоритмини тузинг.



Мухим ахборот

Замонавий ракеталарда ёкилғининг массаси унинг илк ёкилғи массасининг 90% ни ташкил қиласди. Агар ракета массасининг 90% ёкилғи бўлса, қолган қисми фойдали юқ, двигатенинг бош қисми, бак ва бошқа элементлар умумий массасининг 10% ни ташкил қилишини билдиради.



128-расм. Юрий Гагарин илк фазогир

йўлдошлари телеахборотни, уяли алоқаларни амалга ошириш мақсадида фойдаланилади. Космик станцияларда илмий лабораториялар ташкил этилиб, телескоплар жойлаштирилган. Ундаги илмий тадқиқот ишлари Ерда, Қуёш тизимида, Коинотда бўлаётган ҳодисаларни чукур тадқиқ қилишга, улар орасида боғланиш ўрнатишга имкон беради.

Фазога кўтарилиб, илмий тадқиқот ишларга қозоғистонлик космонавтлар ҳам ўз ҳиссаларини кўшдилар (*130-расм*). Т.Аубакиров «Мир» орбитал станциясида ишлади. 1996–2000 йиллари Қозоғистон Президенти ёрдамчиси хизматида ишлади. Т.Мусабаев фазога 3 марта кўтарилиди, фазода бўлган умумий вақти 341 кун 9 соату 48 минутни ташкил қиласди. 2007–2014 йилларда ҚР Миллий космик агентлиги, 2014 йилдан ҚР Сармоялар (Инвестиция) ва ривожланиш министрлигининг Авиация ва космик қўмитаси раиси бўлди.



130-расм. ҚР фазогиrlари: Тўқтар Аубакиров, Талғат Мусабаев, Айдин Айимбетов

Бу қизиқ!

Айдин Айимбетов – қозоқ синовчи-фазогир, Қозоғистон Халқ Қаҳрамони, Қозоғистоннинг ХХК генерал-майори 2015 йилнинг 2-12 сентябрь оралигига 2 кишили пилотли «Союз ТМА-18» кемасида Халқаро космик станциясига борт инженер сифатида учди. Бу Бойкўнир космодромида учирилган беш юзинчи ракета бўлди. Учиш вақти 9 сутка 20 соат 13 минут 51 секундни ташкил қиласди. Фазога парвоз пайтида Айимбетов бир қатор физик ва космик тадқиқотлар, яъни «Боран», «Релаксация», фазодаги радиациянинг инсонларга таъсири ҳамда Орол ва Каспий денгизларига космик мониторинг ўтказди.

Бу қизиқ!

Байконур космодроми (129-расм) дунедаги биринчи ва энг йирик космодром. Қозоғистонда у Қизилорда вилоятида жойлашган.



129-расм. Байконур космодроми

Текшириш саволлари

1. Қандай ҳаракат реактив ҳаракат деб аталади?
2. Реактив ҳаракат тезлиги қандай күттилділікке бағытталған?
3. Ракета двигателнинг ишлаш принципи қандай?

Машқ

21

1. Космик кеманинг тормозланиши қандай амалга оширилади?
2. Космик кема намунасининг максимал күтарилиш баландлығи 12,8 м, массаси 200 г ни ташкил қылады, уни учиринш вақтида соплодан чиққан газ оқимининг тезлигини топинг. Учириш пайтида 0,5 кг ёқилғи сарфланади. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

Машқ

21

1. Милтиқдан ўқ отилган пайтдаги ҳаракатни реактив ҳаракат деб хисоблаш мүмкінми?
2. Ракета ва ёқилғи массаларининг нисбати 1/6 бўлган ракета намунаси қандай тезлик билан учади? Двигателдаги газ оқимининг тезлиги 8 м/с. Ракетанинг күтарилиш баландлигини аниқланг.
3. Массаси 100 кг тинч ҳолатдаги аравачадан массалари 40 кг бўлган иккита бола бирин-кетин бир хил йўналишда 1 м/с тезлик билан сакраб тушди. Аравачанинг тезлигини топинг.

Экспериментал топшириқ

Ҳаво ёки сув оқимиға асосланган реактив двигатель ясанг. Уни ўйинчоқ машинаға маҳкамлаб, синааб кўринг.

Ижодий топшириқ

Ушбу мавзулардан бирига ахборот тайёрланг:

1. «Космик тадқиқотлар ва космик парвозлар хронологияси».
2. «Қозоғистон Республикаси космик парвозлар маркази».
3. «Бойқўнир космодроми келажаги».
4. Бойқўнир космодромининг давлат ва халқаро аҳамияти.

22-§. Механик иш ва энергия

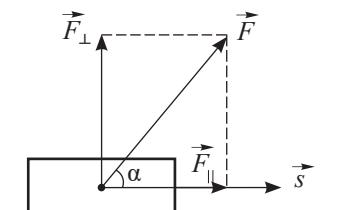
Кутиладигган натижа

Ушбу мавзууни ўзлаштирғанды сиз:

- механик иши аналитикалык ва график йүл билан аниқлашни;
- иши ва энергиянинг ўзаро боғлиқлигини тушунтиришини ўрганамиз.

Ёдга тушириң!

1. Қандай ҳолатда механик иш бажарилади?
2. Агар таъсир этувчи куч билан жисмнинг күчиш ўналиши мос келса, бажарилган иш қандай аниқланади?



131-расм. Куч векторини күчими ўналиши бўйича параллел ва перпендикуляр ташкил этувчиларга

1-тотшириқ

132-расмдаги графикларни кўриб чиқинг. Параграфнинг 2-қисмидаги 1-4-пункларида кўрсатилган катталикларни маълум деп олиб, жисмга туширилган кучнинг ишини аниқлаш алгоритмини тузинг.

I Куч ишини ҳисоблаш формулалари

Жисм кўчишга нисбатан эркин йўналган \vec{F} куч таъсирида горизонтал ҳаракатланади деб фараз қиласлик (131-расм). \vec{F} кучни бири кўчиш йўналишга параллел, иккинчиси перпендикуляр бўлган иккита ташкил этувчига ажратайлик. Кучнинг параллел ташкил этувчиси ҳаракат тезлигини ўзгартира оладиган тезланишни юзага келтиради, мос равиша иш бажарилади:

$$A = F_{II} \cdot s$$

ёки

$$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha \quad (1)$$

Кучнинг перпендикуляр ташкил этувчиси иш бажармайди, сабаби жисм унинг таъсири йўналишиди ҳаракатланмайди.

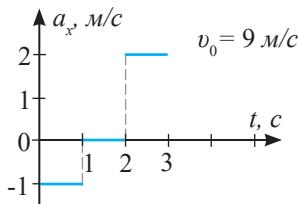
Демак, кўчиши векторига бирор бурчак остида йўналган кучнинг иши, кучнинг кўчиши векторига параллел ташкил этувчининг иши билан аниқланади.

II Ишнинг график бўйича аниқланиши

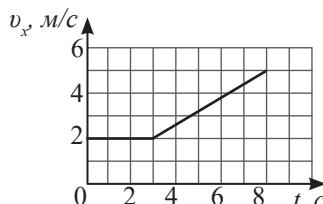
(1) формула асосида тўғри чизиқли ҳаракатланадиган жисмга туширилган кучнинг ишини:

- 1) жисм массасининг ва бошланғич тезлигининг маълум қийматида жисм тезланишининг вақтга (132, а) расм);
- 2) жисм массасининг маълум қийматида жисм тезлигининг вақтга (132, б) расм);
- 3) жисм кўчишининг вақтга (132, в) расм);
- 4) ҳаракат тезлигининг ёки босиб ўтилган йўлнинг маълум қийматидаги кучнинг вақтга боғлиқлиги графикларини аниқлаш мумкин (132, г) расм).

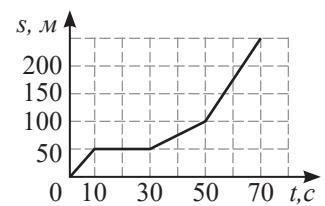
132, г) расмда $F - s$ (куч – босиб ўтилган йўл) диаграммаси берилган. Жисм босиб ўтган йўл билан кучни аниқлайдиган фигуранинг юзи сон қиймати жиҳатидан бажарилган механик ишга тенг эканлигини исботлаш қийин эмас.



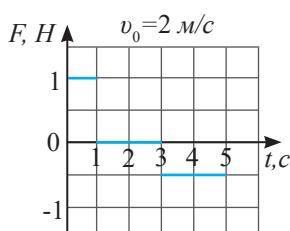
а) тезланишининг 0x ўқига проекциясининг вақтга боғлиқлиги графиги



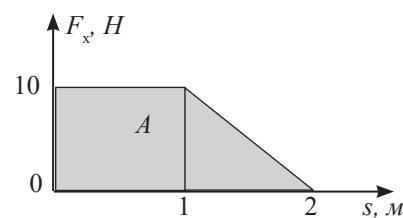
б) тезликнинг 0x ўқига проекциясининг вақтга боғлиқлиги графиги



в) босиб ўтилган йўлнинг вақтга боғлиқлиги графиги



г) кучнинг вақтга боғлиқлиги графиги



д) куч – босиб ўтилган йўл диаграммаси



2-топшириқ

132-расмдаги графикларни кўриб чиқинг.

- Жисмга кўйилган кучнинг ишини аниқлаш алгоритмини тузинг; Жисм тўғри чизикли текис ҳаракатланади. Массаси 2 кг жисм учун ҳисоблашларни бажаринг.
- 132 в, г-расмларда тасвирланган графиклардан иш бажарилмаган вақт оралигини кўрсатинг.



Дикқат қилинг!

$F - s$ (куч – босиб ўтилган йўл) диаграммада иш, йўлнинг турли қисмларида кучни аниқлайдиган чизиклар тагидаги фигуранинг юзига teng (*132 д) расм*).

132-расм.

III Кинетик энергиянинг ўзгариш теоремаси

$F = ma$ иккинчи қонунда тезланишини кинематикадан маълум бўлган ушбу муносабат билан алмаштирамиз:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$$

$$\text{Натижада: } F = m \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$$

Тенгликнинг иккала томонини ҳам s га қўпайтириб, ифодани шакл алмаштирамиз:



Жавобини айтинг

Нима учун жисмга таъсир этувчи куч босиб ўтилган йўлга боғлиқ деб тасдиқлаб бўлмайди?



Эслаб қолинг!

(1), (2) ва (3) формулаларни табиатдаги хар қандай кучни аниқлаш учун қўллаш мумкин.

$$F_S = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (2)$$

7-синф физика курсидан маълумки, агар куч ва кўчиш йўналишлари бир хил бўлса, механик иш уларнинг кўпайтмаси орқали аниқланади:

$$A = F \cdot s$$

Охири муносабатни инобатга олсак, (2) ифода бўндай кўринишга келади:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (3)$$

ёки

$$A = E_{k2} - E_{k1} \quad (4)$$

бунда E_{k1} – жисмнинг ҳаракати бошланган вақтдаги кинетик энергияси; E_{k2} – жисмнинг ҳаракат охиридаги кинетик энергияси; A – механик иш Олинган тенглик *кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теорема* дейилади.

IV Оғирлик кучининг иши

Жисм h_1 баландликдан Ер сиртидан h_2 баландликкача тушганда оғирлик кучининг бажарган ишини аниқлаймиз (*133-расм*).

F_a куч ва жисмнинг Δh кўчиши бир хил йўналишда йўналган, жисм тўғри чизик бўйлаб тушади, демак: $A = F \cdot \Delta h$

Жисмнинг кўчишини баландликларининг айрмаси орқали ифодалаймиз: $\Delta h = h_1 - h_2$

$F = mg$ mg эканлигини ҳисобга олсак, (4) формула ушбу кўринишга эга бўлади:

$$A = mg(h_1 - h_2)$$

ёки

$$A = -mg(h_2 - h_1) \quad (5)$$

7-синф физика курсидан потенциал энергия

$$E_p = mgh \quad (6)$$

еканлиги бизга маълум: (5) формулани бундай кўринишда ёзамиз:

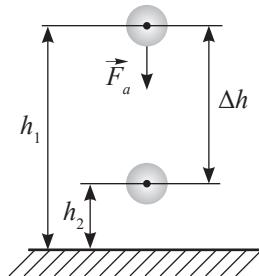
$$A = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad (7)$$

Оғирлик кучи таъсирида жисмнинг Ер билан ўзаро таъсири натижасида потенциал энергияси ўзгариб, иш бажаради.



Дикқат қилинг!

Куч таъсирида жисмнинг кинетик энергияси ўзгариади, иш бажарилади.



133-расм. Оғирлик кучининг иши жисмнинг Ер сиртидан жойлашиши сатҳининг айрмаси билан аниқланади.



Эксперимент

Ўзингизнинг иккинчи қаватга кўтарилиганда бажарган ишингизни аниқланг. Олинган натижани таққослаб, нима учун уларнинг турлича бўлишини тушунтиринг.

V Эластиклик кучининг иши



Саволларга жавоб беринг

- Нима учун эластик кучининг ишини аниқлагандан унинг ўртача қийматини кўллаш зарур?
- Эластик кучи билан оғирлик кучи мусбат ва манфий бўлиши мумкинлигини сабаби нимада?
- (7) формула бўйича эластик кучини аниқлаш мумкинми?

4-тотшириқ

Берилган параграфнинг IV қисми асосида эластиклик кучининг ишини хисоблаш формуласини оламиз (134-расм):

$$A = -\frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2) \quad (8)$$

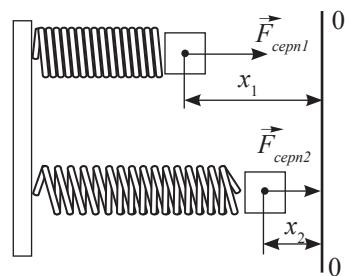
Сиқилиш ва чўзилиш вақтида жисмнинг потенциал энергияси ушбу формула билан аниқланишини ёдингизга туширинг:

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (9)$$

VI Ишқаланиш кучининг иши

(1) формуладан ишқаланиш кучининг ишини хисоблаш формуласини оламиз. Горизонтал сирт учун ишқаланиш кучи $F_{\text{ишқ}} = \mu N = \mu mg$, ишқаланиш кучининг йўналиши билан жисмнинг кўчиш йўналиши орасидага бурчак 180° эканлигини эътиборга олсак:

$$A = \mu mgS \cdot \cos a \quad \text{ёки} \quad A = -\mu mgS. \quad (10)$$



134-расм. Эластик кучининг иши жисмнинг узайшининг (чўзилишининг) ўзгаришига боғлиқ

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Пружинага массаси 2 кг юк осилганда, пружина 4 см га чўзилди. Пружинани 2 см дан 12 см га чўзиш учун қандай иш бажариш керак?

Берилган:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$x = 4 \text{ см}$$

$$x_1 = 2 \text{ см}$$

$$x_2 = 12 \text{ см}$$

$$A = ?$$

ХБЖ

$$4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$12 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Ечилиши:

Эластиклик кучининг иши:

$$A = -\frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2). \quad (1)$$

Пружинани чўзувчи ташки кучларнинг иши қарама-қарши йўналган, демак, у қарама-қарши ишорага эга:

$$A = \frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2).$$

Юк осилганда пружина эластиклик кучи оғирлик кучига teng бўлгунча чўзилади: $F_{\text{эл}} = F_a$ ёки $kx = mg$. Бундан:

$$k = \frac{mg}{x} \quad (2)$$

(2) ифодани (1) ифодага қўйиб ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$A = \frac{mg}{2x} (x_2^2 - x_1^2); \quad A = \frac{2\kappa g \cdot 9,8 \frac{m}{c^2} (144 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}) m^2}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} m} = 3,5 \text{ Дж.}$$

Жавоби: $A = 3,5 \text{ Дж.}$

Текшириш саволлари

1. Қандай шартларда механик иш бажарилмайди?
2. Кинетик энергиянинг ўзгариши теоремасининг моҳияти нимада?
3. Оғирлик ва эластиклик кучиларининг иши қандай аниқланади?
4. Нима учун ишқаланиш кучининг иши манфий қийматга эга?



Машқ

22

1. Курувчи массаси 10 кг қутини полдан 1 м баландликка кўтариб, баландликни ўзгартирмай, 1000 см масофага кўчириб, полга қўйди. Ҳар қайси босқичдаги оғирлик кучининг қийматини ва тўлиқ ишни аниқланг.
2. Массаси 50 кг чангичи текис секинланувчан ҳаракатида тўлиқ тўхтагунига қадар ишқаланиш кучининг бажарган ишини аниқланг. Тормозланиш йўли 0,01 км, ҳаракатланиш вақти 1/6 мин.
3. Автомобиль амортизаторининг пружинаси 4 мм сиқилганда 0,96 Дж иш бажарилса, пружина 4 см сиқилганда қандай иш бажарилади?



Машқ

22

1. Экскаватор ҳажми 14 м^3 тупроқни 20 м баландликка кўтариб ташлайди. Экскаватор ковшининг тупроқсиз оғирлиги 20 кН. Тупроқнинг зичлиги $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ бўлса, тупроғи бор ковш кўтарилганда бажариладиган иш нимага тенг?
2. Массаси 100 т электровоз тормозланганда текис секинланувчан ҳаракатга эга бўлади ва тезлигини 54 км/соатдан 3 м/с гача камайтиради. Ишқаланиш кучининг бажарган ишини аниқланг.

Экспериментал топшириқ

Ишқаланиш кучининг кўчиш йўналиши билан чанага қўйилган куч орасидаги бурчакка боғлиқлигини текширинг. Чана бир хил масофага кўчса қиялик бурчагининг ўзгариши бажарилган ишга қандай таъсир қиласди?

23-§. Энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштиргандо:

- масала ечишда энергиянинг сақланиш қонунидан фойдаланишини ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун кучнинг қийматлари ўзгарувчан бўлса, Ньютонон қонуларини кўллаш нотўғри натижаларга олиб келиши мумкин?
2. Қандай қонулар ўзгарувчан кучларнинг ўзаро таъсири вақтида масала ечишга имкон беради?



Ёдга туширинг

Энергиянинг сақланиш қонунини таърифланг. У қандай жараёнлар учун бажарилади?



1-топшириқ

Микролам, макролам, жисмлар тизими, жисмлар тизимининг ҳолати сўзларининг маъносини тушунтиринг.

I Иш – энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиш ўлчови

Жисмларнинг эркин тушиши текис ўзгарувчан ҳаракат бўлиб ҳисобланади, демак, кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теоремани оғирлик кучининг ишини ҳисоблаш учун қўллаш мумкин. 22-§ даги (3) ва (5) формулаларни таққослагандо:

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = -(mgh_2 - mgh_1) \quad (1)$$

ёки

$$E_{k2} - E_{k1} = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad (2)$$

Жисм тушаётда унинг кинетик энергияси ортади, потенциал энергияси эса камайди.

Иш – жисмларнинг ўзаро таъсирилашувида энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланишининг ўлчови бўлиб ҳисобланади.

II Ер билан ўзаро таъсирилашувчи жисмлар учун тўлиқ механик энергиянинг сақланиш қонуни

(1) формуладаги жисмнинг биринчи ҳолатига мос келадиган энергияни ўнг томонга, иккинчи ҳолатига мос келадиган энергияни чап томога ўтказамиш:

$$\frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 \quad (3)$$

ёки

$$E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1} \quad (4)$$

Кинетик ва потенциал энергияларнинг ишгандиси тўлиқ механик энергия дейилади.

$$E = E_k + E_p \quad (5)$$

Тўлиқ механик энергия тўғрисидаги тушунчани (5) эътиборга олсак, (4) ифода ушбу кўринишга келади:

$$E_2 = E_1 \quad (6)$$

бу ерда E_1 – Ер жисми ёпиқ тизимининг биринчи ҳолатдаги тўлиқ энергияси, E_2 – тизимнинг иккинчи ҳолатдаги тўлиқ энергияси.

(3–6) муносабатлар Ер –жисм ёпиқ тизимидағи тұлық механик энергия сақланиш қонунининг турлича ёзилишлари бўлиб ҳисобланади.

Тортисиши кучлари билан ўзаро таъсирлашии вақтіда жисмларнинг ёпиқ тизимининг тұлық механик энергияси ўзгармас бўлиб қолаверади: $E = \text{const.}$

Мұхим ахборот

Энергиянинг сақланиш қонуни жисмнинг энергияси ҳеч қачон йўқдан бор бўлмайди, у фактат бир турдан иккинчи турга айланади деб таърифланади. Ушбу қонун физиканинг турли соҳаларида турлича таърифга эга. Классик механика механик энергиянинг сақланиш қонунларини кўриб чиқади. Жисмлар орасида консерватив кучлар таъсир (ихтиёрий ёпиқ траекторияда бажарган иши 0 га тенг бўладиган кучлар) этадиган ёпиқ тизимнинг тұлық механик энергияси ўзгармас катталик бўлиб ҳисобланади. Ньютон механикасидаги энергиянинг сақланиш қонуни шундай таърифланади.

Ёпиқ ёки яккаланган тизим деб ташки кучлар таъсир этмайдиган физик тизимга айтилади. Бу тизимда атроф-муҳит билан энергия алмашиб содир бўлмайди, тизимнинг энергияси ўзаришсиз қолади, яъни сақланади. Бундай тизимда фактат ички кучлар таъсир қиласи ва жисмлар ўзаро таъсирлашади. Ёпиқ тизимларда потенциал энергиянинг кинетик энергияга айланиши содир бўлади ва аксинча.

Эслаб қолинг!

Энергиянинг сақланиш қонунидан фойдаланиб, масалалар ечиш алгоритми

1. Расмда жисм тезлиги, сиқилиш ёки чўзиши, саноқнинг нолинчи сатхи даражаси сифатида олинган сиртга нисбатан жойлашиш тавсифлари берилган масалалар учун жисмлар тизимининг икки ҳолатини тасвирланг.
2. Жисмлар тизимининг ҳар қайси ҳолатининг тұлық энергиясини ёзинг.
3. Сақланиш қонуни асосида тұлық энергияларни тентглаштириңг.
4. Олинган тенгламадан масаланинг шарты бўйича номаълум катталикини аниқланг, унинг қийматини топинг.



Дикқат қилинг!

Иккита номаълумли бор масалаларни ечиш учун энергиянинг сақланиш қонуни ва импульснинг сақланиш қонунига асосланган тенгламалар тизимини ёзинг. Кучлар ўзгармас бўлган ҳолларда Ньютоннинг иккинчи қонунини қўллаш мумкин.

III Эластиклик кучи билан ўзаро таъсирлашувчи жисмлар учун тұлық механик энергиянинг сақланиш қонуни

Пружина билан унга бириктирилган жисмнинг ўзаро таъсирини кўриб чиқайлик. Пружина деформацияланганда эластиклик кучи пайдо бўлади, унинг таъсиридан жисм ҳаракатланади. Жисмнинг тезлиги ортади, эластиклик кучи камаяди. Сиқилган пружинанинг потенциал энергияси жисм ҳаракатининг кинетик энергиясига айланади. Эластиклик кучи иш бажаради:

$$A = F_{cep} (x_1 - x_2) \quad (7)$$



Эксперимент

Метрли тасмадан фойдаланиб, вертикал юқорига улоқтирилган шарнинг улоқтириш пайтидаги тезлигини аниқланг.

бунда

$$F_{\text{зл}} = \frac{kx_1 + kx_2}{2} = \frac{k}{2}(x_1 + x_2) \quad (8)$$

$$(8) \text{ ифодани (7) ифодага қўйсак: } A = \frac{k}{2}(x_1 + x_2) \cdot (x_1 - x_2)$$

Силжишлар йигиндисининг улар айирмасига кўпайтмасини силжишлар квадратларининг айирмаси билан алмаштирамиз:

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} \quad (9)$$

Ифоданинг ўнг томонида биз деформацияланган пружинанинг икки ҳолатдаги потенциал энергиялари айирмасини оламиз:

$$A = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad (10)$$

Бу ерда $E_{p2} = \frac{kx_2^2}{2}$ – пружинанинг иккинчи ҳолатдаги потенциал энергияси,

$E_{p1} = \frac{kx_1^2}{2}$ – пружинанинг биринчи ҳолатдаги потенциал энергияси, A – эластиклик кучининг иши.

Олинган натижаларни кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теорема билан тақослаб, сақланиш қонунини бундай кўринишда ёзамиш:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} \quad (11)$$

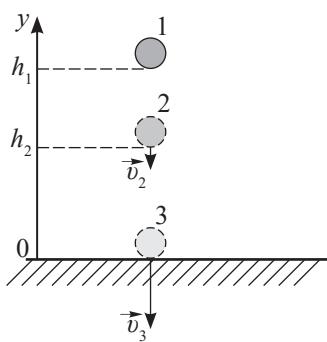
ёки

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} \quad (12)$$

Эластиклик кучлари билан ўзаро таъсирилашув вақтида жисмлар ёпиқ тизимининг тўлиқ механик энергияси ўзгармас (доими) катталик бўлиб қолаверади: $E = \text{const.}$

2-топшириқ

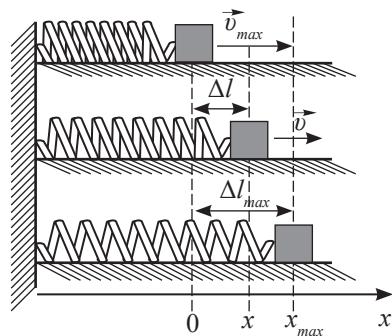
Шар – Ер жисмлар тизимининг учта ҳолати учун тўлиқ механик энергияни аниқлаш формуласини ёзинг (135-расм).



135-расм. Шар энергиясининг ўзгариши

3-топшириқ

Пружина – жисм тизимининг учта ҳолати учун тўлиқ механик энергияни аниқлаш формулаларини ёзинг (136-расм).



136-расм. Пружина-жисм тизими энергиясининг бир турдан иккинчи турга айланиши

IV Ишқаланиш кучи таъсирида тўлиқ механик энергиянинг ўзгариши

Ишқаланиш кучлари билан иш бажарганда механик энергия ички энергияга айланади, у иссиқлик энергияси дейилади. Тўлиқ механик энергия камаяди. Механик энергиянинг камайишини кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теорема билан аниқлаш мумкин: $A = \Delta E = \Delta U = Q$, бу ерда A – ишқаланиш қучининг иши; ΔE – тўлиқ механик энергиянинг ўзгариши; ΔU – ички энергиянинг ўзгариши; Q – иссиқлик миқдори.

Жавобини айтинг

Нима учун ишқаланиш кучи таъсирида жисмнинг тўлиқ механик энергияси камаяди?

Бу қизиқ!

Энергиянинг сақланиш қонуни – табиатнинг асосий қонунларидан бири бўлиб, у механикадагина эмас, балки физиканинг бошқа бўлимларида ҳам қўлланилади. Сақланиш қонуни ёрдамида термодинамика, электродинамика, квант физикаси, аэродинамика ва гидродинамикада кўплаб натижасидир. Ҳар бир янги машина ёки янги қурилиш – Ньютоннинг классик механикасининг қўлланишиши қашфиётлар яратилган. Энергиянинг сақланиш қонуни асосида энергиянинг бир турдан иккинчи турга айлантиришга мўлжалланган техник қурилмалар лойихаланган. Техникада импульснинг сақланиш қонуни қўлланилган асосий ўйналии ракетасозликни ривожлантириш бўлди. Сақланиш қонунлари фан ва техникада кенга қўлланилади.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

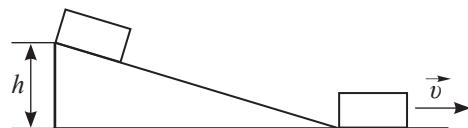
Баландлиги 0,8 м силлиқ қия текисликдан сирпанган жисмнинг ерга тушиш тезлигини аниқланг.

Берилган:

$$\begin{aligned} h &= 0,8 \text{ м} \\ v_0 &= 0 \\ v - ? \end{aligned}$$

Ечилиши:

Ер – жисм тизимиининг икки ҳолатдаги тўлиқ механик энергиясини аниқлаймиз:



1-ҳолат. Қия текисликнинг юқориги нуқтасидаги тўлиқ механик энергия потенциал энергияга teng, $v_0 = 0$ бўлгани учун кинетик энергия нолга teng: $E_1 = mgh$.

2-ҳолат. Қия текисликнинг асоси потенциал энергия нолга teng, тўлиқ энергия кинетик энергияга teng: $E_2 = \frac{mv^2}{2}$

Энергиянинг сақланиш қонуни асосида: $E_1 = E_2$; $mgh = \frac{mv^2}{2}$

$$v = \sqrt{2gh}; v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{m}{c^2} \cdot 0,8 m} = 4 \frac{m}{c}$$

Жавоби: $v = 4 \frac{m}{c}$.

Текшириш саволлари

- 1 Қандай энергия тұлиқ механик энергия деб атала迪?
- 2 Қандай тизим ёпиқ тизим деб атала迪?
- 3 Тұлиқ механик энергиянинг сақланиш қонунининг мөдияти нимада?
- 4 Қандай күчлар таъсирида тизимнинг тұлиқ механик энергияси камаяди?



Машқ

23

- 1 Ер сиртидан вертикаль юқорига отилған 250 г массали коптокнинг кинетик энергияси 49 Ж га тең. Қандай баландликта унинг кинетик энергияси потенциал энергияга тең бўлади? Ер сиртидаги потенциал энергияни нолга тең деб олинг.
- 2 Ўйинчоқ тўппончанинг пружинаси 9,8 Н куч таъсирида 4 см сиқилди. Массаси 1 г ўқ вертикаль юқорига отилғандан, у қандай баландликка кўтарилади?
- 3 Массаси 2 кг тош 100 дм баландликдан тушди ва Ерга тушиш пайтида 12 м/с тезликка эга бўлди. Тушиш пайтида ҳавонинг қаршилигини енгиш учун қандай иш бажариш керак?



Машқ

23

- 1 Аравача «америка тепалигининг» ердан 20 м баландликдаги энг юқори нуқтасида бошланғич тезликсиз ҳаракатлана бошлади. У 2 м баландликкача кескин пастга тушиб, сўнгра тиккасига 15 м баландликда жойлашган кейинги тепаликнинг устига кўтарилади. Аравачанинг 2 м баландликдаги новдаги ва 15 м тепаликдаги тезлигини аниқланг. Энергия исрофини эътиборга олманг.
- 2 20 м/с тезлик билан учаётган 160 г массали хоккей шайбаси дарвозага кириб, тўрга урилди ва тўр 6,4 см эгилди. Шайбанинг тўрга таъсир этган максимал қучини аниқланг. Эластиклик қучи тўрнинг узайишига тўғри пропорционал эканлигини ҳисобга оламиз.

Ижодий топшириқ

«Табиатда ва техникада сақланиш қонуллари» мавзусида ахборот тайёrlанг.

4-бобнинг хуносаси

Куч импульси ва жисм импульси формулалари	Реактив ҳаракат формулалари
$\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}$	$v_1 = mu_1 \cdot \frac{1}{M - m}$ $\frac{v_3}{v_f} = \frac{m_o}{M - m_o}$
Механик ишнинг формулалари	Сақланиш қонуни
$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha$ $A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$ $A = -(E_{p2} - E_{p1})$ $A = -mg(h_2 - h_1)$ $A = -\frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2)$ $A = -\mu mgS$	$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ $\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}$ $E_2 = E_1$ $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ $\frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1$ $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2}$

Импульс ва энергиянинг сақланиш қонунлари:

- Жисмларнинг ёпиқ тизими учун таъсирашув вақтидаги жисм импульсларининг геометрик йифиндиси ўзгармас бўлиб қолаверади.
- Жисмлар ёпиқ тизимининг тўлиқ механик энергияси эластик ўзаро таъсирида доимий катталик бўлиб қолади: $E = \text{const.}$

Глоссарий

Жисмларнинг ёпиқ тизими – ташқи кучлар таъсир этмайдиган жисмлар тизими.

Жисм импульси – массанинг жисм тезлиги кўпайтмасига тенг катталик.

Куч импульси – куч ва унинг таъсир этиши вақтининг кўпайтмасига тенг катталик.

Тўлиқ механик энергия – кинетик ва потенциал энергияларнинг йифиндиси.

Иш – жисмларнинг ўзаро таъсирашувида энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиш ўлчови.

Реактив ҳаракат – жисмнинг бир қисми ундан қандайдир бир тезлик билан ажралган вақтдаги жисм ҳаракати.

ТЕБРАНИШЛАР ВА ТҮЛҚИНДАР

Бу бобда биз тебранма ҳаракатни, тебранишни тавсифловчи катталиклар қандай аниқланишини кўриб чиқамиз. Механик тебранишлар ва жисмларнинг айланна бўйлаб ҳаракати орасида қандай фарқ борлигини, механик ва электромагнит тебранишлар орасидаги ўхшашликни аниқлаймиз.

Бобни ўқиб-билиш орқали сиз:

- Эркин ва мажбурий тебранишларга мисоллар келтиришни; амплитуда, частота ва даврни экспериментал равишда турда аниқлашни;
- формула бўйича давр ва циклик частотани, ва фазани ҳисоблашни;
- тебранма жараёнларда энергиянинг сақланишини тавсифлашни;
- гармоник тебранишлар графиги бўйича координаталар, тезлик ва тезланиш тенгламаларини ёзишни;
- тебраниш тизимида тебранишнинг пайдо бўлиш сабабларини аниқлашни;
- даврнинг турли параметрларга боғлиқлигини, давр формуласидан эркин тушиш тезланишини аниқлашни;
- график бўйича мажбурий тебранишлар амплитудасининг мажбурловчи куч частотасига боғликлигини тавсифлашни;
- резонансни, эркин электромагнит тебранишларни тавсифлашни;
- товушнинг, резонанснинг пайдо бўлиш ва тарқалиш шартларини, товуш тавсифларини товуш тўлқинлари частотаси ва амплитудаси билан мослаштиришни; акс садонинг пайдо бўлиши ва қўлланиш усуllibарини тавсифлашни;
- ультратовуш ва инфратовушнинг, электромагнит тўлқинлар диапозонларининг қўлланилишини, ёруғлик дисперсиясини тавсифлашни ўрганасиз.

24-§. Тебранма ҳаракат

Кутиладиган натижা

Ушбу мавзуни ўзлаширигандага:

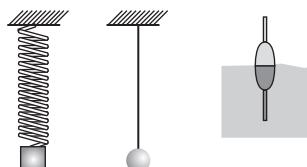
- эркин ва мажбурий тебранишларга мисоллар келтириши;
- амплитудани, давр ва частотани тажрибада аниқлашни;
- формула бўйича даврни, циклик частотани ва фазани ҳисоблашни ўрганасиз.

Жавобини айтинг

Тебранма ҳаракатни ҳаракатнинг бошқа турларидан қандай белгилари бўйич ажратиш мумкин?

1-топширик

1. Ҳаракатлар орасидан тебранма ҳаракатларни танланг: ниначи қанотларининг ҳаракати, парашютчининг ерга тушгандаги ҳаракати, Ернинг Қуёш атрофидаги об ҳаракати; шамол эсгандаги майсаларнинг тебраниши аргимчоқнинг тебраниши.
2. Тебранма ҳаракатга мисоллар келтиринг.
3. Тебранма ҳаракатта таъриф беринг.



137-расм. Тебраниши тизимлари

I Тебранма ҳаракат, эркин ва мажбурий тебранишлар

Атрофимиздаги кўпигина жисмлар тақорорлана-диган ҳаракатлар қиласди. Масалан, юракнинг уриши, шамол эсганда дараҳт шохларининг тебраниши, автомобиль ойнасини тозалагичининг тақорорлани-ладиган ҳаракати орқали ойнани тозалаши ва б.к. тақорорланиб туради.

Вақт ўтиши билан даврий равища тақорорланадиган ҳаракатлар **тебранма ҳаракат деб аталади.**

Даврий равища ўзгарадиган ташқи куч таъсир этганда, ҳар қандай жисм тебранма ҳаракатга кела-ди. Ойна тозалаганда биз даврий равища кучнинг йўналишини ўзгартириб турамиз. Двигателдаги поршень ёниш маҳсулотларининг даврий равища тақорорланиб турадиган босимига учрайди.

Даврий равища ўзгариб турадиган ташқи кучлар таъсирида пайдо бўладиган тебранишлар мажбурий тебранишлар дейилади.

Ташқи кучларнинг таъсиридан тебранма ҳа-ракат қиласдиган жисмлар тизими мавжуд. Бундай тизимларга пружинадаги жисм, ипга осилган жисм, мусиқа асбобининг таранг тортилган ипи, бир томони қистириб қўилган пластина (*137-расм*) киради. Шу тизимларни тинч ҳолатдан чиқаради-ган бўлсак, улар эркин тебранма ҳаракатланади.

Тизим мувозанат вазиятидан чиқарила-гандан сўнг, тизимда ички кучлар таъси-рида содир бўладиган тебранишлар эркин тебранишлар деб аталади.

Ипга осилган ёки пружинага маҳкамланган юқнинг тебраниши эркин ҳаракатга мисол бўла олади. Бу тизимлар мувозанат вазиятидан

чиқарилғандан сүнг жисм ташқи күчлар таъсирисиз тебранадиган шароитлар пайдо бўлади.

Эркин тебрана оладиган жисмлар тизими тебраниш тизими деб аталади.

II Тебраниш амплитудаси

Ипни 0 вертикаль ҳолатидан оғдириш орқали тизимни мувозанат вазиятидан чиқарайлик (138-расм).

Мувозанат вазияти – тебранши тизими – нинг турғун вазияти.

Ипга осилган шар мувозанат вазиятидан силжиган вақтда бир максимал нуқтадан иккинчи максимал нуқтага ўтиб, орқага қайтади. 0 мувозанат нуқтасидан максимал нуқтасигача бўлган масофа тебраниш амплитудаси деб аталади, А ҳарфи билан белгиланади, ва метрларда ўлчанади.

Амплитуда – жисмнинг мувозанат вазиятидан энг катта силжиши.

Силжиш – жисмнинг мувозанат вазиятидан оғиши, уни жисмнинг θ x ўқи бўйлаб ҳаракатланидаги каби x ҳарфи билан белгиланади.

III Тебраниш частотаси ва даври

Тебранма ҳаракат қиласидиган тизимларнинг асосий тавсифлари давр ва частота.

Давр – тизимнинг бир марта тўла тебраниши учун кетган вақт.

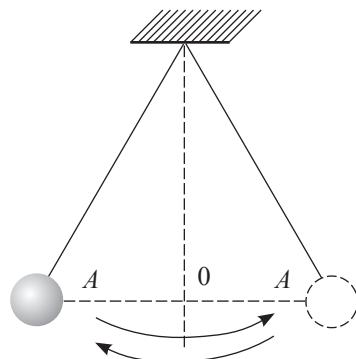
Давр T ҳарфи билан белгиланади ва секундларда ўлчанади:

$$T = \frac{t}{N}, \quad (1)$$

бунда t – тебраниш вақти;
 N – тебранишлар сони.

2-топширик

Тебраниш тизимларига мисоллар келтириб, уларни дафтарингизга чизинг.



138-расм. Бир даврда жисм траекториянинг барча нуқталаридан иккى марта ўтади

Жавобини айтинг

Нима учун тебраниш тизимлари ташқи күчлар таъсирисиз тебрана олади?

3-топширик

- Эркин тебранишларни бир устунга, мажбурий тебранишларни иккинчи устунга ёзинг: двигатель цилинтридаги поршень, тиқув машинасининг ингаси, қуш учеби кетгандан сүнг дарахт шохининг ҳаракати, чолғу асбобининг торлари.
- Ҳар бир устунни ўз мисолингиз билан тўлдиринг.

Жавобини айтинг

Нима учун тебранётган жисм мувозанат вазиятига қайтганда тўхтамайди?

Жисм тебран ётиб, траекториянинг ҳар бир нуқтасидан икки марта ўтади. (138-расм).

Частота – тизимнинг бирлик вақт ичидаги тебранишлар сони.

Частота ν ҳарфи билан белгиланиб, герцларда ўлчанади.

$$\nu = \frac{N}{t}. \quad (2)$$

(1) ва (2) формулалардан давр ва частота – ўзаро тескари катталиклар экан-лигини кўрши мумкин:

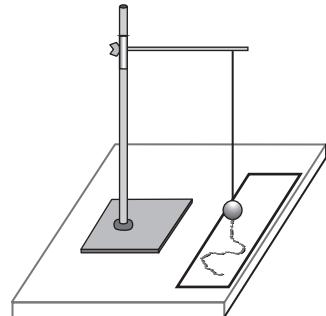
$$T = \frac{1}{\nu} \quad (3)$$

ёки

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (4)$$

IV Гармоник тебранишлар

Узун ипга осилган жисм тебранишининг тармоқларини кўриб чиқайлик (139-расм). Жисм сифатида кичкина тешиги бор шарни оламиз, тешикни қум билан тўлдирамиз. Қуми бор шар кўйилган пластинани ўзгармас тезлик билан тебраниш текислигига перпендикуляр йўналишида ҳаракатлантиrsак, унда тўлқинли чизик ҳосил бўлади (140-расм). Математикада бундай чизик синусойда ёки косинусоида дейилади.



139-расм. Илдаги жисм тебранишини ёзиши қурилмаси

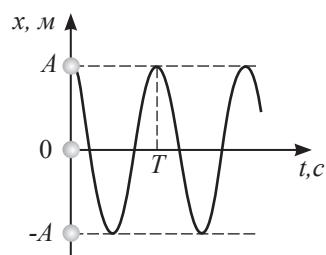
Синус ёки косинус қонунига мувофиқ содир бўладиган тебранишлар гармоник тебранишлар деб аталади.

Эксперимент

Проекцион аппарат ёрдамида ипга осилган, пружинага осилган, айлана бўйлаб ҳаракатланётган жисмларнинг ҳаракатини кузатинг. Уларнинг ҳаракат траекторияларини тақосланг. Кузатилган ҳаракатларнинг ўхшашилкларини аниqlанг.

Жавобини айтинг

Нима учун айлана бўйлаб ва тебранма ҳаракат учун давр ва частотани ҳисоблаш формулалари бирхил?



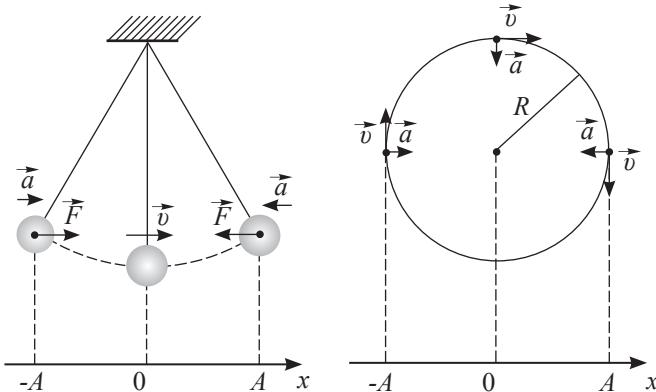
140-расм. Гармоник тебраниши графиги – косинусоида

Эслаб қолинг!

$$[\nu] = \frac{1}{c} = 1 \text{ Гц}$$

V Гармоник тебранишларнинг геометрик модели

Айланада бўйлаб ҳаракатланаётган жисм проекцияси тебранма ҳаракатнинг геометрик модели бўлиб ҳисобланади. Айланада маркази атрофида ҳаракатланадиган жисмнинг максимал оғшиларининг проекцияси айланада радиусига тенг: $A = R$ (141-расм).



141-расм. Инга осилган жисм тебраниши билан айланада бўйлаб ҳаракатланган жисм проекцияси тебранишида фарқ йўқ

Максимал оғиш ва мувозанат нуқтасидаги тезланиш ва тезлик векторлари йўналишдош. Бинобарин тебранма ҳаракатда жисм координаталарини, тезланиш ва тезлигини айланма ҳаракатланган жисмнинг мос катталикларининг проекциялари каби ҳисоблаш мумкин.

VI Тебранишларнинг циклик частотаси, тебранишлар фазаси

Айланада бўйлаб ҳаракатда ω катталик бурчак тезлик, тебранма ҳаракатда циклик частота деб аталади. \sin ва \cos функцияларнинг қийматлари ҳар 2π сайнин такрорланиб туради:

$$\omega = 2\pi\nu \quad (5)$$

формуладан циклик частота 2π секунд ичида содир бўлган тебранишлар сони билан аниқланиши келиб чиқади.

Циклик частота – 2ω секунд ичидаги тебранишлар сони.

Ф бурчакли кўчиш тебранма ҳаракатда «тебраниш фазаси» деб аталади. Айланада бўйлаб ҳаракат аги φ бурчакли кўчиш ва тебраниш фазасини ҳисоблаш формулалари орасида фарқ йўқ:

$$\varphi = \omega \cdot t; \quad \varphi = \frac{2\pi}{T} t; \quad \varphi = 2\pi\nu \cdot t \quad (6)$$

Тебраниш фазаси – тебраниши тизими ҳолатини аниқлақайдиган катталик.

Мухим маълумот

Математика курсида:

- 1) синусоиданинг ва косинусоиданинг даври 2π , бу 2π -дан сўнг барча қийматларнинг қайталанишини, яъни бир тебраниш тугаб, кейингиси бошланади деганини билдиради.
- 2) $2\pi=360^\circ$ тўлиқ бурчак.

Ёдда сакланг!

Циклик частотанинг ХБТдаги ўлчов бирлиги:

$$[\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad [\varphi] = 1 \text{ рад}.$$

4-топширик

Циклик частота давр билан боғланиш формуласини; тебраниш фазасини аниқлаш формуласинидаги катталики ва уларнинг ўлчоб бирликлари ни ёзинг.

Текшириш саволлари

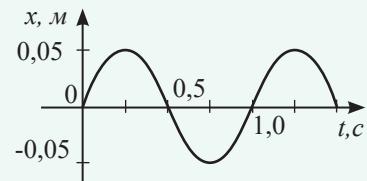
1. Тебранма ҳаракат деб нимага айтилади?
2. Қандай тебранишлар эркин ва қандай тебранишлар мажбурий тебранишлар деб аталади?
3. Тебраниш тизими деб қандай тизимларга айтилади? Мисол келтириңг.
4. Қандай тебранишлар гармоник тебранишлар деб аталади?
5. Амплитуда, давр, частота, циклик частота, тебраниш фазасига таъриф беринг.



Машқ

24

1. Маятник 1 мин 40 с ичидә 50 марта тебранди. Маятникнинг тебраниш даври ва частотасини аниқланг.
2. 142-расмдаги график бүйича пружинали маятникнинг тебраниш амплитудасини, даврини, частотаси ва циклик частотасини аниқланг. Фазаларнинг қандай қийматларида силжиш амплитуда қийматига етади?



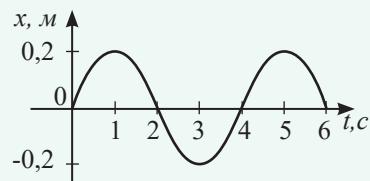
142-расм. 24-машқдаги 2-масаланинг тебраниш графиги



Машқ

24

1. 0,5 мин ичидә 24 марта маятникнинг даврини ва частотасини аниқланг.
2. 143-расмда тасвирланган график бүйича математик маятникнинг амплитудасини, даврини, циклик частотаси ва частотасини аниқланг. Фазаларнинг қандай қийматларида силжиш минимал қийматга эга бўлади?



143-расм. 24-машқдаги (уй иши) 2-масаланинг тебраниш графиги

Эксперимент

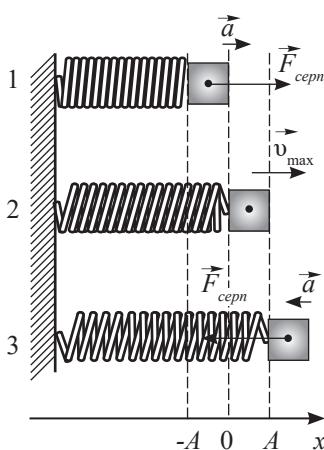
Ховлидаги арғимчоқнинг тебраниш даврини аниқланг. Тебраниш амплитудасининг жисм массасига боғлиқлигини аниқланг.

25-§. Тебранишларда энергия айланиши. Тебранма ҳаракат тенгламаси

Куиладиган натижә:

Ушбу мавзузуң үзлаштиргандага:

- тебраниш жараёнида энергиянинг сақланиш қонунин тавсифлашини, гармоник тебранишлар графиклари бўйича координаталар, тезлик ва тезланиш тенгламаларини ёзиши ўрганасиз:



144-расм. Тезланиш максимал силжиси нуқталарида, тезлик жисм мувозанат вазиятидан ўтии вақтида максимал қийматга эга бўлади.

I Пружинали маятник учун энергиянинг сақланиш қонуни

Пружинали маятникнинг уч турли ҳолатдаги тўлиқ механик энергиясини аниқлаймиз. Мувозанат вазиятидан максимал четга чиқарилган нуқтада (**144-расм**) маятник фақат потенциал энергияга эга бўлади чунки жисм ҳаракат йўналишини ўзгартириб тўхтайди:

$$E_1 = E_3 = \frac{kA^2}{2}. \quad (1)$$

Барқарор мувозанат вазиятда пружина деформацияланмайди, жисмнинг фақат максимал қийматга эга кинетик энергияси бўлади:

$$E_2 = \frac{mv_{\max}^2}{2}. \quad (2)$$

Ўз-ўзидан силжиш нуқтасида тўлиқ механик энергия кинетик ва потенциал энергияларнинг иғиндинсига тенг:

$$E = E_p + E_k = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}. \quad (3)$$

Энергиянинг сақланиш қонунининг асосида, ишқаланиш кучи бўлмаганда тизимнинг тўлиқ энергияси ўзгармас катталиқ бўлиб қолаверади $E_p + E_k = \text{const}$, уни ушбу кўринишида ифодалаш мумкин:

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} \quad (4)$$

ёки

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

ёки

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}. \quad (6)$$



Жавобини айтинг

- Мувозанат вазиятидан чиқарилган тебраниш тизими қандай энергия турларига эга бўлади?
- Пружинадаги жисм қандай шароитда максимал кинетик энергия, қандай шароитда потенциал энергияга эга бўлади?

II Тебранувчи жисмнинг максимал тезлиги

Энергиянинг сақланиш қонуни жисмнинг мувозанат вазиятидан четга чиқишнинг (силжиш) исталган қийматида унинг тезлигини баҳолашга имкон беради. (4–6) тенгламадардан жисм тезлигини ҳисоблаш формуласини олиш мумкин. Масалан, (4) тенгламадан жисмнинг мувозанат вазиятидан ўтишидаги максимал тезлиги бундай бўлишини кўриш мумкин:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot A. \quad (7)$$

Максимал тезликни аниқлаш учун геометрик моделни ва айлана бўйлаб текис ҳаракатдаги тезлик формуласини кўлланиш мумкин: $A = R$ айланиш радиуси билан тебраниш амплитудасининг teng эканлигини шлобатга олсак:

$$v_{\max} = \frac{2\pi}{T} A; \quad v_{\max} = 2\pi\nu \cdot A; \quad v_{\max} = \omega \cdot A. \quad (8)$$

III Математик маятник учун энергиянинг сақланиш қонуни. Тебранаётган жисмнинг максимал тезлиги

Математик маятник тебранма ҳаракат қилганда жисмнинг потенциал энергиясининг кинетик энергияга айланиши ва тескари жараён амалга ошади.

Энергиянинг сақланиш қонуни ушбу кўришишга келади.

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}. \quad (9)$$

Агар нолинчи сатҳ даражаси сифатида жисмнинг барқарор мувозанат ҳолатидаги жойлашишини қабул қилсак (145-расм), у ҳолда жисмнинг оғиш вақтидаги кўтарилиш баландлиги кўрыйидагига teng бўлади:

$$h = l - \Delta h = l - l \cdot \cos\alpha = l(1 - \cos\alpha). \quad (10)$$

Максимал оғиш ва мувозанат нуқтасидан ўтиш ҳолатларидаги энергиянинг сақланиш қонунини ифодалайдиган (9) формула ушбу кўринишга келади:

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = mgh_{\max}. \quad (11)$$

1-топшириқ

(5) ва (6) формулалардан вақтнинг сиалган пайтида пружинадаги жисм тезлигини ҳисоблаш формуласини аниқланг.

Жавобини айтинг

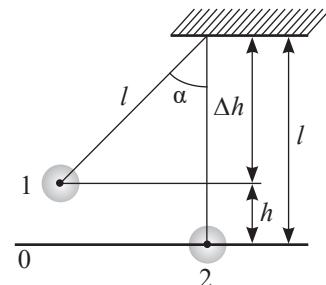
Тебранма ҳаракат учун ихтиёрий вақтнинг исталган пайтида тезлигини аниқлаш учун нима учун айлана бўйлаб текис ҳаракат формуласидан фойдаланишига бўлмайди?

2-топшириқ

Тебранма ҳаракатланаётган ипга осилган жисмнинг ихтиёрий вақтдаги тезлигини ҳисоблаш топиш формулаларини ёзинг.

Ёдга тушуринг!

Гук қонунини ва билан Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифланг.



145-расм. Математик маятникнинг тебраниши:
1) мувозанат вазиятидан максимал оғиши 2) жисмнинг мувозанат нуқтасидан ўтиши

Максимал күтарилиш баландлиги мувозанат вазиятидан максимал оғиш бурчаги билан (10) формула бўйича аниқланади. (11) формуладан жисмнинг мувозанат вазиятидан ўтаётгандаги ҳаракатининг максимал тезлигини ифодайдик:

$$v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}}. \quad (12)$$

IV Тебранувчи жисм координатаси. Тебранма ҳаракат тенгламаси

Геометрик моделдан фойдаланиб тебранётган жисм координатасини аниқлаймиз (146-расм). Ox ўқининг саноқ нуқтасини айлана маркази билан мослаштирамиз. Бу нуқта жисмнинг барқарор мувозанат ҳолатига мос келади. Жисм M нуқтага жойлаштирилсин, унинг Ox ўқидаги координатаси ушбуга тент бўлади:

$$x = R \cdot \cos \varphi$$

ёки

$$x = A \cdot \cos \omega t. \quad (13)$$

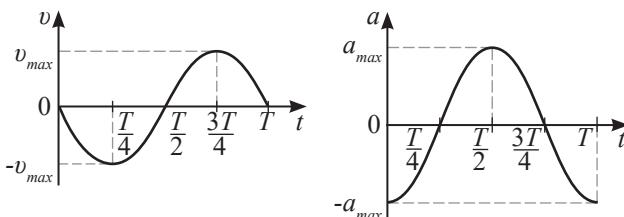
Олинган жисмнинг координаталари аниқлаш тенгламаси *тебранма ҳаракат тенгламаси* деб атади.

Косинус функциясининг аргументи $\varphi = \omega t$ тебранишлар фазаси бўлиб ҳисобланади, у тизимнинг ҳолатини тавсифлайди.

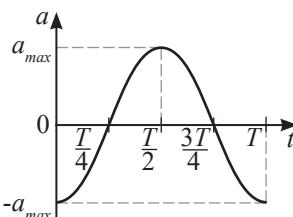
$t = 0, \cos \omega t = 0, x = A$, бу тебранишлар максимал оғиш вазиятидан содир бўлишидан далолат беради.

$t = \frac{T}{4}, \cos \omega t = \cos \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} = \cos \frac{\pi}{2} = 0, x = 0$ бўлганда, чорак (тўртдан бир) даврдан кейин жисм мувозанат вазиятидан ўтади.

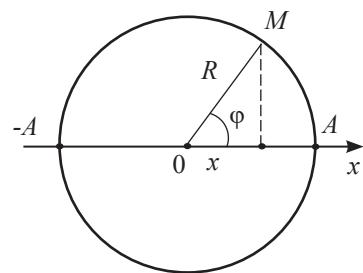
147-расмда косинусоида графиги берилган.



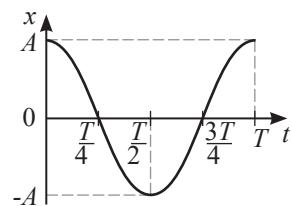
148-расм. Тебранувчи жисм ҳаракат тезлигининг вақтга боғлиқличи графиги



149-расм. Тебранувчи жисм тезланишининг бир давр ҳажмидағи вақтга боғлиқличи графиги



146-расм. Тебранма жараёнманинг геометрик модели



147-расм. Тебранувчи жисм координатасининг бир давр ҳажмидағи вақтга боғлиқличи графиги



3-тапширик

148, 149-расмлардаги тезлик билан тезланишининг вақтга боғлиқличи графикаларини кўриб чиқинг. Жисм координатасининг вақтга боғлиқличи графикаги билан таққосланг.

V Тезлик ва тезланишнинг вақтга боғлиқлиги графиклари. Тебранма ҳаракат тезлиги ва тезланишини график бўйича аниқлаш

Жисм координаталарининг, тезлик ва тезланишнинг боғлиқлик графикларини таққослаш тезлик ва тезланишни ҳисоблаш формуласарини жисм координаталарини ҳисоблаш формуласи (13) каби ёзишга имкон беради. Векторларнинг йўналишини эътиборга олсак, формула ушбу кўринишга келади:

$$a = -a_{\max} \cos \omega t. \quad (14)$$

Силжишнинг амплитудавий кийматида тезлик нолга teng, мувозанат вазиятда эса тезлик максимал бўлгани боис. (147–148-расмлар) тезлик учун:

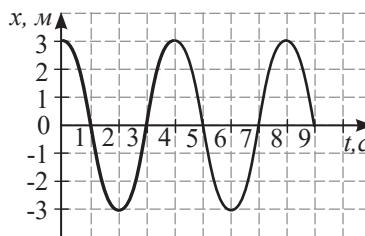
$$v = -v_{\max} \sin \omega t. \quad (15)$$

Бу формулалардаги тезланиш ва тезликнинг максимал қийматларини жисмнингайланба бўйлаб ҳаракати формулалари орқали аниқлаймиз:

$$a_{\max} = \omega^2 A, \quad a_{\max} = \frac{4\pi^2}{T^2} A, \quad a_{\max} = 4\pi^2 v^2 A \quad (16)$$

$$v_{\max} = \omega A, \quad v_{\max} = \frac{2\pi}{T} A, \quad v_{\max} = 2\pi v A, \quad (17)$$

Бунда $R = A$.



150-расм. 5, 6-топшириқларга

Жавобини айтинг

3-топшириқнинг хulosаси келтириилган графиклар билан тасдиқланадими?

Жавобини айтинг

Жисм мувозанат вазијатидан ҳаракатлана бошласа, тебраниш тизимининг тенгламаси қандай ўзгаради? У тезлик ва тезланишинга вақтга боғлиқлиги тенгламаларига қандай таъсир этади?

4-топшириқ

150-расмдаги график бўйича тебраниш амплитудасини, даврини, циклик частотасини аниқлаб, гармоник тебранишлар тенгламасини ёзинг.

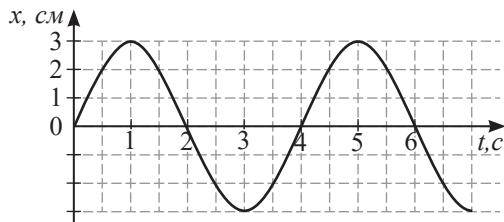
5-топшириқ

Силжишнинг вақтга боғлиқлиги графикиги бўйича тебранишдаги жисм тезланиши ва тезлигининг максимал қийматларини аниқланг (150-расм). Тезлик ва тезланишнинг вақтга боғланиш графикларини ясанг.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Силжишнинг вақтга боғлиқлиги графикиги бўйича тебранувчи жисм тезланиши ва тезлигининг максимал қийматларини аниқланг. Тебранма ҳаракат тенгламасини ва тезлик ҳамда тезланишнинг вақтга боғлиқлиги тенгламаларини ёзинг.

Берилган:



$$x(t) = ?$$

$$v(t) = ?$$

$$a(t) = ?$$

Ечилиши:

Графикдан тебраниш даври ва амплитудасини аниқлаймиз:

$$A = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$$

$$T = 4 \text{ с}$$

Цикллик частотани, тезланиш ва тезликнинг максимал қийматларини ҳисоблаш учун ушбу формууларни қўлланамиз:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; a_{\max} = \omega^2 A; v_{\max} = \omega A.$$

$$\text{Ҳисоблашларни юргизайлик: } \omega = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}; a_{\max} = \left(\frac{3,14}{2}\right)^2 \cdot 0,03 \approx 0,07 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$v_{\max} = \frac{3,14}{2} \cdot 0,03 \approx 0,05 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Берилган графикдан жисм координаталари синус қонуни бўйича ўзгариши келиб чиқади: $x = A \sin \omega t$, мос равишда ҳаракат тенгламаси ушбу кўришига келади: $x = 0,03 \sin \frac{\pi}{2} t$.

$$a = -a_{\max} \sin \omega t; a = -0,07 \sin \frac{\pi}{2} t.$$

Координатанинг ноль қийматида тезлик максимал қийматга эга бўлади, мос равишда тезлик косинус қонуни бўйича ўзгаради, вақтнинг бошланғич пайтида тезлик максимал бўлади:

$$v = v_{\max} \cos \omega t; v = 0,05 \cos \frac{\pi}{2} t.$$

$$\text{Жавоби: } x = 0,03 \sin \frac{\pi}{2} t; v = 0,05 \cos \frac{\pi}{2} t; a = -0,07 \sin \frac{\pi}{2} t.$$

Текшириш саволлари

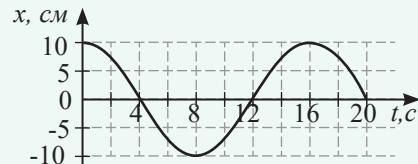
- Пружинали маятник тебранаётган энергиянинг қандай айланишлари амалга ошади?
- Тебранма ҳаракатнинг максимал оғиш ҳолати тенгламасини ёзинг. Тенгламага қандай катталиклар киради?
- Қандай ҳаракат тебранма ҳаракатнинг геометрик модели бўлиб ҳисобланади?
- Тебранма ҳаракатдаги тезланиш ва тезликнинг максимал қийматлари қандай аниқланади?



- Бикрлиги 250 Н/м пружинада 400 г массали юк тебранмоқда. Тебраниш амплитудаси 15 см . Тебранишнинг тўлиқ механик энергиясини ва юк харакатининг максимал тезлигини аниқланг.
- Тебранувчи маятник узунлигини 3 марта камайтириб ва амплитудасини 2 марта орттирганда унинг тўлиқ механик энергияси неча марта ўзгаради?
- Барча керакли ҳисоблашларни бажариб, соат маятниги учун координатанинг, тезланиш ва тезликнинг вақтга боғлиқлиги графигини тасвирланг. Тебраниш амплитудаси 5 см , даври 1с .



- Маятник узунлиги 20 см , максимал оғиш бурчаги 10° бўлса, механик соат маятнигининг максимал тезлигини аниқланг.
- Тебранаётган жисм координатасининг вақтга боғлиқлиги графиги бўйича ҳаракат тенгламасини ёзиш ҳамда тезлик ва тезланишнинг вақтга боғлиқлиги графигини ясаш учун керакли барча катталикларни аниқланг.



151-расм. 25-топширикдаги (уй иши) 2-масалага

Экспериментал топшириқ

Ҳовлидаги арғимчоқнинг максимал тезлигини аниқланг. Ҳисоблашлар учун керакли катталикларни ўлчашларни бажаринг.

Ижодий топшириқ

- «Табиатда ва техникада тебранши жараёнлари».
- «Асбоб торларини тебраниш тизими сифатида қўлланиш» мавзулари бўйича ахборот тайёрланг.

26-§. Математик ва пружинали маятникларнинг тебранишлари

Кутиладиган натижаси:

Ушбу мавзуну ўзлаштирғандан:

- турли тебраниш тизимларида тебранишларнинг пайдо бўлиш сабабларини тушунтира оласиз; маятникнинг тебраниш даврининг турли параметрларга боғлиқлигини текшира оласиз.

I Гармоник тебранишлар бажарилиши учун керакли шартлар

Гармоник тебранишлар амалга ошиши учун керакли шартлари қўриб чиқамиз. Бунинг учун мисол тарикасида пружинага осилган жисмдан иборат пружинали маятникни ва вазнсиз узун ипга осилган кичкина оғир жисмдан иборат математик маятникни оламиз.

Пружинага юк осганда пружина чўзилади.

$F_a = F_{\text{зл}}$ бўлганда пружина чўзилиши тўхтайди (152-расм). Пружинали маятник учун бу мувозанат ҳолати бўлиб ҳисобланади. Пружинани чўзиб, маятникни мувозанат ҳолатидан чиқарамиз. У пружинанинг х қўшимча деформацияси натижасида пайдо бўлган.

$$(\Delta F_{\text{зл}})_x = -kx \quad (1)$$

эластиклик кучи таъсирида тебранма ҳаракатлана бошлайди.

Эластиклик кучи жисмнинг силжишиига пропорционал ва унга қарама-қарши йўналган.

Мувозанат ҳолатида жисм тўхтамайди, балки инерция бўйича ҳаракатини давомэттиради, пружина сиқилади. Эластик кучи йўналишини силжишиига қарама-қарши томонга қараб ўзгартиради. Унинг қиймати пружинанинг сиқилиши ортган сари ортади.

Жисм секин ҳаракатланиб тўхтайди ва эластиклик кучи таъсирида ҳаракат йўналишини ўзгартиради. Маятник такрорланувчан ёки тебранма ҳаракатланади.

Математик маятник икки этувчи кучнинг оғирлик кучи ва ипнинг таранглик кучи таъсирида тебрана бошлайди (153-расм):

$$\vec{F}_R = \vec{F}_k + \vec{F}_a.$$

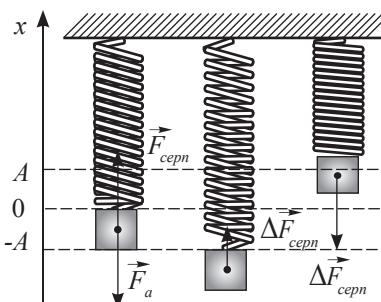
ДАВС дан тенг таъсир ита тенг кучнинг модули қуйидагига тенг эканлиги келиб чиқади:

$$F_R = F_a \cdot \operatorname{tg} \alpha = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$



Жавобини айтинг

Нима учун совук хонадаги соат аниқ вақтдан ўзади, иссик хонада, аксинча, аниқ вақтдан орқада қолади?



152-расм. Пружинали маятник эластиклик кучи таъсирида тебранади



Ёдга туширинг!

Пружинали ва математик маятникларнинг тебраниш даври тебраниш амплитудасига қандай боғланган бўлади?

Агар силжишнинг қиймати жуда кичик бўлса, у ҳолда силжиш бурчаги α ҳам кам бўлади, жумладан:

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha.$$

Силжишни ипнинг узунлиги l орқали ифодалаймиз, у айлананинг радиуси бўлиб ҳисобланади $x = \alpha l$. Силжишни ёйнинг узунлигига тенг деб ҳисоблаб, ушбу кўринишда ёзиш мумкин:

$$\alpha = \frac{x}{l}. \quad (3)$$

Олинган (3) ифодани (2) ифодага қўямиз. Силжишнинг Ox ўқига проекцияси манфий эканлигини эътиборга олсак:

$$F_R = -\frac{mg}{l} x. \quad (4)$$

Математик маятник силжишига пропорционал ва ишораси бўйича унга қарама-қарии тенг таъсир этувчи куч таъсирида гармоник тебранади.

Биз бу холосани силжиш бурчагининг қиймати жуда кичик бўлган ҳол учун олдик, шунинг учун математик маятник учун ушбу шартлар қўйилади: *математик маятникнинг или вазнисиз ва узун бўлиб, оғирлик кучи ипга осилган жисмнинг марказига туширилгани учун, барча масса жисмнинг ичидаги тўпланиши керак.*

II Пружинали маятникнинг тебраниш даври ва хусусий частотаси

Пружинали маятник учун Ньютоннинг иккинчи қонунини ёзайлик:

$$m\ddot{a} = \vec{F}_{\omega}.$$

Ox ўқига проекциясини:

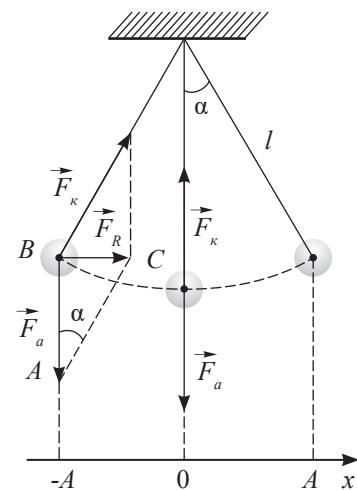
$$m\ddot{a} = F_{\omega}.$$

Тезланишни $a = \omega^2 x$ бурчак тезлик орқали ифодалаб, $F_{\omega} = kx$ эканлиги назарга олиб, ушбу ифодани оламиз:

$$m\omega^2 x = kx$$

ёки

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}. \quad (5)$$



153-расм. Математик маятникнинг иккита тенг таъсир этучи куч: оғирлик кучи ва ипнинг таранглик кучи таъсиридағи тебраниши



Эксперимент

Тажриба орқали узунликлари 0,5 м, 1 м, 1,5 м ва 2 м бўлган математик маятник нинг тебраниш даврини аниқланг. Узунликлари 0,5 м ва 2 м бўлган маятникларнинг тебраниш даврларини тоққосланг.



Эксперимент

Тажриба орқали биркликлари бирхил, бироқ юкларнинг массалари 100 г, 200 г, 300 г, 400 г бўлган пружинали маятникларнинг даврларини аниқланг. Юкларнинг массалари 100 г ва 400 г маятникларнинг тебраниш даврларини таққосланг.

Бурчак тезликтининг давр билан боғланиши ушбу формула орқали кўрсатилади: $\omega = \frac{2\pi}{T}$,

$$\text{демак, } T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ ёки } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (6)$$

✓ Эслаб қолинг

Гармоник тебранишлар жисмнинг силжишига тўгри пропорционал ва унга қарама-қарши йўналган куч таъсирида ҳосил бўлади. (1-формула), (4-формула).

Эксперимент

Тажриба орқали бикрликлари турлича, юкларининг массалари бир хил бўлган пружинали маятникнинг даврини аниqlант.

Пружиналар бикрликларининг нисбатларини уларнинг тебранишлар даврларининг нисбати билан тақъосланг.

III Математик маятникнинг даври ва хусусий частотаси

Математик маятник учун аввалгилик муроҳаза юритамиз. Тебраниш $F_R = \frac{mg}{l}x$ тенг таъсир этувчи куч таъсирида содир бўлишини ҳисобга олсак:

$$m\omega^2 x = \frac{mg}{l} x.$$

Циклик частотани ифодалаймиз:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}. \quad (7)$$

Математик маятникнинг тебранишлари даври мана бунга тенг:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (8)$$

1-топширик

1-тажриба натижаларини назарий хулоса билан (6-формула) тоққосланг 2 ва 3-тажриба натижаларини 8-формула билан тоққосланг. Сизнинг тажрибаларингиз натижалари қанчалик тўғри? Тажрибанинг қайси босқичида хатолик кетиши мумкин?

Тажриба натижаларини яхшилаш йўлларини таклиф этинг.

✓ Эслаб қолинг!

Пружинали маятникнинг тебраниш даври фақат юкнинг массаси ва пружинанинг эластиклик коэффициентига боғлиқ. У тебраниш амплитудасига боғлиқ эмас.

2-топширик

(6) ва (8) формулалардан пружинали ва математик маятникларнинг хусусий тебраниш частоталарини ҳисоблаш формулаларини ифодаланг. Уни v_0 ҳарфи билан белгиланг.

Пружинали ва математик маятникнинг тебраниш частотаси ва даврини ўзгартириш учун нима қилиш керак?

Муҳим ахборат

Иррационалликдан кутулиш учун тенгламанинг иккала томонини квадратга кўтариш керак.



3-төпшириқ

(6) ва (8) формулалардан массани, бикрлик коэффициентини, маятник узунлигини ҳисоблаш формулаларини ифодаланг.



4-төпшириқ

Вазнсизлик ҳолатида пружинали ва математик маятникларнинг тебранишлари қандай содир бўлишини тахмин қилинг.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Даври 2 с бўлган маятникнинг узунлигини аниқланг.

Берилган:

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$l - ?$$

Ечилиши:

Математик маятникнинг даври қуидагига тенг:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Тенгликнинг иккала томонини квадратга кўтарамиз:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 l}{g}.$$

Маятникнинг узунлигини ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}.$$

Ҳисоблаймиз:

$$l = \frac{4 c^2 \cdot 9,8 \frac{m}{c^2}}{4 \cdot 3,14^2} \approx 1 \text{ м}.$$

Жавоби: $l = 1 \text{ м}$.

Текшириш саволлари

- Гармоник тебранишлар қандай ҳолларда бажарилади?
- Пружинали маятникнинг даври ва хусусий частотаси қандай катталикларга боғлиқ?
- Математик маятникнинг даври ва хусусий частотаси қандай аниқланади?



- Бикрлиги 160 Н/м пружинага осилган 400 г массали юкнинг тебраниш частотасини аниқланг.
- Агар пружинага осилган 30 г массали юк 1 минут ичида 300 марта тебранса, пружинанинг бикрлигини анақланг.
- Агар бир хил вақт оралиғида бир математик маятник 10 марта , иккінчі маятник 30 марта тебранса, улар узунликларининг нисбати қандай бўлади?



- Бикрлиги 250 Н/м пружина 16 с ичида 20 марта тебранса, юк массасини аниқланг.
- Агар бир хил вақт оралиғида бириңчи математик маятник 50 марта , иккінчі маятник 30 марта тебранади. Агар бири иккінчисидан 32 см қисқа бўлса, маятникларнинг узунликларини аниқланг.

Экспериментал топшириқ

- Магнит хоссага эга темир бўлагини ипга боғланг. Олинган магнитнинг тебраниш даврини аниқланг.
- Маятникнинг остига текис метал модда қўйиб, тебраниш даврини қайта ўлчанг. Хулоса қилинг.

Ижодий топшириқ

«Атрофимиздаги пружинали ва математик маятниклар» мавзусида ахборот тайёрланг.

27-§. Эркин ва мажбурий тебранишлар, резонанс

Кутилаждиган натижага:

Ушбу мавзуни ўзлаштирганданда:

- эркин ва мажбурий тебранишларга мисол келтириши;
- график бўйича мажбурий тебранишлар амплитудасининг мажбурловчи куч частотасига боғлиқлигини таърифлашни;
- резонанс ҳодисасини тавсифлашни ўрганасиз.

I Сўнувчи тебранишлар

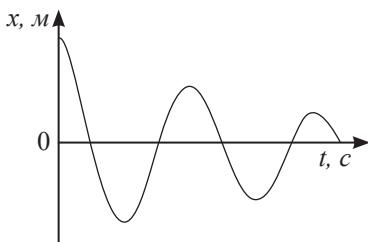
Эркин тебранувчи тебраниш тизимининг энергияси муҳитнинг қаршилик кучи таъсирида ички энергияга айланади, тебраниш амплитуасди камаяди (154-расм).

Вақт ўтиши билан амплитудаси камайдиган тебранишлар сўнувчи тебранишлар деб аталади.

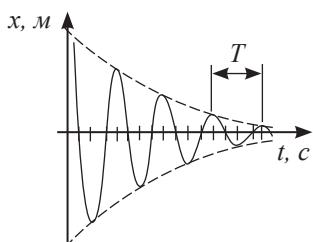


Жавобини айтинг

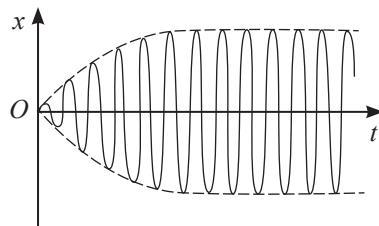
1. Қандай тизимлар тебраниши тизими деб аталади?
2. Қандай тебранишлар эркин тебранишлар деб аталади? Қандай тебранишлар мажбурий тебранишлар деб аталади?



154-расм. Эркин сўнувчи тебранишлар учун силжининг вақтга боғлиқлиги графикиги



156-расм. Тебранишлар графикиги ва силжининг амплитуда қийматларининг уринмаси



155-расм. Амплитудаси барқарор мажбурий тебранишлар учун силжининг вақтга боғлиқлиги графикиги



Диққат қилинг!

Силжининг амплитуда қийматларини туташтирувчи чизик амплитуда қийматларининг уринмаси деб аталади (153-расм).



1-топширик

10-жадвални тебраниш турларининг мисоли билан түлдиринг.

10-жадвал. Тебраниш турлари

Тебраниш тури	Сўнувчи	Сўнмас
Эркин		
Мажбурий		

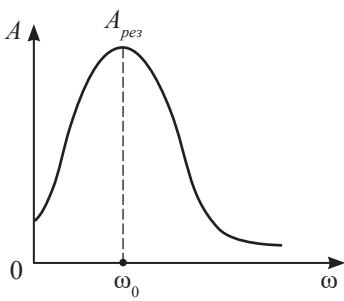
II Резонанс

Тебраниш амплитудасининг даврий равища ўзгариб туриши ташқи куч частотасига боғлиқлигини текширайлик. Тажриба асосида ташқи кучнинг частотаси тебраниш тизимининг хусусий частотаси билан мос келганда тебраниш амплитудаси ортишига ишоч ҳосил қилиш мумкин. Бундай ҳодиса *резонанс* (лат. *resono* – шовқин) деб аталади.

Шундай қилиб, даврий равища таъсир этувчи ташқи куч частотаси билан тебраниш тизимининг хусусий частотасининг тенг бўлиши резонанс шарти бўлиб ҳисобланади: $\nu_{max} = \nu_0$.

Резонанс – ташқи кучнинг частотаси билан тебраниш тизимининг хусусий частотаси мос келганда мажбурий тебранишлар амплитудасининг ортиши.

157, 158-расмларда тебранма ҳаракат силжишининг амплитуда қийматларининг уринмаси бўлиб ҳисобланган резонанс эгри чизиги тасвирланган.



157-расм. Резонанс эгри чизиги



Эксперимент

Математик ва пружинали маятникларни тебранма ҳаракатга келтиринг.

Тебраниш амплитудалари-

нинг ўзгаришини қузатинг.

Амплитуданинг камайиш сабабини тушуниринг.

Математик маятник (пру-

жинали маятник) нинг

тебраниш даврини ва

силжишининг амплитуда

қийматларини беш давр

ичида аниқланг. Силжишининг

вақтга боғлиқли графигини

тасвирланг. Маятникни

сувга тушириб тажрибани

такрорланг. Тажриба натижаларини ташиниринг.

Силжишининг амплитуда

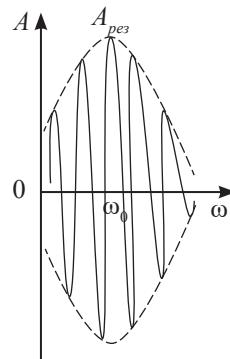
қийматларини айланиб

йтадиган чизиқ юргизинг.



Жавобини айтинг

Тебранишлар амплитудаси ўзгармас бўлиб қолиши учун нима қилиш керак? Қандай шартларда амплитуда бошлангич қийматидан ичик ёки катта бўлиши мумкин? Тажрибада ўз мулоҳазанагизга ишонч ҳосил қилинг: маятникка даврий равища таъсир этинг.



158-расм. Резонанс эгри чизиги – силжишининг амплитуда қийматларининг уринмаси

Тебраниш системаси мажбурий тебраннишлар мажбурловчи күчнинг частотаси билан содир бўлади.

159-расмда муҳит қаршилигининг турли қийматлари учун резонанс эгри чизиги кўрсатилган. Агар муҳитнинг қаршилиги юқори бўлса, резонанс ҳодисаси кузатилмайди ва мажбурий тебранишлар частотасининг ортиши билан монотон равишда сўна бошлияди (1-эгри чизик). Частота ортганда барча резонанс эгри чизиклар учун амплитуда қийматларт нолга интилади. Мажбурловчи күчнинг йўналиши ва зарари тебраниш тизими мувозанат вазиятидан силжиб улгурмайди (159-расм).

III Резонанс ҳодисасининг фойдаси ва зарари

Бизнинг атрофимиздаги жисмларнинг барчasi тебранма ҳаракатланади. Инсон юраги ҳам тебраниш тизими бўлиб ҳисобланади. Резонанс – кўпгина амалий масалалар ечимини топишнинг самарали усулидир. Шу билан бирга, жиддий фалокатларга олиб келиши ва соғликка зарар етказиши мумкин. Мана баъзи мисоллар.

Резонанс ҳодисалари тоғ жинслари ва материалларини майдалаш ва бўлиш учун ишлатилади. Бўлинини керак бўлган материалларнинг мажбурий тебранма ҳаракати вақтида инерциал кучлар кучланиш ва йўналишнин даврий турда ўзгариб турадиган деформацияни вужудга келтиради. Резонанс шароиттида улар катта катталикка эга бўлиб, тоғ жинсларини буза олади. Резонанс бетон деворларни перфораторли дрель ёрдами билан бурғилашда шундай ролни бажаради. Шу сабабли йўл бўйидаги чукурга тушган автомобилни астасекин тебратиб, тебраниш амплитудасини кучайтириб, олдигина ўзи ҳаракатланган вақтдагина итарилади. Куро сутнинг сувда эриш технологияси ҳам резонанс ҳодисасига асосланган.

Бу қизик!

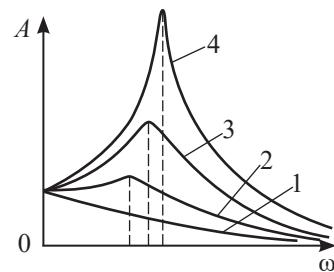
Москва шаҳридаги Останкино минораси 12 м гача бўлган амплитудада тебрана олади.

Жавобини айтинг

- Нима учун эркин тебранишлар Ер шароитида сўнувчи тебранишлар бўлиб саналади?
- Қандай шартларда эркин тебранишлар сўнувчи тебранишлар бўлмайди?
- Мажбурий тебранишлар нима учун сўнмас бўлиб ҳисобланади? Қандай шартларда улар сўнувчи бўла олади? Мисол келтиринг.

Бу қизик!

Агар муҳитнинг қаршилиги бартараф этилса, мажбурий тебранишлар амплитудаси қандай ўзгераади?



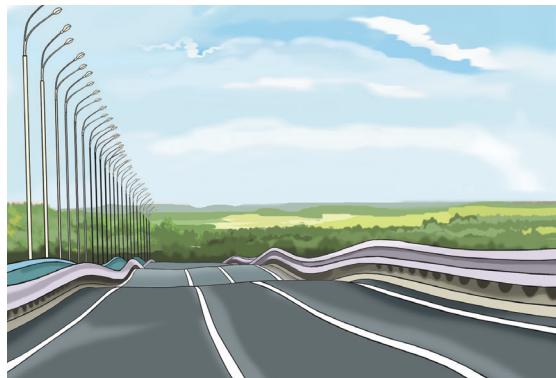
159-расм. Резонанс эгри чизиги муҳитнинг қаршилигига боғлиқ

Жавобини айтинг

- 159-расмда ташқи муҳитнинг қаршилиги энг кичик бўлган графикни топинг.
- Нима учун частота ортганда резонанс эгри чизиклари ноль қийматга яқинлашади?



160-расм. Америкадаги Такома күпригининг бузилиши:
1940 йил



161-расм. Волгоград күпригининг бетон түлқинлари.
2010 йил

Резонанс ҳосил қилиши мумкин бўлган хавфли ҳолларни ёддан чиқармаслик керак. Ер силкиниши ёки сейсмик түлқинлар, қаттиқ вибрация ҳосил қиласидиган техник қурилмарниң ишлаши бинонинг бир қисмининг ёки батамом бузилишига олиб келиши мумкин. Денгиз остидаги ер силкиниши катта резонанс түлқинларни, цунамиларни ҳосил қилиши мумкин. Механик тебранишлардаги резонанснинг зиёни кам бўлган мисолларга юрган вақтда челяқдан сувнинг сочилишини, рельсларнинг бириккан жайларида вагоннинг, юк кўтарувчи қранда юкнинг тебранишина, баланд осмон ўпар бионларнинг чайкалишини келтириш мумкин. Юқори баландликда Осмон ўпар биноларнинг темир бетон каркаси шамол босимига чидамли



Мұхим ахборат

Кўприкларнинг бузилиш тарихидан бир неча маълумот:

1750 йили Франциянинг Анжер шахри яқинидаги узунлиги 102 м заншир кўприк бузилди. Сабаби ҳарбий отряд қадамлари частотасининг кўприкнинг эркин тебраниш частотаси билан мос келиши;

1830 йили Англияда

Манчестер ёнидаги осма кўприк бузилди. Сабаби ҳарбий отряднинг кўприк устидан саф тортиб ўтиши.

1906 йили Петербургдаги Египет кўприги бузилди.

Сабаби отли ҳарбийларнинг кўприк устидан ўтиши.

1940 йили Америкадаги Такома кўприги бузилди. Сабаби 65 км/соат тезлик билан эсган шамол резонанс ходисасини юзага кеттириди (160-расм).

2010 йили Россиядаги Волгоград шахрида кўприкнинг бузилишига оз қолди. Бетон түлқинларининг тебраниш амплитудаси 1 метрга етди (161-расм).



1-топширик

Кўприклар бузилишининг олдини олиш йўлларини таклиф қилинг.

бўлиши керак, унинг тезлиги 150 км/соат га етади. Бинолар тебранишининг олдини олиш учун Японияда қурилиш компанияларидан бири бино томига суви бор резервуарлар ўрнатади. Суюқлик оғир массаси ва инерциялилиги туфайли ер титраши таъсирини кечикиб сезади. Иншооит тебраниши нейтраллашади ва сўнади.

Бу қизиқ!

Резонанс ҳодисаси нафақат қуруклиқда, балки денгизда, хатто ҳавода ҳам бўлиши мумкин. Мисол учун: эшкак валининг баъзи айланиш частоталарида барча кемалар резонансга киради. Авиация ривожланишини бошларида авиация двигателлари самолётнинг баъзи қисмларини кучли резонансга олиб келиб, у ҳавода сочилиб кетган.

Текшириш саволлари

- Нима учун эркин тебранишлар сўнувчи тебранишлар бўлиб ҳисобланади?
- Резонанс деб нимага айтилади?
- Қандай шароитарда резонанс пайдо бўлади?
- Нима учун инсон юрагининг тебраниши билан таққослаш мумкин бўлган паст частотали тебранишлар инсон соғлиги учун зааррли бўлиб ҳисобланади?

Машқ

27

- Поезд узунлиги 25 м рельслар бўйлаб ҳаракатланаётганда вагон бўгинларида мажбурий тебранишларга олиб келадиган зарба олади. Агар вагоннинг хусусий вертикал тебранишлари даври 1,25 с бўлса, поезднинг қандай тезлигига резонанс пайдо бўлади?
- 163-расмдаги график система тебранишларининг хусусий частотасини, тебраниш даври ва силжишнинг амплитуда қийматини аниқланг.



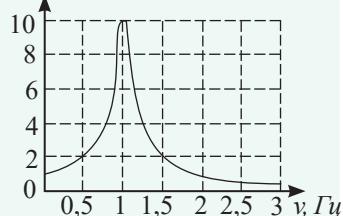
2-топшириқ

Баланд иншоотларни қуришда Қозогистон шахарлари аҳолиси учун атли қандай хавфсизлик чоралари кўрилганини аниқланг (162-расм).



162-расм. Нур-султаон шаҳрида
210 м баландликдаги
Зубаржат квартали,

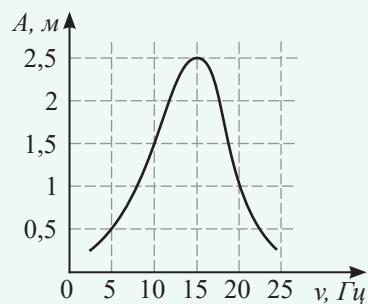
$A, \text{ см}$



163-расм. 27-машқдаги
2-масалага



- Массаси 1 кг юкли маятник пружинанинг учига төбраниш частотаси 16 Гц ўзгарувчан куч туширилган. Пружинанинг бикрлиги 0,4 кН/м бўлса резонанс кузатиладими?
- 164-расмдаги график бўйичасистеманинг хусусий частотасини, төбрашилар даврини ва силжишнинг амплитуда қийматини аниқланг.



164-расм. 27-машқдаги (уй вазифаи) 2-масалага.

Ижодий топшириқ

- «Резонанснинг заарали намоён бўлишлари».
- «Инсон хизматидаги резонанс».
- «Частота аметрнинг тузилиши ва ишлаш принципи».
- «Биорезонанс даволаш»
мавзуларида ахборот тайёрланг.

28-§. Эркин электромагнит тебранишлар

Күтиладиган натижә

Ушбу мавзуны ўзлаштырганда:

- тебраниш контурда эркин электромагнит тебранишларни сифатли тавсифлашын урганасиз.

Жағобини айтинг

- Нима учун үйлардагы электр тармокларидағы ток ўзгарувчан ток деб аталағы?
- Нима учун электр асбобларини уловчи розеткаларда ўзгарувчан ток манбаидагидеқ «мусбат» ва «манфий» ишиоралари күрсатылған?

Ёдға тушириңг!

Қандай ҳаракат тебранма ҳаракат деб аталағы?

Эслаб қолинг

Қозғистон худудида электр тармокларида 50 Гц частотадагы электромагнит тебранишлардан фойдаланылади.

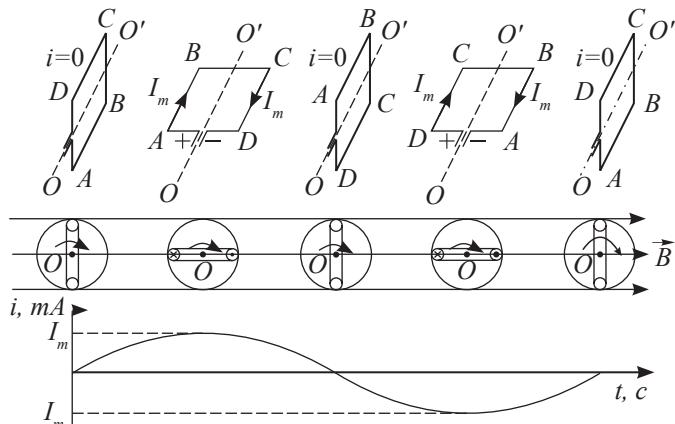
1-топширик

Электр тармоғидагы саноат токининг циклик частотасыни аниқланған.

I Электромагнит тебранишлар.

Ўзгарувчан ток

Электромагнит тебранишларни ўрганишни бошлаганда, уларни зарядланган зарраларнинг даврий равишида такрорланадиган ҳаракати деб тахмин қилиш мүмкін. Демак, электр токининг йұналиши билан ток кучининг қыймати даврий равишида ўзгариб туриши керак. Бундай ток рамканинг магнит майдонида айланышы вактида пайдо бўлади. Электромагнит индукция ҳодисасни туфайли рамкада йұналиши ҳар ярим айланыш сайнан ўзгариб турадиган ток пайдо бўлади. Шундай қилиб, рамканинг бир марта айналишида тўлиқ бир марта тебраниш содир бўлади (165-расм).



165-расм. Рамканинг бир жинсли магнит майдонда айланышы

Ўзгарувчан ток генераторининг ишлеш принципи электромагнит индукция ҳодисасига асосланган. Унинг трубина таъсирида айланувчи ротори кўплаб рамкалардан ташкил топган. Генератор занжирида мажбурий электромагнит тебранишларга мисол бўла оладиган ўзгарувчан ток ҳосил қиласи. Бу ток кучи, кучланиш, электр заряди каби катталиклар билан тавсифланади. Ўзгарувчан ток занжирида уларнинг қыйматлари ўзгариб туради.

Электр заряди, ток кучи ва кучланишнинг даврий равишда ўзгариши **электромагнит тебранишлар деб аталади.**

II Эркин электромагнит тебранишлар. Тебраниш контури

Қандайдир ташки даврий электр юритувчи куч таъсирисиз эркин тебранишлар электр тебраниш системаларида содир бўлиши мумкин.

Тебраниш контур деб – кетма-кет уланган ғалтак, конденсатор ва резистордан иборат электр занжирига айтилади.

Радиотехникада параллел тебраниш контури кенг қўлланилади. Оддий тебраниш контури учлари конденсаторга уланган ғалтак (166-расм) бўлиб ҳисобланади. Контурда сўнувчи тебранишлар бажарилади, қаршилик кучининг ролини ғалтакнинг R актив қаршилиги бажаради.

Джоуль-Ленц қонунига мувофиқ актив қаршилика элекстр энергия ички энергияга айланади.

Диққат қилинг!

Индуктив ғалтак энергияни магнит майдон энергияси турида сақлай оладиган спиралсимон кичик актив қаршилика эга ўтказгичдан иборат.

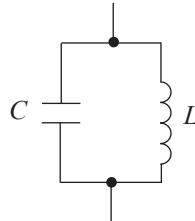
Индуктив ғалтак ўзгарма токни яхши ўтказади, шу билан бирга ўзгарувчан токка қаршилик кўрсатади. Ғалтақдаги ток ўзгарганда унинг атрофида магнит майдон пайдо бўлади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, бу майдон ток манбай майдонига қаршилик кўрсатадиган элекстр майдонни ҳосил қиласди. Занжирдаги ток кучи ортганда ғалтак ток қийматини камайтирадиган майдон ҳосил қиласди. Аксинча, занжирдаги ток кучи камайганда ғалтак ток қийматини орттирадиган майдон ҳосил қиласди. Ғалтакнинг бу хоссасини инерцион деб аташ қабул қилинган.

Жавобини айтинг

Нима учун тармоқдаги ток кучи ва кучланиши тебранишлари мажбурий тебранишлар бўлиб ҳисобланади? Электромагнит тебранишлар частотасини қандай ўзгартириш мумкин?

2-топширик

25-§ даги (13) формула асосида ўзгарувчан ток тармоғида ток кучи билан кучланиш ўзгариши формуласини ёзинг.



166-расм. Тебраниш контурининг электр схемаси. C-конденсатор, L – индуктив ғалтак

Бу қизиқ!

АҚШ, Бразилия, Венесуэла, Перу электростанцияларида ишлаб чиқилган саноат токининг частотаси 60 Гц ни ташкил қиласди. Тармоққа бериладиган кучланиш эса 110 – 120 В га тенг.

Эслаб қолинг!

Ғалтакнинг инерциялигини тавсифлайдиган физик катталик индуктивлик деб аталади. Ғалтакнинг индуктивлиги L харфи билан белгиланади. Енри билан ўлчанади: $[L] = 1 \text{ Гн}$.

III Электромагнит тебранишларни кузатиш

Занжирда содир бўлаётган жараёнларни кузатиш учун осциллограф асбоби фойдаланилади, унинг асосий қисми электрон нур най-часидан иборат. Осциллографга бериладиган ўзгарувчан кучланиш катод нурини бошқаради, экранда кучланишнинг вақтга боғланиш графиги пайдо бўлади. Ўзгарувчан ток манбаи ҳосил қиласидиган мажбурий тебранишлар *(167-а) расмда* кўрсатилган.

Чизмаси *168-расмда* тасирланган занжир йиғамиз. У ўзгарувчан ток манбаи, диод, тебраниш контури ва осциллографдан ташқил топган. Диод бир томонли ўтказувчанликга эга, шу билан бирга ўзгарувчан ток манбаидан чиққан сигнал осциллографга ярим давр ичида етиб келади. Қолган ярим қисмидан осциллограф экранидаги тебраниш контурда бўлаётган жараёнлар тасвирини кўришга бўлади (*167-б*) расм).

Осцилограммадан тебраниш контурда частотаси ўзгарувчан ток манбаи частотасидан юқори бўлган эркин сўнувчан тебранишлар содир бўлиши келиб чиқади.

IV Тебраниш контурида содир бўладиган жараёнлар

Конденсаторни зарядланганда (*169-а*) расм) қопламалари орасида энергияси

$$E_{\text{э.м.}} = \frac{q_m^2}{2C} \quad (1)$$

бўлган электр майдон вужудга келади.

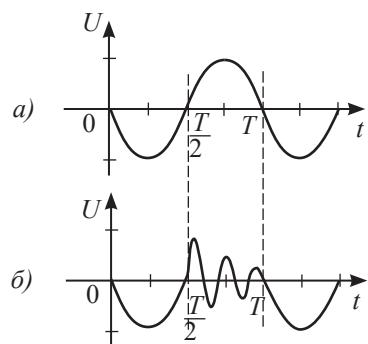
Конденсатор электр майдон таъсирида зарядизланадиган бошлайди, контурда электр токи пайдо бўлади. Ток кучи аста-секин ортади, ғалтак атрофидада ўзгарувчан магнит майдон пайдо бўлади. Конденсатор тўлиқ зарядизланадиганда электр майдон энергияси нолга teng бўлда магнит майдон энергияси максимал бўлади (*169-б*) расм):

$$E_{\text{э.м.}} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (2)$$

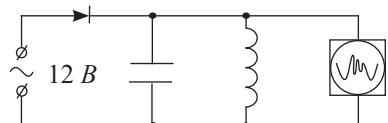
Электр майдон мавжуд бўлмаган ҳолда электр токи бирдан йўқолмайди, унга ғалтакнинг

Ёдга тушуринг!

Узунлиги диаметридан бир қача ортиқ бўлган ғалтак соленоид деб аталади. Токли соленоид ичида бир жинсли магнит майдон пайдо бўлади.



167-расм. а) ўзгарувчан кучланиши манбаидаги кучланишининг ўзгариши; б) тебраниш контури конденсатори қопламалари даги кучланишининг ўзгариши



168-расм. Эркин электромагнит тебранишларни кузатишга мўлжаланган занжир схемаси

Эксперимент

168-расмда схемаси кўрсатилган занжирни йиғинг. Осциллограф экранидаги калитнинг ёпиқ ва очиқ пайтда олинган графикларни тақкосланг. $T/2$ дан T гача оралиқда графикнинг ўзгариш сабабини тушунтиринг.

инерциялилиги түсқінлик қилади. Ғалтакнинг шу хоссасиси туфайли зарядлар ҳаракатини давом эттиради, ярим даврдан сүнг конденсатор қайта зарядланади (169-б) расм). Түлік қайта зарядланиш вақтида магнит майдон энергияси нолға тенг бўлади, конденсаторнинг электр майдони энергияси эса қайтадан максимал қийматга эга бўлади.

Сўнгра конденсатор ғалтак орқали қайта зарядлана бошлайди ва система бошланғич ҳолатига қайтади.

Эркин тебранишлар барча энергия иссиқлик энергиясига айлангунига қадар давом этади.

Актив қаршилиги нолға тенг деб олинган идеал тебраниши контурида электр ва магнит майдон энергияларининг ўзаро алмасилишлари бажарилади.

V Электромагнит тебранишлар даври ва хусусий частотаси

11-жадвалда берилган механик ва электромагнит тебранишларнинг ўхшашликларидан фойдаланиб, тебраниш контурининг тебраниш даврини ҳисоблаш формуулаларини ёзайлик. Бунинг учун пружинали маятникнинг тебраниш даврини ҳисоблаш формуласидан фойдаланамиз:

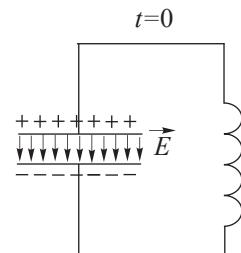
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

m ва k -нинг ўрнига L ва $\frac{1}{C}$ ни қўйиб, ушбу ифодани оламиз:

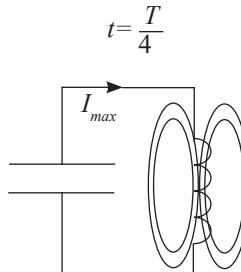
$$T = 2\pi \sqrt{LC} \quad (3)$$

Бу формулани 1853 йили инглиз физиги У. Томсон назарий турда ишлаб чиқкан. Шу сабабли у *Томсон* формуласи деб аталади. Даврни секунд билан ҳисоблаш учун индуктивлик ва сифимни ХБТ да ифодалаш керак. Контур тебранишининг хусусий частотаси ушбу формула билан аниқланади:

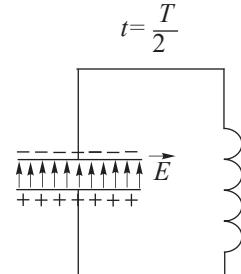
$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4)$$



169-расм. а) конденсаторнинг электр майдон энергияси максимал, барча ортиқча зарядлар конденсатор қопламаларига тўпланган



169-расм. б) ғалтакнинг магнит майдон энергияси максимал, зарядлар бир қопламадан иккинчи қопламага оқиб ўтади, конденсатор қопламаларига ортиқча зарядлар йўқ



169-расм. в) конденсатор қайта зарядланган, электр майдони энергияси максимал

Ғалтакнинг индуктивлигини ва конденсаторнинг сифимини ўзгаририш орқали тебраниш частотасини осончина ўзгаририш мумкин.

Тебраниш контуридан фойдаланиб, юқори частотали тебранишларни ҳосил қилиш мумкин.

Юқори частотали тебранишлар радиотехникада кенг қўлланилади.



3-топшириқ

Механика ва электромагнит тебранишларнинг ўхашлик жадвалини кўриб чиқинг, уни тушунтиринг.

11-жадвал. Механик ва электромагнит тебранишларнинг ўхашлиги

Механик тебранишлар	Электромагнит тебранишлар
Потенциал энергия $E_p = \frac{kA^2}{2}$	Электр майдон энергияси $E_{э.м.} = \frac{q_m^2}{2C}$
Бикрлик коэффициенти k	Сифимга тескари катталик $\frac{1}{C}$
Тебраниш амплитудаси A	Максимал заряд q_m
Силжиш x	Заряд q
Кинетик энергия $E_k = \frac{mv_m^2}{2}$	Магнит майдон энергияси $E_{э.м.} = \frac{LI_m^2}{2}$
Жисм массаси m	Ғалтак индуктивлиги L
Жисм ҳаракатининг максимал тезлиги v_m	Ток кучининг максимал қиймати I_m



Диққат қилинг!

Электротехникада 50 Гц, 60 Гц каби паст частоталар қўлланилади
Радиотехникада 3 кГц дан 3000 Гц гача юқори частоталар қўлланилади.



4-топшириқ

12-жадвадаги бўш катакларга керакли формулаларни ёзинг.

12-жадвал.

Системанинг ҳолати	Система энергияси	
	Пружинали маятник	Тебраниш контури
Мувозанат ҳолатидан максимал силжиш ҳолати		
Мувозанат ҳолати		

Текшириш саволлари

1. Электромагнит тебранишлар деб нимага айтилади?
2. Мажбуй электромагнит тебранишларга мисол келтириңг.
3. Тебраниш контури деб нимага айтилади? Тебраниш контурида қандай тебранишлар содир бўлади?
4. Тебраниш контурининг тебраниш даври қандай аниқланади?

Машқ

28

1. Тебраниш контурига уланган конденсаторда кучланиш амплитудаси 1000 В га teng. Конденсатор сифими 10 пФ. Индуктив ғалтак магнит майдонининг максимал энергиясини топинг.
2. Контурнинг индуктивлиги 2,5 мГн ва сифими 1,5 мкФ бўлса, хусусий тебраниш даври нимага teng?

Машқ

28

1. Конденсатор 10^{-6} Кл заряд берилгандан кейин контурда сўнувчи тебранишлар пайдо бўлади. Тебранишлар батамом сўнадиган пайтда контурда қандай иссиқлик миқдори ажралади? Конденсатор сифими 0,01 мкФ.
2. Ғалтакнинг индуктивлиги 5,1 мкГн га teng бўлганда, 10 мГц частотали тебраниш ҳисил учун тебранма контурга уланадиган конденсаторнинг сифими қандай бўлиши керак?

Ижодий топшириқ

1. «Микрофоннинг тузилиши ва ишлаш принципи».
2. «Динамикнинг тузилиши ва унинг ишлаш принциби» мавзуларидан ахборот тайёрланг.

29-§. Тұлқин ҳаракат

Күтиладиган натижә

Ушбу мавзуны ўзлаштиргендә:

- масала ечишда тұлқин тезлигі, частотасы ва узунлиғи формулаларини құллаши,
- күндаланға бүйлама тұлқинларни таққослаши үрганасиз.



Жағобини айтинг

1. Нима учун пластик деразалар учун ишлатыладиган шиша пакетлар товуш изоляциялайдын хусусияттарға әзә?
2. Нима учун тұлқин үстидә үтирган чайка тұлқин билан бирга күтарылады ва тушады, бирок қырғоққа яқынлашмайды?
3. Нима сабабдан сүв сиртидагы тұлқинларни құлдаланға тұлқинлар деб ҳисоблаш мүмкін эмас?



170-расм. Бүйлама тұлқинларнинг пайдо бўлиши

I Тебранишларнинг эластик мұхитда тарқалиши. Тұлқин ҳаракат

Механик тебранишда бўлган жисм ўзи жойлашган мұхитнинг зарраларини ҳаракатта келтиради. Жисм тебраниши мұхитнинг деформацияси ва унинг зарраларининг тебранма ҳаракат натижасыда ҳосил эластиклик кучлари орқали кўчирилади.

Тебраниш жараёни тебранишдаги жисмдан коинотдаги олис нукталарга арқалади ва, атрофга кенгайиб, тұлқин пайдо бўлади.

Механик тұлқин – тебранма ҳаракатнинг эластик мұхитда тарқалиш ҳодисаси.

Сувга тош ташлаб, сув сиртида пайдо бўлган тұлқинларни кўриш мумкин.

II Бўйлама ва кўндаланғ тұлқинлар

Мұхитдаги деформацияланиш турига қараб турли тұлқинлар ҳосил бўлади. Бўйлама тұлқинлар тебранишдаги жисм сиқилиш ва чўзилиш деформациясини ҳосил қилганда пайдо бўлади. Бу ҳолда тұлқин тебранишдаги жисм йўналиши бўйича тарқалади. Мұхитда (170-расм) зичлашиш ва сийракланиш ҳосил бўлади. Зичлашиш пайдо бўлган жойларда молекулалар орасидаги масофа камаяди, тебраниш кучи ортади. Сийракланиш пайдо бўлган жойларда молекулаларнинг орасидаги масофа ортиб, тортилиш кучи ортади ва молекулалар бир-бирига тортилади. Бундай турдаги деформациялар барча газсимон, суюқ ва қаттиқ мұхитларда бўлиши мумкин. Бўйлама тұлқинлар ҳар қандай мұхитда пайдо бўлади.

Бўйлама тұлқин – мұхит зарраларининг тебраниши тұлқиннинг тарқалиш йўналишида содир бўладиган тұлқин.

Бундай түлқинга яққол мисол тариқасида пружинанинг бир учига кескин зарба бергенда ҳосил бўладиган түлқинни кўриб чиқишимиз мумкин (171-расм).

Агар тебранувчи жисм мухитда силжиш деформациясини ҳосил қиласидиган бўлса, у ҳолда мухитда чукурликлар ва чўққилар пайдо бўлади. Модда қатламлари бир-бирига нисбатан кўчиб, яқин жойлашган зарраларни ҳам шу жараёнга қатнаштиради. Тўлқин зарраларнинг тебранишига перпендикуляр йўналишида тарқалади.

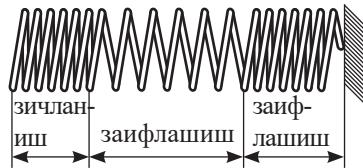
Кўндаланг тўлқин – мухит зарраларининг тебраниши тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр ҳолда содир бўладиган тўлқин.

Силжиш деформацияси фақат қаттиқ мухитда бажарилади. Кўндаланг тўлқинларга мисол тариқасида ип учининг A амплитудаси тебранишининг унинг узунлиги бўйлаб тарқалашини кўриб чиқиш мумкин (172-расм).

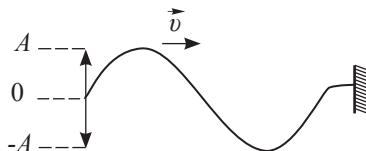
Сув сиртидаги тўлқинлар икки мухит чегарасида ва эластиклик кучи таъсиридан эмас, оғирлик ва сирт таранглик кучи таъсирида пайдо бўлади. Сирт қатламдаги зарралар мураккаб айланма ҳаракатда бўлади.

III Механика тўлқинларнинг хоссалари

1. **Тўлқинлар энергия узатади.** Тебранма ҳаракатга яқин жойлашган заррани ҳаракатга келтириш учун унга энергия узатиш керак. Тўлқин ҳаракатни сақлаб қолиши учун тўлқин манбай муттасил тебранма ҳаракатда бўлиши шарт. Тебранма ҳаракат тўхтаса, тўлқин ҳам йўқолади.
2. **Тўлқин модда зарраларини кўчирмайди.** Мухит зарралари мувозанат вазияти атрофига тебранма ҳаракатда бўлади. Тебранма мухитда жойлашган жисмлар тўлқиннинг тарқалиш йўналишида ҳаракатланмай, тебранма ҳаракатни такрорлайди.



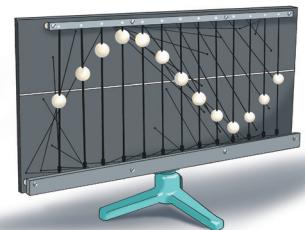
171-расм. Пружинадаги бўйлама тўлқинлар



172-расм. Симдаги кўндаланг тўлқин

Эксперимент

Тўлқин машинасидан фойдаланиб, кўндаланг ва бўйлама тўлқинларнинг пайдо бўлиш механизмини кузатинг (173-расм).



173-расм. Кўндаланг ва бўйлама тўлқинларни кузатишга мўлжалланган тўлқин машинаси



Жавобини айтинг

1. Нима учун тўлқинлар фақат эластик мухитда пайдо бўлади?
2. Газлар ва суюқликларда фақат бўйлама тўлқинлар пайдо бўлишининг сабаби нимада?
3. Нима учун жисмлар тўқинлар орқали кўчирilmайди?

- Түлқинлар қайтади бу ҳодисаларни пружина ёки инда күзатышыга бўлади (171, 172-расмда). Коялардан иборат қирғоқ кема борти түлқинларнинг тарқалиш йўналишини ўзгартиради.
- Түлқинлар тўсиқни айланаб ўтиши хосса-сига эга, бу ҳол уларнинг ўлчамлари түлқин узунлиги билан таққослаши мумкин бўлган-дагина бажарилади. Сув түлқинлари кичик ўлчамдаги тўсиқларни айланаб ўта олади.

IV Тўлқин графиги

Тўлқин манбаи бўлиб ҳисобланган жисмнинг тебранма ҳаракатининг графигини (174-расм) тўлқин графиги (175-расм) билан солиштиринг. Бир қараганда графиклар ўхшаш бўлиб кўрина-ди, бироқ уларнинг фарқи бор. Жисм тебрани-шининг графиги унинг вақт бўйича ўзгаришини кўрсатади. Жисм графиги унинг вақт бўйича ўзгаришини кўрсатади, у бўйича биз жисмнинг ихтиёрий пайтидаги мувозанат вазиятидан сил-жишини аниқлаймиз. Тўлқинли жараён графи-гидан тўлқин манбаидан г масофада жойлашган муҳит заррасининг силжишини аниқлай оламиз.

Муҳит зарраларининг ҳаракат йўналиши бўйича тўлқиннинг тарқалиш йўналишини аниқлаш мумкин (176-расм).

V Тўлқиннинг асосий тавсифлари:

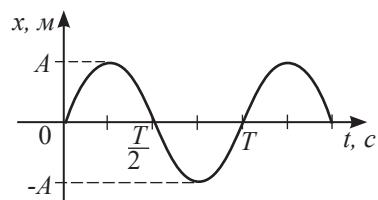
Тўлқин узунлиги ва тезлиги

1. *Тўлқин узунлиги.* Тебраниш жараёнига қат-нашган барча зарралар бир давр ичида тўлқин манбаидан тўлқин узунлигидан ортиқ бўлмаган масофада жойлашган бўлади. Бир-биридан тўлқин узунлигидан teng масофада жойлашган нуқталар бирхил тебранади (176-расм).

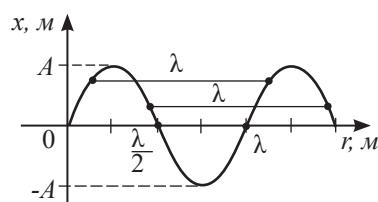


1-топширик

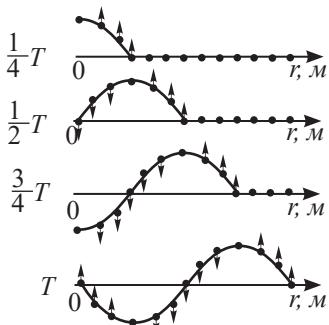
Сув сиртидаги тўлқинларни күзатиб, уларнинг модда зарраларини кўчирмаслигига, қайтиши ва тўсиқларни айланаб ўтишига ишонч ҳосил қилич.



174-расм. Тўлқин манбаи тебранма ҳаракатининг гафиги



175-расм. Тўлқин гафиги



176-расм. Тўлқиннинг тарқалиш йўналиши муҳит зарраларининг ҳаракат йўналиши билан аниқланади



2-топширик

176-расмдаги тўлқиннинг тарқалиш йўналишини кўрсатинг. Тўлқиннинг тарқалиш йўналиши муҳит зарраларининг ҳаракат йўналиши билан қандай боғланган?

Түлқин узунлиги – түлқиннинг бир хил тебранадиган, энг яқин жойлашган икки зарраси орасидасига масофасига teng катталик.

$$\lambda = v \cdot T \quad (1)$$

Бу ерда λ – түлқин узунлиги;

v – ҳаракат тезлиги;

T – түлқин манбайнинг тебраниш даври.

2. *Түлқин тезлиги.* Текширишлар натжасида бир жинсли мухитда түлқин тезлиги ўзгармас катталик эканлиги аниқланди. Мос равиша түлқин тезлигини аниқлаш учун түлқиннинг тарқалиш масофаси ва вақтини билиш керак:

$$v = \frac{l}{t} \quad (2)$$



177-расм. Каспий денгизидаги бұрон

3-топширик

(1) ва (2) формулалардан түлқин тезлигини, даврини, частотасини, масофани, тарқалиш вақтини ҳисоблаш формулаларини ёзинг ва уларнинг ХБТ даги үлчов бирликларини күрсатинг.

Бұқызық!

Каспий деңгизи сокин деңгиз әмас. Каспий деңгизида баландлығы 2 м га яқин түлқинлар тез-тез бўлиб туради, улар бир йил ичида 65–90% орасида такрорланиб туради. Баландлығи 2–4 м түлқинларнинг бир йил ичида такрорланиши таҳминан 10–30% атрофика. Деңгизнинг ўрта ва жанубий қисмларида баландлығи 6 м ва ундан ҳам баланд түлқинлар кузатилади. Нефть Тошлари ва шимоли-ғарбий худуд ҳам нотинч. Бу жойларда 12 м баландликдаги түлқинлар мавжуд.

Текшириш саволлари

1. Түлқин деб нимага айтилади?
2. Механик түлқинларнинг қандай турларини биласиз?
3. Сиқилиш деформациясида қандай түлқинлар пайдо бўлади? Улар қандай мухитда пайдо бўлиши мумкин?
4. Силжиш деформациясида қандай түлқинлар пайдо бўлади? Улар қандай мухитда кузатилади?
5. Тебранма ва түлқин ҳаракат графигининг фарқи нимада?
6. Түлқин қандай хоссаларга эга?
7. Түлқин узунлиги деб нимага айтилади?
8. Түлқин тезлиги қандай аниқланади?



1. 0,165 кГц частотали тебраниш манбаидан 330 м/с тезлик билан тарқаладиган түлқин узунлигини аниқланг.
2. Түлқин күл сиртида 6 м/с тезлик билан тарқалади. Агар түлқин узунлиги 30 дм бўлса, сув сиртидаги сузгичнинг тебраниш даври ва частотасини аниқланг.
3. Сокин кунда кўлга оғир лангар ташланди. Лангар ташланган жойдан түлқинлар тарқала бошлади. Соҳил бўйида турган уркачлари орасидаги масофа 50 см бўлган түлқинни киши 50 см кейин кўрди. Агар $1/12$ мин ичида түлқин соҳилни 20 марта ювган бўлса, қайиқ соҳилдан қандай масофада жойлшган?



1. Эластик ип бўйлаб кўндаланг түлқин 72 км/соат тезлик билан тарқалади, ип нуқталарининг тебраниш даври 0,5 с. Түлқин узунлигини аниқланг.
2. Балиқчи 10 с ичида қалқининг түлқинда 20 марта тебранганлигини пайқади, түлқинлар орасидаги масофа 12 дм. Түлқиннинг тарқалиш тезлиги қандай?

Экспериментал топшириқ

Дарё, кўл сиртидаги, табиий сув омборларидағи түлқинларни кузатинглар ва уларнинг пайдо бўлиш сабабларини аниқланг.

Ижодий топшириқ

1. «Денгиз түлқинлари, уларнинг пайдо бўлиши ва хоссалари».
2. «Сейсмик түлқинлар».
3. «Портлаш түлқинининг асосий тавсифлари» мавзулардан бирига ахборот тайёрланг.

30-§. Товуш, товушнинг тавсифномалари, аккустик резонанс, акс садо

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзузни ўзлаштирғанды:

- товушнинг пайдо бўлиш ва тарқалиш шартларини айтса оласиз;
- товуш тавсифларини товуш тўлқинининг частотаси ва амплитудаси билан тақъослай оласиз;
- резонанснинг пайдо бўлиш шартларини айтса оласиз ва уларнинг қўлланилишига мисол келтира оласиз.
- акс садонинг пайдо бўлиш табиати ва қўлланилишини тавсифлай оласиз;
- ультратровуш ва инфратровушнинг табиати ва техникада қўлланишига мисол келтира оласиз.

I Товуш – механик тўлқин

Биз турли товушлар оламида ҳаёт кечирамиз. Улар қаттиқ ёки секин, очиқ ёки ёпик, қисқа ёки узук муддатли бўлиши мумкин.

Эластик муҳитда ҳаракатланадиган ихтиёрий жисм товуши манбаи бўлиши мумкин.

Одамнинг қулоги муҳитда маълум бир частотали тебранишларни сезади, одам частотаси 16–20 000 Гц оралиғида сигналларни эшитади.

Товуш – эшитиш аъзолари қабул қилувчи эластик муҳитда тарқаладиган механик тўлқин.

Газлар ва суюқликлардаги товуш тўлқинлари бўйлама тўлқинлар, сабаби улар муҳитнинг сиқилиш, чўзилиш деформацияларида ҳосил бўлади. Товуш тўлқинлари вакуумда тарқалмайди, унга тажриба орқали ишоня ҳосил қилишимиз мумкин. Электр қўнғироқни ҳаво насоси қалпоғининг остига жойлаштириб, ҳавосини сўриб оладиган бўлсак, бу товушнинг тўлиқ йўқолгунга қадар заифлашишига олиб келади (178-расм).

Физиканинг товуш тўлқинларини ўргандиган бўлимни акустика, тўлқинлар эса акустик тўлқинлар деб аталади (грекше akustikos – «товушли»).

II Товуш тарқалиши. Турли муҳитларда товуш тўлқинининг тезлиги

Тўлқиннинг тарқалиши муҳит зарраларининг ўзаро таъсирашувига боғлиқ. Зарралар зич жойлашса ва уларнинг ўзаро таъсири кучи катта бўлса, тебранма ҳаракат энергияси ҳам тез узатилади. 13-жадвалда ва сув ҳароратнинг турли қийматларида ҳаво ва сувнинг ҳамда ҳароратнинг бир хил қийматларида турли муҳитлар учун товуш тезликлари берилган.

2 Жавобини айтинг

1. Нима учун одам юриб келаётган раввишда қўлнинг даврий силкиниш товушини эшиштмайди?
2. Нима сабабдан Ойда тушган жисмнинг товуши эшиштимайди?
3. Нима учун балиқлар товуши чиқармайди деб ўйлаша бўлмайди?
4. Қаттиқ жисмларда товуш тезлигининг юқори бўлиши катта сабаби нимада?

3 Эксперимент

Товуш манбаини ҳаво насоси қалпоғининг осига жойлаштиринг ва вакуумда товуш тарқалмаслигига ишонч ҳосил қилинг.

13-жадвал. Түрли мұхитларда товуш тезликлари

Модда	Харорат, °C	Товуш тезлиги, м/с
Хаво	0	331,5
	10	337,3
	20	343,1
Сув	0	1407
	10	1145
	20	1484
Мис	15	3500
Пұлат	15	5000
Шиша	15	5200



178-расм. Вакуумда товуштарқалмайды



1-топширик

13-жадвал маълумотлари билан танишиб чиқинг.
Нима учун ҳарорат 10 °C гача ортгандыңда товуш тезлиги камаяди, кейин қайта орта бошлайды?

III Товуш қаттиқлиги

Товуш ўзи билан бирга энергия элтадиган түлкин. Биз товуш манбаидан қанчалик узок түрсак қулоқ пардасига тебранма ҳаракат узатадиган энергия шунча кам бўлади. Товуш интенсивлиги – тўлқиннинг энергетик тавсифидир.

У 1 с ичида тўлқиннинг тарқалаш йўналишига перпендикуляр бирлик юза орқали товуш тўлқинининг қандай энергия миқдори ўтишини кўрсатади. Товушнинг қаттиқлик даражаси интенсивликка боғлиқ. Тўлқин манбай бўлиб ҳисобланган тебранишдаги жисмн энергияси унинг тебраниш амплитудасига боғлиқ.

Тебраниш амплитудаси қанча катта бўлса, товуш шунча қаттиқ бўлади.

Инсон қулоғи амплитудаси 10^{-9} см га яқин ҳаво тебранишларини сезади. 10^{-2} см амплитудаси тебраниш эса қулоқ пардасига зиён келтиради. Эшитилиишининг пастки чеки 10^{-6} мкВат/м², бўлиб, у эшитувчанлик чегарашиб деб аталади. Шу даражада товушнинг нолинчи даражаси бўлиб қабул қилинган. Товушнинг қаттиқлик даражаси бел (Б) ёки децибел билан (dB) ўлчанади.

Товуш қаттиқлигининг ўлчов бирлиги америкалик олим А.Г.Белл шарафига шундай аталган.

14-жадвал. Түрли товушларнинг интенсивлиги ва даражалари

Интенсивлик, мкВт/м ²	Товуш даражаси, дБ
Эшитувчанлик чегараси	
0,000001	0
Тинч нафас олиш	
0,00001	10
Тинч боғнинг шовқини	
0,0001	20
Китоб бетини вараклаш	
0,001	30
Үйдаги одатдаги шовқин	
0,01	40
Чангсўргич шовқини	
0,1	50
Одатдаги сухбат	
1	60
Радио товуши	
10	70
Кўчали шовқини	
100	80
Юқ тушириш жойидаги поезд товуши	
1000	90
Метро вагонидаги шовқин	
10000	100
Момақалдироқ овози	
100000	110
Оғриқ сезиш чегараш	
1000000	120

Товуш интенсивлиги 10 марта ортганды товуш даражаси 10 дБ кучаяди (*14-жадвал*). 120 дБ оғриқни сезувчанлик чегараси бўлиб, 180 дБ да кулоқ пардаси шикастланади.

IV Товуш баландлиги

Товуш баландлиги орқали биз чивиннинг учишини пашшанинг учишидан, боланинг товушини катта одамнинг товушидан фарқлай оламиз. Товушлар тон баландлиги орқали фарқланади.

Тон баландлиги товуши манбаининг тебраниши частотаси билан аниқланади. Тебраниши частотаси юқори бўлса, товуши тони ҳам баланд бўлади.

Бунга осциллографдаги товуш генератори ёрдамида ҳосил қилинган тебранишлар ёйилмаси орқали ишоня ҳосил қилиш мумкин (*179-расм*). Осциллограф экранидаги ёйилмага мос товуш тони шу экранда олинган дастлабки ёйилмага мос товуш тонидан юқори.

Мусиқий асбобларни созлаш учун қўлланиладиган камертон тон баландлиги бир хил бўлган товуш беради. У битта соф частотадаги товушни олишга имкон беради. Масалан, биринчи октаванинг «ля» нотасига мос товуш чиқарадиган камертон 440 Гц частотали тебранишни ҳосил қиласди. «до» нотаси эса 261,6 Гц частотадаги тебраниш ҳосил қиласди.

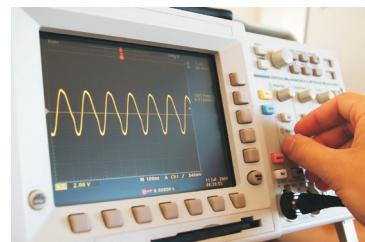
*Камертон – оёқчали букилган металл стерженлардан иборат бўлган қурилмадир (*180-расм*).*

V Акустик резонанс

Шишадан ясалган буюмларнинг сабабсиз дириллаши акустик резонансга мисол бўла олади. Опера қўшиқчиларининг юқори ноталарига жавобан билтур кандиллар титрайди, юпқа шиши идишлар жиринглайди. Камертон товушига рояль торларидан бирининг акс содаси акустик резонансга мисолдир.

Бу қизиқ!

Қулоқ – 100 млрд марта фарқ қиласиган товуш интенсивлигини сезадиган жуда нозик аъзо.



a)



б)

179-расм. Осциллограф ёрдамида товуши тўлқинларини текшириш

Жавобини айтинг

- Нима учун товуш манбаидан узоқда товуш қаттиқлиги кам бўлади?
- Нима учун чивиннинг учиши товушининг баландлиги ари товуштдинг баландлигидан юқори бўлади?



180-расм. Камертон

Акустик резонанс –жисмнинг хусусий частотаси товуш тўлқини частотаси билан мос келганда жисм тебранишлари амплитудасининг ортиши.

Акустик резонанс ҳодисаси практикада мусиқий асбоблар торининг садосини кучайтириш учун кенг кўлланилади. Уларндан ҳар бирининг копқоғи (дека) бўлади – бу маълум бир шакл ва ўлчамдаги ёғочдан ясалган корпус (кути) (182,183-расмлар)..

Асбоб қутисидаги ўйиқнинг шакли ва ўлчами тасодифий эмас. Корпусдаги ҳаво тор садоси товуш частотаси билан тебраниб, асбобнинг товушини кучайтиради.

Скрипка ва виолончелнинг, контрабас ва гитаранинг ўзгача шакли асбоб корпуси ичидағи товуш тўлқинлар резонансига таъсир этади. Николо Амати, Андреа Гварнери ва Антонио Страдивари сингари мусика асбоблари усталари оҳат майнилги ва мулоҳимлигин резонанс таъсирини кучайтириш учун асбоблар шаклини такомиллаштириб, уларни ясашга ноёб ёғоч ва локлар тайёрлашган.

Муҳим ахборат

Тембр – турлича овоз ёки турли хил мусиқа асбоблари билан ижро этилган бир хил баландликдаги товушларни ажратадиган мусиқий товуш ранги.

VI Товушнинг қайтиши. Акс садо. Реверберация

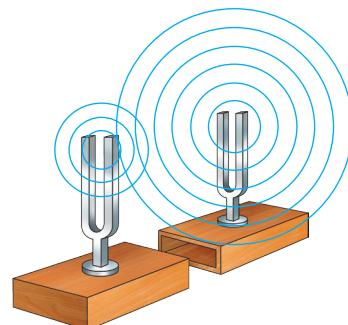
Қандайдир бир тўсиқдан қайтган овозимиз товушини **акс садо** деб атаемиз.

Акс садо – кузатувчининг тўсиқдан қайтган товушни қабул қилиш ҳодисаси.

Агар акс садо товуш манбаидан 0,1 с дан ортиқ вақтда қайтиб келса, у алоҳида товуш сифатида қабул қилинади. Товушларни ажратадиган вақт оралигининг кичик қийматида, давомли битта товуш сифатида қабул қилинади.

Эксперимент

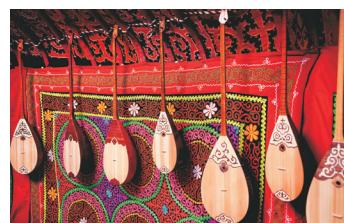
Иккита бир хил камертондан фойдаланиб, акустик резонанс ҳодисасини кузатинг (181-расм) Камертонлардан бирини уриб товушни қўлингиз билан тўсинг. Иккинчи камертоннинг товуш чиқаришини тингланг. Кузатилган ҳодисани тушунтиринг.



181-расм. Акустик резонанс



182-расм. Страдивари скрипкаси



183-расм. Дўмбра – қозоқ халқининг миллий асбоби, тайёрланиши технологияси авлоддан-авлодга берилмоқда

Акс садо таъсирида бўладиган товуш давомийлигининг ортиши ревербирация деб атамади 0,1 с ичида товуш ушбу масофани босиб ўтади.

$$s = v_{mob} t \approx 340 \frac{m}{s} \cdot 0,1 s = 34 m$$

Унинг бошланғич товуш манбаига қайтишини эътиборга оламиз. Демак, акс садони эшитиш учун товуш манбаидан тўсиққача масофа 17 м дан кам бўлмаслиги керак.

Мұхим ахборат

Ёпик биноларда товушнинг тарқалиши ва қайтишини акустика бўлимининг меъморий акустика бўлими текширади. Катта концерт залларида акс садонинг олдини олиш учун деворлар ва стуллар овозни ўзига сингдирадиган маҳсус материаллар билан қопланади.

Эксперимент

Мактабдаги спортзал деворлари товуш ютиладиган материаллар билан қопланганми? Тажриба орқали аникланг. Тажриба мобайнида қандай шартлар сақланниши керак?

VI. Эхолокация

Товушнинг қайтиш ҳодисаси эхолокацияда ультратовуш ёрдами билан жисмнинг вазиятини аниклашда қўлланилади. Ультратовуш – юқори энергияли ва частотаси 20^4 Гц дан ошадиган товуш тўлқинлари.

Эхолокация – ультратовуш ёрдамида жисмларнинг вазиятини аниклаш. XX аср немис инженери А. Бам чуқурликни аникладиган (гидролокатор) асбобни ихтиро қилди. Ҳозирги замонавий эхолотлар ультратовушни юборадиган асбоб, қабул қигич, маълумотларни қайта ишлайдиган ЭҲМ дан ташкил топган. 184-расмда балиқни таниб билиш, сув тубини ва унинг тузилишини тасвирлаш, тасвирни катталаштириш функциялари билан жиҳозланган эхолот берилган.

Текшириш саволлари

1. Товуш тўлқини нима? Механик тўлқинларнинг қандай диапозони товуш диапозони бўлиб ҳисобланади?
2. Тўлқинлар қандай муҳитларда катта тезлик билан тарқалади?

Эслаб қолинг

Денгиз тубнинг чуқурлигини сигнални узатиш ва қабул қилиш вақтлари оралиғи ва тарқалиш тезлиги билан аникланади:

$$s = \frac{v_{dbyo} t}{2}$$

Жавобини айтинг

1. Нима учун бизнинг товушимиз кўчага қараганда ёпик биноларда қаттиқ эшишилади?
2. Нима сабабдан эхолотда ультратовуш фойдаланилади?
3. Нима учун акс садо қоронғи тунда тўсиққа учрамайди?
4. Нима учун тоғларда акс садо бир неча марта эшишилади?



184-расм. Балиқ овлашга мўлжалланган эхолот

3. Қаттиқ жисмларда түлқин тезлиги қандай аниқланади?
4. Товуш тонининг баландлиги нимани аниқлайди?
5. Товуш қаттиқлигининг ўлчов бирлиги қандай?
6. Қандай асбоб маълум частотадаги товуш чиқаради?
7. Акустик резонанс нима? Акс садо нима?



Машқ

30

1. Ҳавода кишининг энг паст товуши учун товуш түлқинининг узунлиги 4,3 м, аёл кишининг энг юқори товуши – 25 см. Ўша товушларнинг тебраниш частоталарини топинг.
2. Момақалдириқдан 15 с ўтгандан кейин одам унинг товушини эшигиди. Момақалдириқ одамдан қандай масофада чақнади?
3. Юборилган ультратовушли сигнал денгиз тубидан қайтиб 1,2 с дан кейин келган бўлса, денгиз чуқурлигин аниқланг.



Машқ

30

1. Роялнинг частоталар диапозони 90 Гц ва 9 кГц оралиғида бўлса, ҳаводаги товуш түлқинлари узунликларининг диапазонини топинг.
2. Бошланғич чизигидан кейин 200 м йўлнинг марра чизигидаги ҳакам ўз секундомерини қўшди. Ҳавонинг ҳарорати 20 °C. Унинг қайд қилган вақти юқорироқ қийматни кўрсатадими ёки пастрокними?
3. Товушни қайтарувчи тўсиққача бўлган масофа 68 м. Кузатувчи акс садони қанча вақтдан кейин эшигади?

Экспериментал топшириқ

Бир қаторга бўш идишларни қўйиб, уларга сувни шундай қўйингки, бунда навбатдаги идишда сувнинг сатҳи олдингисидан юқори бўлсин. Идишларни қошиқ билан уриб, олинган мусиқий асбобни кузатинг. Қайси идишда товуш тони юқори?

Ижодий топшириқ.

Берилган мавзулардан бирига ахборт тайёрланг:

1. «Ҳайвонлар қабул қиласиган товуш диапазони».
2. «Мусиқий асбоблар. Товуш тембри».
3. «Ультратовуш ва инфратовушнинг одам ва ҳайвонлар аъзосига таъсири».

31-§. Электромагнит түлқинлар. Электромагнит түлқинлар шкаласи

Кутиладиган натижасы

Үшамавзуни ўзлаширигандада:

- электромагнит ва механик түлқинлар хоссаларини тавсифлай оласиз;
- электромагнит түлқинларни диапазонини тавсифлайсиз ва мисоллар келтира оласиз;
- ёргулукнинг шиша призмадан ўтишида ёргулук дисперсиясини тавсифлай оласиз.

I Очиқ тебраниш контури – электромагнит түлқинлар манбаси

Тебраниш контури конденсаторини ғалтак орқали зарядлаш, ғалтакнинг магнит майдон энергиясининг, конденсатор электр майдонининг қайта ортишига олиб келади. Пластиналар орасини ортириб ва ғалтакни түғрилаб контурни очамиз (185-расм). Бундай контур очиқ контур бўлиб хисобланади, бунда зарядлар бутун ўтказгич бўйлаб тақсимланган ва тезланиш билан ҳаракатланади.

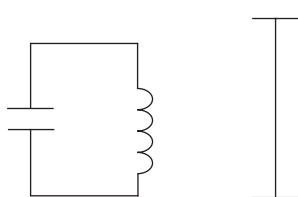
Ўтказгичнинг ўртасида ток кучи максимал қийматга эга, охирларида нолга teng бўлади. Очиқ контур атрофидаги муҳит ҳолати ўзгаради. Электр ва магнит майдонларни тавсифловчи катталиклар ўзгаради. Ўзариш фазода тарқалиб, энергия кўчишига олиб келадиган электромагнит түлқинларни ҳосил қиласи. Электромагнит майдон очиқ контур атрофидаги фазони тўлиқ камраб олади.

Электромагнит түлқин – электромагнит майдон тебранишларининг фазода тарқалиш ҳодисаси.



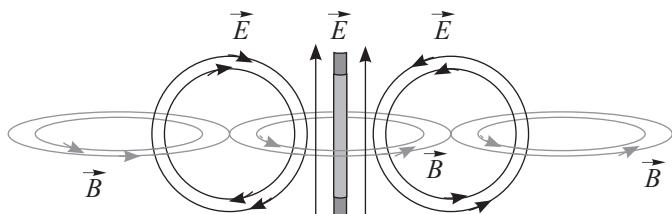
Жавобини айтинг

1. Нима учун ёпиқ контур электромагнит түлқинни вужудга келтирмайди?
2. Нима учун радиолокаторнинг таъсири гидролокаторга қарангда кучлироқ?
3. Нима учун момақалдироқ радиохабарлар тарқалишига тўсқинлик қиласи?



185-расм. Ёпиқ ва очиқ тебраниш контурининг чизмалари

Очиқ контур электромагнит түлқинларининг манбаси бўлиб, у узатувчи антенна дейилади. (186-расм).



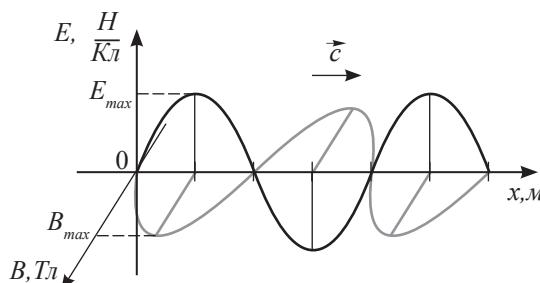
186-расм. Антenna атрофидада электромагнит майдоннинг тарқалиши

II Электромагнит түлқин – кўндаланг түлқин

Г. Герц тажрибалари шуни кўрсатади, электромагнит түлқинларининг юқори интенсивликда нурланиши антenna ўқига перпендикуляр йўналишида содир бўлади.

Кучланчаилек вектори \vec{E} аантеннадан ўтывчи текислика ётади, магнит индукция вектори \vec{B} эса шу текисликка перпендикуляр жойлашган. Майдонларнинг куч чизиклари ўзаро перпендикуляр текисликларда жойлашган. Электромагнит тўлқин антеннага перпендикуляр йўналишда тарқалади.

Электромагнит тўлқин кўндаланг тўлқинидир, \vec{E} кучланганлик ва \vec{B} магнит индукциянинг тебранишилари тўлқиннинг тарқалиши йўналишига перпендикуляр бўлади (187-расм).



187-расм. Электромагнит тўлқин – кўндаланг тўлқин

III Тўлқин тезлиги. Ёруғлик – электромагнит тўлқин

Максвелл ўз назариясида электромагнит тўлқин тезлигининг қийматини топди:

$$c = \frac{E}{B} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1)$$

Электромагнит тўлқин ёруғлик тезлигига тарқалади.

Ёруғлик кўринувчан нурланиш диапазонидаги электромагнит тўлқиндан иборат.

Ёруғлик частотасининг қиймати $4 \cdot 10^4$ Гц ва $7,5 \cdot 10^{14}$ Гц оралиғида ётади, бу 400 нм дан 700 нм гача бўлган тўлқин узунликлари қийматларига мос келади. Турли муҳитларда электромагнит тўлқин тезлиги камаяди, у муҳитнинг синдириши кўсаткичига боғлиқ бўлади:

$$v = \frac{c}{n} \quad (2),$$

Бу ерда v – электромагнит тўлқиннинг муҳитдаги тезлиги, c – электромагнит тўлқиннинг

Эслаб қолинг!

Электромагнит тўлқинларнинг мавжудлигини инглиз физиги Ж. Максвелл 1864 йилда назарий жиҳатдан тахмин қилди. У вақт ўтиши билан ўзгарадиган электр майдон атрофида магнит майдонни юзага келтиради, у ўз навбатида уюрмавий электр майдон хосил қиласи деб тахмин қилди.

Диққат қилинг!

Уюрмавий майдоннинг куч чизиклари берк бўлади.



Жеймс Клерк Максвелл (1831–1879) – шотланд физиги. 25 ёшида Абердине шаҳридаги Маришаль коллежида профессор унвонини олади. 1871 йилда Кембридждаги дастлабки экспериментал физика профессори номини олди. Ёруғлик табиатига бўлган фикрни тубдан ўзгариган электромагнетизм назариясини кашф қиласи. У ёруғлик ва бошқа нурланиш турларини электромагнит тўлқинлар деб ҳисоблади.

вакуумдаги тезлиги, n – мұхитнинг сингдириш күрсаткичи.

Электромагнит түлқинларнинг механик түлқинлардан фарқи уларнинг вакуумда тарқала олишийдадир.

IV. Ёруғлик дисперсияси

Ёруғлик күринувчан электромагнит түлқинлардан иборат.

Ёруғлик ранги унинг тебраниш частотаси билан аниқланади. Бир мұхитдан иккінчи мұхитга ўтганда ёруғлик тезлиги (2-формула) ва түлқин узунлиги ўзгараты. Ёруғлик рангини аниқладыған частота ўзгармас катталиқ бўлиб қолаверади. Қизил ранг моддада юқори тезликка эга бўлгани учун, унинг нури призмада каироқ синади. Бинафша рангнинг тезлиги жуда кичик, шунинг учун бинафша рангли нурлар бошқа рангларга нисбатан кўпроқ синади.

Дисперсия – модданинг синдириши кўрсаткичининг ёруғлик частотасига боғлиқлиги.

Ёмғирдан кейин камалакнинг чиқиши дисперсия ва тўла ички қайтиш билан тушунтирилади. Дисперсия ҳодисаси орқали олмоснинг кирралари ва бошқа моддаларнинг турли рангда товланишини кузатиш мумкин.

V Электромагнит түлқинлар шкаласи

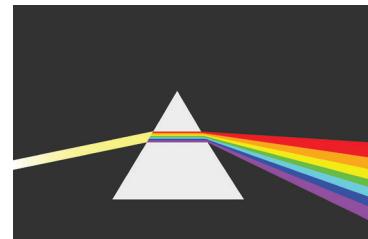
189-расмда электромагнит түлқинлар шкаласи берилган. Хоссалари ва амалий тадбиғига кўра электромагнит түлқинлар физиканинг турли бўлимларида қаралади: электротехникада паст частотали тебранишлар, радиотехникада радиотўлқинлар, оптикада күринувчан нурлар, молекуляр физика ва термодинамикада инфрақизил нурлар, атом физикасида ультрабинафша ва рентген нурлари, ядро физикасида – α , β , γ -нурланишлар.

Бу қизиқ!

Инсон кўзи қабул қиласидиган барча рангларни учта асосий рангни аралаштириш орқали (қизил, яшил ва қўқ) ҳосил қилиш мумкин.

Эксперимент

Шиша призмага проекцион аппарат нурини ўйналтиринг (188-расм). Девордан бир-бирига нисбатан жойлашган рангли полосалардан иборат камалакни кўрасиз. Қайси ранг кўпроқ синган? Сиз кузатган ҳодиса дисперсия дейилади. Бу тажрибани дастлаб И.Ньютон ўтказган.



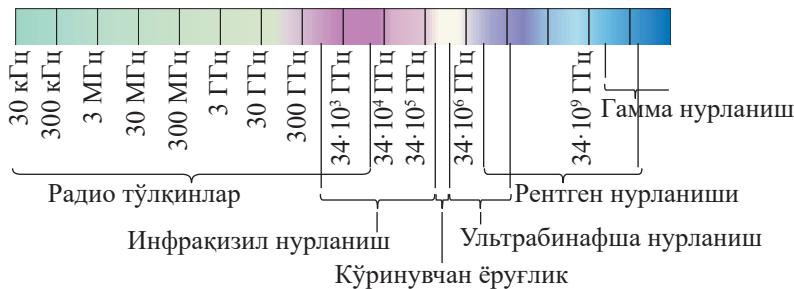
188-расм. Призма орқали ўтганда ёруғликнинг ташкил этиувчиларга ажратилиши

Жавобини айтинг

- Нима учун ҳайвонлар ва одамлар атрофни турли рангларда кўради?
- Нима учун баъзи мамлакатларда ранг ажратта олмайдиган одамларга (дальтоник) автомобиль бошқариси гувоҳномаси берилмайди?
- Қизил ва қўқ нурлар учун линзалар фокуси мос келадими?

1-топширик

Дисперсияга мисол келтиринг.



189-расм. Электромагнит нурланишлар шкаласи

Барча түлкін турлары умумий хоссага әга: улар зарядланған зарраларнинг тезлануuvчан ҳракати натижасыда пайдо бўлиб, ёруғлик тезлигига ва вакуумда тарқалади.

VI Радиоалоқа

Радиоалоқа резонанс ҳодисасига асосланған. Радиоузатгичда товуш сигнални электр сигналiga айланади. Узаткич антенна ҳосил қилған электромагнит түлкінлар антеннага перпендикуляр йўналишда тарқалади (190-расм). Улар тарқалиш мобайнида қабул қилувчи ўтказгичда ток ҳосил қилади, шу токнинг чстотаси узатувчи антенна чстотасига тенг бўлади. Қабул қилгич антеннадаги токнинг қиймати унинг хусусий чстотаси узатувчи антеннанинг тебраниш чстотасига тенг бўлганда резонанс тартибида максимал қийматга эришади. Антеннадан чиққан сигнал радио қабул қилгичга узатилиб, у ерда товуш түлкінига айланади.

Радио қабул қилгичнинг түлкін узунлигини ушбу формула ёрдамида топиш мумкин:

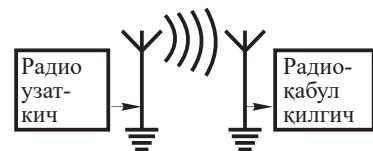
$$\lambda = c \cdot T \quad \text{ёки} \quad \lambda = \frac{c}{\nu}$$

бу ерда T –узатувчи антеннанинг тебраниш даври; ν –узатувчи антеннанинг тебраниш чстотаси.

Турли манбалардан электромагнит түлкінларни қабул қилгич антенналарнинг тузилиши мураккаб бўлади (191-расм).

15-жадвал
Радиотүлкін чстоталарининг
халқаро стандартти

Жуда паст частотали. ЖПЧ	3-30 кГц
Паст частотали, ПЧ	30-300 кГц
Ўртача Частота ЎЧ	300-3000 кГц
Юқори частотли, ЮЧ	3-30 МГц
Жуда юқори частотали ЖЮЧ	30-300 МГц
Ультра юқори- частотали, УЮЧ	300-3000 МГц
Ўта юқори Частота ЎЮЧ	3-30 ГГц
Чекли юқори Частота ЧЮЧ	30-300 ГГц
Гипер юқори- частотали ГЮЧ	300-3000 ГГц



190-расм. Радиоалоқанинг
принципллик чизмаси



191-расм. Кабелли
телекўрсатувнинг қабул қилувчи
антеннаси

Космик сингалларни қабул қилувчи антенналар радиотелескоп дейилади (192-расм).



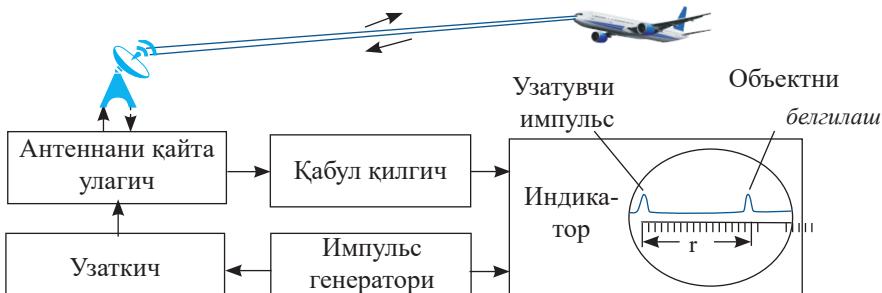
VII Радиолокация

Радиолокация радиотүлқинларнинг товуш түлкінлари каби түсікден қайтишига асосланған.

Радиолокация – радиотүлқинлар ёрламида жисмнинг вазияттани аниклаш усули. Радиолокацияның эхолокациядан құлайлғы, радиотүлқинларнинг тарқалиш езлигі товуш тезлигидан юқори бўлишидадир. Радиолокация катта масофалардаги объектларни топишга имкон беради. 1–2 мкс чўзиладиган қисқа сигнал юборилганда сигнал осциллограф экраныда қайд қилинади (193-расм).

Сигнал түсікден қайтиб, яна радиолокаторда қабул қилинади ва кучайтирилиб осциллографга узатилади. Осциллограф экранидаги иккита чақнаш орасидаги масофа орқали сигнални юбориш ва қабул қилиш пайтлари орасидаги вақт аникланади. Объектгача бўлган масофани қуидаги формула бўйича топиш мумкин:

$$s = \frac{ct}{2}.$$



193-расм. Радиолокатор юборган ва қабул қилған сигнал интервали орқали объекtgача масофани аниклаш

Текшириш саволлари

1. Электромагнит түлқин нима?
2. Очиқ тебраниш контури деб нимага айтилади?
3. Электромагнит түлқинлар қандай түлқин турига тегишли?
4. Электромагнит түлқинлар қандай тезлик билан тарқалади?
5. Радиоалоқа қандай амалга оширилади?
6. Радиолокацияның эхолокациядан фарқи нимада?

192-расм. Радиотелескоп, Тянь-Шань астрономик обсерваторияси



Жавобини айтинг

Нима учун кабелли телекўрсатуелар антенналари мураккаб тузилишга эга?



1. Радиолокатордан чиққан сигнал объектдан қайтгандан 200 мкс ўтгандан кейин келса, объект радиолокатор антеннасидан қандай масофада жойлашган?
2. Қабул қилгичнинг тебраниш контуридаги конденсаторнинг сиғими 50 дан 500 пФ гача аста-секин ўзгарадиган бўлса, ғалтакнинг индуктивлиги ўзгармас ва 2 мкГн бўлса, қабул қилгич тўлкин узунлигининг қандай диапазонида ишлайди?



1. Сигналларни 250 м тўлқинда узатувчи радиосигнал қандай частотада ишлайди?
2. Тебраниш контури сиғими 0,4 мкФ конденсатордан ва индуктивлиги 1 мГн ғалтакдан иборат. Шу контур чиқарадиган тўлкин узунлигини топинг.

Ижодий топшириқ

Берилган мавзулардан бирига ахборт тайёрланг:

1. «Биринчи мобиль телефони».
2. «Сув ости кемалари билан алоқа ўрнатиш».
3. «Моддаларнинг ранглари».

5-Бобнинг хулосаси

Тебранма тизимининг тебраниш даври	Хусусий частота	Циклик частота
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$\nu_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	$\nu_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$
$T = 2\pi\sqrt{LC}$	$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Максимал тезликни ҳисоблаш формулалари	Резонанс шарти	Тебранма тизимлар учун сақланиш қонунлари
$v_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot A$	$\nu_{max} = \nu_0$	$\frac{mv^2}{2} + mgh = const$
$v_{max} = \omega \cdot A$	$\omega_{max} = \omega_0$	$\frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = const$
$v_{max} = \sqrt{2gh_{max}}$		$E = E_k + E_p = const$
Тўлқин узунлигини ҳисоблаш формулалари	Тўлқин тезлигини ҳисоблаш формулалари	Тўсиқгача бўлган маофани ҳисоблаш формуласи
$\lambda = v \cdot T$	$v = \frac{l}{t}$	$s = \frac{v_{max}t}{2}$
$\lambda = c \cdot T$	$v = \frac{\lambda}{T}$	$s = \frac{ct}{2}$
$\lambda = \frac{c}{\nu}$	$v = \lambda \cdot \nu$	
	$v = \frac{c}{n}$	

Глоссарий

Акустик резонанс – хусусий частоаси товуш тўлқини частотаси билан бир хил бўлганда жисм тебранишлари амплитудасининг ортиши ҳодисаси.

Амплитуда – жисмнинг мувозанат вазиятидан энг катта силжишининг қиймати.

Бўйлама тўлқин – зарраларнинг тебраниши тўлқиннинг тарқалиши йўналишида амалга ошадиган тўлқин.

Гармоник тебранишлар – синус ёки косинус қонуни бўйича содир бўладиган тебранишлар.

Товуш – эшитиш аъзолари қабул қиласидаги эластик мухитда тарқаладиган механик тўлқинлар.

Эркин тебранишлар – мувозанат вазиятидан чиқарилгандан кейин ташқи кучлар таъсирисиз юз берадиган тебранишлар.

Мажбурий тебранишлар – ташқи даврий равишида ўзгариб турадиган кучлар таъсирида тебранишлар.

Акс садо – тўсиқдан қайтган товушни кузатувчининг қабул қилиш ҳодисаси.

Кўндаланг тўлқин – зарраларнинг тебраниши тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр йўналишда амалга ошадиган тўлқин.

Механик тўлқин – тебранма ҳаракатнинг эластик мухитда тарқалиш ҳодисаси.

Сўнувчан тебранишлар – вақт бўйича амплитудаси камаядиган тебранишлар.

Давр – тизимнинг тўлиқ бир марта тебранишига кетган вақт оралиғи.

Радиолокация – радиотўлқинлар ёрдамида жисмнинг вазиятини аниқлаш усули.

Реверберация – товушнинг турли тўсиқлардан қайтишида эшитилиш узоқлигининг ортиши.

Резонанс – ташқи кучлар частотаси билан тебраниш контурининг хусусий частотаси бир хил бўлганда мажбурий тебранишлар амплитудасининг ортиши ҳодисаси.

Мувозанат ҳолати – тебраниш системашнинг тизимнинг ўзгармас ҳолати.

Тебраниш тизими – эркин тебрана оладиган жисмлар тизими.

Тебраниш частотаси – тизимнинг бирлик вақт ичидағи тебранишлари сони.

Тебраниш контури – кетма-кет уланган ғалтак, конденсатор ва резистордан иборат электр занжири.

6-БОБ

АТОМ ТУЗИЛИШИ, АТОМ ҲОДИСАЛАР

Электромагнит түлқинлар очиқ тебраниш контурида зарядланган зарраларнинг тезлаштирилган ҳаракат инатижасида пайдо бўлади. Максвелл электромагнит түлқинлар назариясини ишлаб чиқди.

XIX асрнинг охирида XX асрнинг бошида физиклар қиздирилган жисмларнинг иссиқлик нурларини текшириб, Максвелл назариясининг қонуниятлари бажарилмайдиганини аниқлади.

Шу муаммо физиклар қандай йўл билан ҳал қилганини биз шу бобда муҳокама қиласиз, шу билан бирга, атом ҳодисалар билан, квант назариясининг асосий қоидалари билан танишамиз.

Бобни ўқиб билиш орқали сиз:

- Иссиқлик нурланиши энергиясининг температурага боғлиқлигини таърифлашни;
- масалалар ечишда Планк формуласини қўллашни;
- фотоэфект ҳодисасини таърифлашни ва унинг техникага татбиқича мисоллар келтиришни;
- масалалар ечишда фотоэфект учун Эйнштейн формуласини қўллашни;
- рентген нурларини электромагнит нурларининг бошқа турлари билан таққослашни;
- рентген нурларини қулланилишига мисол келтиришни;
- α , β жва γ – нурларнинг табиати ва хоссаларини тавсифлашни;
- альфа – зарраларининг сочилиши бўйича Резерфорд тажрибасини тушуниришни ўрганасиз.

32-§. Иссикликдан нурланиш

Кутидадиган натижা

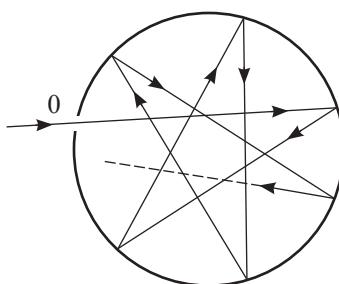
Ушбу мавзуни ўзлаштирганды сиз:

- иссиқликдан нурланиш энергиясининг ҳароратга боғлиқлигини тавсифлашни ўргагасиз.



Саволларга жавоб беринг

- Нима учун ёз күнлари одамлар очиқ рангли кийимлар кийишади?
- Нега пекканиң спирали қизиганда рангини ўзгартиради?
- «Метални оқарганча» қиздириши дөгани нимани билдиради?



194-расм. Абсолют қора жисм модели



Жавобини айтинг

- Нима учун Қуёш абсолют қора жисм деб ҳисобланади?
- Барча юлдузларни абсолют қора жисм тизимиға киритиши мумкинми?
- Нима учун юлдузларниң ранги ҳар түрлү?
- Нега Қуёш сарық рангда?
- Нима учун Қуёш нурлари спектрлари барча рангларига таснифланади?

I Иссикликдан нурланиш

Модда нурланиши учун унга энергия бериш зарур. Энергия олган модда атомлари тез ҳаркатлана бошлады, жисмнинг ҳарорати ортади. Тўқнашишлар вақтида атомлар ўз энергиясининг бир қисмини электронларга беради, электронларнинг орбита бўйлаб айланиш тезлиги ортади ва электронлар ядродан ажралиб чиқади. Бундай шароитда атомлар уйғонган, нур чиқаришга қодир бўлади. Барча қиздирилаган жисмлар иссиқликдан нурланиш манбаидир.

Иссикликдан нурланиши –қиздирилган жисмларнинг нурланиши.

II Абсолют қора жисм

Биламизки, қора рангли сиртларнинг нурланиш ва ютилиш қобилияти оч рангларга қараганда юқори. Ҳайдалган ернинг қизиши яшил ўтни Ерга қараганда кучлироқ бўлади. Бунинг сабаби қора рангли жисмларнинг ютиш ва нурланиш частоталари диапозонининг катта бўлишидир. Агар энергиянинг нурланиши ёки ютилиши тўлқинлар частотасининг барча диапазонида амалга ошадиган бўлса, бундай жисм абсолют қора жисм деб аталади. Ички деворлари қорайтирилган, кичик тирқишли ношаффо абсолют қора жисмнинг идеал намунаси (модели) бўлиб ҳисобланади (194-расм).

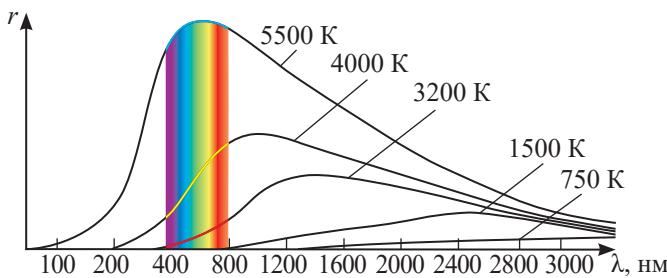
Абсолют қора жисм – иссиқлик тўлқинлари частотасининг барча диапаозонида нурланадиган ва ютадиган жисм.



Бу қизиқ!

«Абсолют қора жисм» тушунчасини 1862 йилда Густаф Киргкоф киритган.

Қүёшни абсолют қора жисм деб ҳисобласа бўлади, унинг нурланиш спектри туташ бўлади. 195-расмда абсолют қора жисмнинг ҳароратнинг турли қийматларида нурланиш қувватининг частотага боғлиқлиги графиклари кўрсатилган. Бу катталикларнинг боғлиқлик графикиги абсолют қора жисмнинг моделини кўллаш орқали тажрибада олинган.



195-расм. Ҳароратнинг турли қийматларида нурланиш қувватининг тўлқин узунлигига боғлиқлиги

III Қиздирилган жисм нурланишининг ҳароратга боғлиқлиги

Турли ҳароратагача қиздирилган жисмларнинг нурланиши турлича бўлади. Оқарганча қиздирилган металнинг ҳарорати қизаргунча қиздирилган метал ҳароратидан юкори бўлади. Лампочка чўғланма толашнинг нурланиши хонани ёритишга қодир, камин печкасининг нурланиши эса фақат хонани исита олади.

Жисмнинг ҳарорати ортганда, нурланиш энергияси ҳам ортиб, нурланиш ранги тўқ қизил рангдан оқ рангача оқарип ўзгаради. 195-расмда абсолют қора жисмнинг ҳарорати ортганда нурланиш максимумининг бинафшаранг тўлқинлар томон силжиганини кўрши мумкин.

IV Стефан–Больцман қонуни

Нурланиш энергиясининг ҳароратга боғлиқлигини тажрибада 1879 йили Австрия олими Йозеф Стефан исботлади. Худди шундай боғлиқликни унинг ватандоши Людвиг Больцман 1884 йили назарияда аниқлади:
 $R = \sigma \cdot T^4$,

бунда $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Wm}{m^2 K^4}$ Стефан – Больцман доимийси;

T – Кельвин шкаласи бўйича ҳарорат;
 R – 1 m^2 қиздирилган сиртнинг 1 секунддаги частотанинг барча диапазонидаги нурланиш энергияси.

Пирометр – қаттиқ қиздирилган ёки узоқлаштирилган жисмнинг ҳароратини аниқлашга мўлжалланган асбобнинг ишлаши



1-топширик

Нима учун кичик тирқишли ичи бўш жисм абсолют қора жисм бўла опади? Абсолют қора жисм модели ёрдами билан кўрилган нурнинг нурланиш қувватининг тўлқин узунлигига боғлиқлиги графикини ясаш учун керакли натижаларни қандай олиш мумкин?

Стефан – Больцман қонунига асосланган. Пирометр ёрдамида ютилган нурланиш энергияси орқали юлдузларнинг ҳароратини, қайнаётган пўлатнинг, юқори кучланиш тармоқларининг ҳароратини аниқлаш мумкин (196-расм). Пирометр экранида ҳароратнинг сон қиймати кўрсатилади.

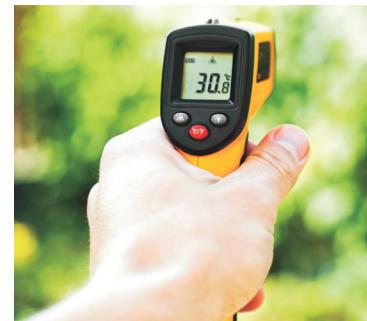
Кизил юлдузлар сиртининг ҳарорати 3500 К, сариқ юлдузлардаги ҳарорат эса 6000 К, мовий юлдузларнинг ҳарорати 2500 К бўлиши аниқланган. Қуёш сариқ юлдуз турига киради, унинг нурланиш максимуми сариқ ва яшил нурланиш диапазонига тўғри келади.

Тепловизорнинг ишлаш принципи ҳам пирометрга ўхшаб Стефан – Больцман қонунига асосланган. Тепловизор экранига текширилаётган модда ёки объектнинг расми чиқади. Ҳарорат юқори қисмларнинг нурланиш қуввати юқори, улар экранда қизил ранг, нурланиш қуввати кам қисми бинафшаранг билан берилади (197-расм). Тепловизор энергия билан таъминлашда, тиббётда, ҳарбий ишларда, илмий тадқиқот лабораторияларида кенг кўлланилади.

V Иssiқликдан нурланиш ҳодисаси талқинидаги муоммалар

Олимлар Максвелл назариясидан фойдаланиб иссиқликдан нурланишини тушунтиришга уринишлари асосиз бўлди. Максвелл назариясига кўра атом ядро атрофида туланувчан ҳаракатланадиган электронлар ўз ҳаракатини тўхтатчунига қадар нурланиши керак. Атомларнинг тўлқинларнинг тарқалишига ўхшаш бўлади. Антеннада ток йўқолганда электромагнит тўлқинларнинг нурланиши ҳам тўхтайди. Иссиқлик жараёнлари учун ҳаракат тўхтаса, ҳарорат абсолют нолга етишини билдиради. Аслида жисм совиб, атроф-мухит билан иссиқлик мувозанатига келади.

199-расмда Максвелл назарияси бўйича тажрибада олинган нурланиш қувватининг частотага боғлиқлиги графиги берилган. Ультабинафша



196-расм. Пирометр орқали оловнинг ҳароратини аниқлаш, $t = 30,8^{\circ}\text{C}$



197-расм. Тепловизорни қўллаш орқали уйн иссиқлик иўқотишини текшириш

Бу қизиқ!

«Kazakhstan Aselsan Engineering» Қозогистон-турк мудофаа компаниясида 2014 йилдан буён тунги кўриш асбобларини, тепловизорли кўриш асбобларини ишлаб чиқарилади (198-расм).



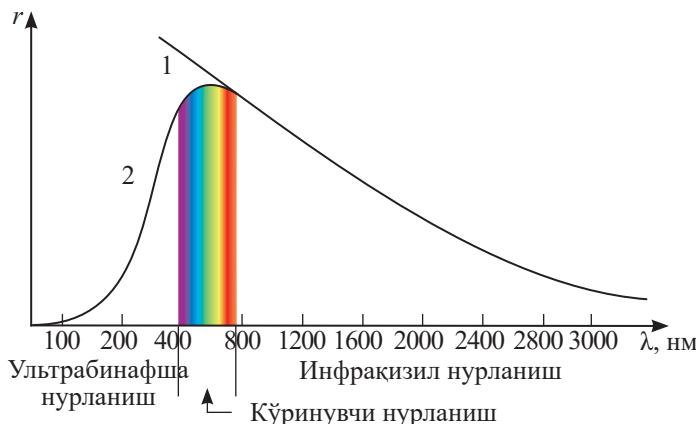
198-расм. «Kazakhstan Aselsan Engineering» компанияси чиқарган оптик асбоб

түлқинлар соҳасида (1) ва тажриба (2) натижалари орасида фарқ кузатилади. У бўйича нурланиш частотаси ортганда түлқин энергияси ортиши керак. Бундай боғлиқлик расмдаги 1-графикга тўғри келади. Бундай ҳолни олимлар «ултраби-нафша офат» деб атадилар. Сабаби ультраби-нафша нурланиш диапазонида тажриба натижалари билан Максвелл назияси мос келмади.



2-топширик

Тепловизор билан пиromетрининг фойдаланилишига мисол келтиринг. Нима учун улар турмушда кенг кўлланилмайди?



Жавобини айтинг

Нима учун нурланиш қувватининг тўлқин узунлигига (частотасига) боғлиқлигининг соғилишини физиклар «ультраби-нафша офат» деб аташади?

199-расм. Ҳароратнинг турли қийматларида нурланиш қувватининг тўлқин узунлигига боғлиқлиги
1-график Максвелл назриясига мос,
2-график эксперимент натижаси бўйича ясалган



3-топширик

Ана шундай назария билан тажрибанинг қарама-қаршилиги физикада янги квант назариясининг яратилишига сабаб бўлди.

Текшириш саволлари

1. Қандай нурланиш иссиқлиқдан нурланиш деб аталади?
2. Қандай жисм абсолют қора жисм деб аталади?
3. Стефан – Больцман қонуни нимани беради?
4. Пирометр нима учун қўманилади? Тепловизор-чи?
5. Иссиқлиқдан нурланишии текшириш тажрибаларининг Максвеллнинг электромагнит тўлқинлар назариясига зид бўлишининг моҳияти нимада?



1. Абсолют қора жисмнинг ҳароратини 3 марта орттирганда унинг нурланиш қуввати неча марта ортади?
2. 727°C ҳароратгача қиздирилган пўлат пластинанинг бирлик юзасининг нурланиш қувватини аниқланг.
3. Қуёшнинг бирлик юзининг нурланиш қувватини аниқланг. Қуёш ҳароратини 6000 K деб олинг.



1. $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ қиздирилган металнинг нурланиш қуввати $727\text{ }^{\circ}\text{C}$ қиздирилган металл билан таққослаганда неча марта ортиқ?
2. Вольфрам шамнинг нурланиши 16 марта равшанроқ бўлиши учун унинг толасининг ҳарорати неча марта орттириш керак?
3. Қуёш 3000 K ҳароратили қизил юлдуз бўлса, унинг бирлик юзи сиртдининг нурланиш қуввати қандай бўлар эди? Бундай ҳол сайёрамиз иқлимига қандай таъсир кўрсатади?

Экспериментал топшириқ

1. Қора рангли ва очиқ рангли идишларга бирдай миқдорда сув қуйинг. Уларни қуёш нурининг остида ушлаб, қайси идишдаги сувнинг ҳарорати кўтарилишини аниқланг.
2. Шу идишга температуралари бирдай иссиқ сув қуиб, қайси идишдаги сувнинг тез совишини аниқланг. Хулоса чиқаринг.

Ижодий топшириқ

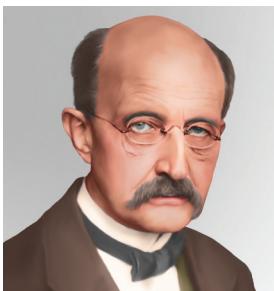
1. Пирометр ва тепловизорнинг тузилиши ва ишлиш принципи.
2. Инфрақизил нурланишнинг хоссаси ва унинг қўлланилиши.
3. Ультрабинафша нурланишнинг асосий хоссалари ва қўлланилиши мавзуларидан бирига ахборот тайёрланг.

33-§. Ёруғлик квантлари тұғрисида Планк гипотезаси. Фотоэффект ҳодисаси

Күтиладиган натыжа

Ушбу мәvezуни ўзлаштирирғанды:

- масала ечишда Планк формуласини күллаши;
- фотоэффект ҳодисасини таърифлаб, фотоэффект ҳодисасининг техникада татбиқига мисоллар көлтириши;
- Эйнштейн формуласидан масалалар ечишда фотоэффекттүр үшін фойдаланишини ўрганасыз.



Планк Макс (1858–1947) – немис физик теоретиги, 1900 йилда «абсолют қора жисм» спектрини тушунтиргандан кейин таникли бўлиб, квант физикага асос соглан олим. 1918 йилда. Планк ўзининг назрияси учун физикадан Нобел мукофатига сазовари бўлди.

Эслаб қолинг

Планк доимийси
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Жавобини айтинг

Нима учун фотоннинг тинчликда массаси бўлмайди?

I Планк гипотезаси

Назария ва тажриба орасидаги қарама-қаршиликни бартараф этиш йўлида немис физиги Макс Планк бундай тахмин қилди: қиздирилган жисмнинг нурланиши олоҳида порция – квантлар билан – (лат. тилидан *quantum* – бўлак, порция) амалга ошади.

Квант энергияси нурланиши частотасига тўғри пропорционал:

$$E = h\nu$$

бу ерда E – квант энергияси; h – Планк доимийси; ν – нурланиш частотаси.

Маълум бир частотага мос нурланиш энергияси бўйича h пропорционаллик коэффициенти тажрибада аниқланган, унинг қиймати: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$. Бир квант энергияга эга зарра фотон деб аталади.

Фотон – электромагнит нурланишнинг элементар зарраси ёки энергияси квант.

Фотон тинчликда массага эга эмас.

II Фотоэффект, фотоэффект ҳодисасининг қашф қилиниши

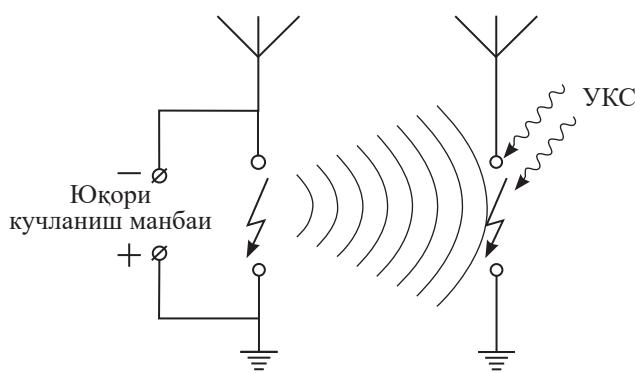
Фотоэффект ҳодисаси маълум бир энергия улушкига эга бўладиган фотонларнинг мавжудлигини исботлади.

Фотоэффект – электромагнит нурланиш таъсирида электронларнинг моддан ажралиб чиқиш ҳодисасидир.

Жавобини айтинг

1. Кўча чироқлари қандай ўчириб ёқилади?
2. Штрих код бўйича товар баҳоси қандай аниқланади?
3. Йўловчиларни метротга автоматик равишда ўтказувчи қурилма қандай ишлайди?
4. Ишлаб чиқариш конвейер тасмаларида бажарилган ишнинг ҳажми қандай аниқланади?

Бу ҳодисани илк бор 1887 йили немис физиги Г. Герц кузатган Дж.Максвелл айтган электромагнит түлқинларни кузатиш учун Г. Герц қабул қилувчи ва тарқатувчи антенналар билан тажриба олиб борди (200-расм). Сигнал қабуллашни яхшилаш учун у турли усуллардан фойдаланди, улардан бирида қабул қилувчи антенна шарларини ультрабинафша нурлар билан (УБН) ёритишдан фойдаланди.



200-расм. Герц тажрибасининг схемаси

Ёритлганда қабул қилувчи антеннада учқун интенсивлигининг ортиши, учқундаги зарядланган зарралар сонининг ортишини исботлади.

Г. Герц олиб борган тажриба натижасида Д. Максвеллинг мулоҳазалари тўғри эканлигини исботлаб, яна бир номаълум ҳодисани топди. Фотоэффект ҳодисасини 1888–1889 йиллар оралиғида қунт билан текширган рус физиги Александр Григорьевич Столетов бўлди.

III А.Г.Столетовнинг фотоэффект ҳодисасини тадқиқ қилиши

201-расмда А. Г. Столетовнинг фотоэффект ҳодисасини текширишга мўлжалланган қурилмалардан бири кўрсатилган. Учқун разряд рух пластинани ёритади. Пластина ток манбай ва галовонометр орқали металл тўрга уланган. Олим ўз тажрибаларини таҳлил қилиб, хуласалади:

1-тозшириқ

200-расмни кўриб чиқинг. Тажриба юргизишнинг асосий сабабларини кўрсатинг. Нима учун қабул қилувчи ва тарқатувчи антенналар бирдай? Қабул қилувчи антенналар шарлари орасида учқуннинг пайдо бўлиши Максвелл назариясининг тўғри эканлигининг исботи бўлди. Герц олиб борган тажрибада қандай ҳодиса кузатилди?

2-тозшириқ

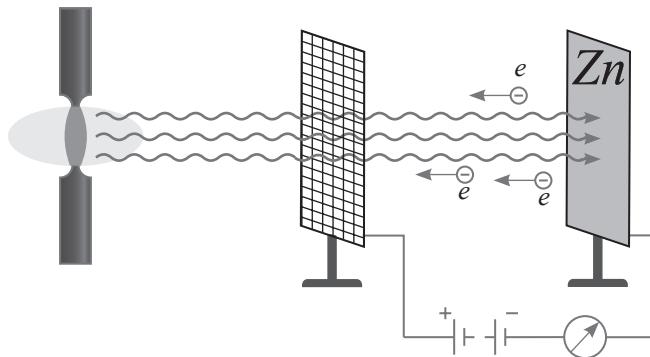
201-расмдаги А.Г.Столетов тажрибасининг схемасини кўриб чиқинг. Олим қандай тажриба натижалари асосий хуласаларини таърифлаган?

Жавобини айтинг

1. Металл пластинанинг сиртига тушадиган фотонларнинг сони ортганда фототок катталигининг ҳам ортиши сабаби нима?
2. Кўринувчи нур таъсирида фотоэффект кузатилмаслигининг сабаби нимада?

- Нурланиш натижасида рух сиртидан манфий зарралар – электронлар ажралиб чиқади.
- Фотоэффект ҳодисаси фақат юқори частотадаги нурланиш таъсирида амал ошади.
- Нурланиш частотаси ортганда фотоэлектронларнинг тезлиги ҳам ортади.
- Модда сиртидан ажралиб чиққан электронларнинг сони ёритгич интенсивлигига тұғри пропорционал.

А. Г. Столетов катталиклар орасидаги микдорий муносабатларни топа олмади.



201-расм. Столетовнинг фотоэффект ҳодисасини тадқиқ қылыш қурилмасини үрнәтши схемаси

IV Фотоэффект учун Эйнштейн формуласи

Табиатдаги ҳодисаларнинг барчасида құлланиладиган ва фундаментал қонун бўлиб ҳисобланган энергиянинг сақланиш қонуни асосида 1905 йили А. Эйнштейн фотоэффект ҳодисасини тушунтириди. Модданинг сиртида жойлашган атомларнинг электронлари фотон энергиясини ютади. Энергиянинг ортиши ҳисобига ядронинг тортиш кучини енгиб, моддадан ажралиб чиққан электронлар кинетик энергияга эга бўлиб, фазода эркин ҳаракатланади:

$$E_{\phi} = A_{\text{чиз}} + E_{\kappa} \quad (1)$$

Бу тенглама Эйнштейн формуласи деб аталади, бунда E_{ϕ} – фотон энергияси, у Планк формуласи билан аниқланади:

$$E_{\phi} = h\nu \quad (2)$$

3-топширик

(4) – (5) формулалар асосида фотоэффект учун олти турли формула ёзинг. Нима учун Эйнштейн формуласининг турлича ёзилиш нусхаси бор? У нимага боғлиқ?

Эслаб қолинг сақланг!

$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

4-топширик

Фотоэффект учун Эйнштейн формуласини қўллаб, масалалар ечиш алгоритмини тузинг.

$$\text{ёки} \quad E_\phi = \frac{hc}{\lambda} \quad (3),$$

$A_{\text{чиқ}}$ – чиқиш иши ёки атомнинг ионлашуви учун зарур;
 E_k – электрон кинетик энергиясининг максимал қиймати:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (4).$$

Ток манбайини тескари қутбда улаганда фототокнинг тўхташи кинетик энергияни аниқлашга имкон беради:

$$\frac{mv^2}{2} = eU_T \quad (5)$$

$eU_T = A$ – электронларнинг тўхташи бўйича электр майдоннинг иши.

Фотон ва фотоэлектроннинг энергиясини ҳамда чиқиш ишини ўлчаш учун тизимдан ташқари ўлчов бирлик – электронвольт 1 эВ қўлланилади.

Модда сиритидан ажralиб чиқкан электронларнинг сони шу сирга тушган фотонлар сони билан аниқланади.

V Фотоэфектнинг қизил чегараси

Фотон энергияси электроннинг ядронинг тортиш кучини енгиб чиқиш учун етарли бўлгандагина фотоэфект ҳодисаси кузатилади:

$$hv \geq A_{\text{чиқ}}$$

Фотоэфект кузатиладиган минимал частота фотоэфектнинг қизил чегараси деб аталади.



Жавобини айтинг

Фотоэфект металларда нима учун кенг қўлланилади?

$$\nu_{\min} = \frac{A_{\text{чиқ}}}{h}.$$

Тўлқин ўзунлиги ва частота ушбу муносабат билан боғланган:

$$\nu_{\min} = \frac{c}{\lambda_{\max}}.$$

Фотоэфект кузатиладиган ёруғликнинг максимал тўлқин узунлиги фотоэфектнинг қизил чегараси дейилади.

Чиқиш иши модданинг турига боғлиқ, яъни турли моддалар учун қизил чегара турлича бўлади. Иловадаги 2-жадвалда баъзи кимёвий элементлар учун чиқиш ишининг қийматлари берилган.

Фотоэфект қизил чегарасининг қиймати маълум бўлганда чиқиш ишини ушбу формулалар орқали аниқлаш мумкин:

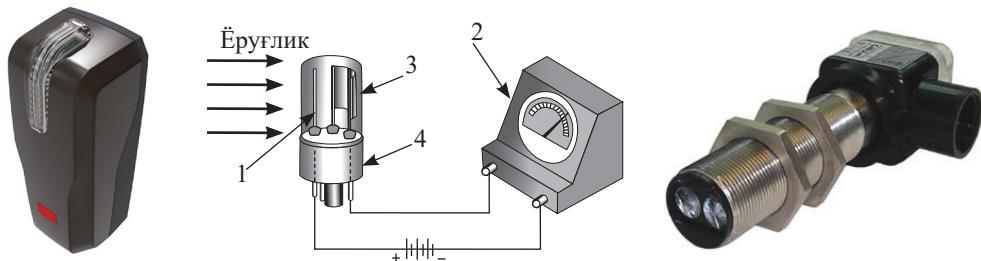
$$A_{\text{чиқ}} = h\nu_{\min} \quad \text{ёки} \quad A_{\text{чиқ}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}}.$$

VI Фотоэффектнинг қўлланилиши

Фотоэлементнинг ихтиро қилиниши натижасида фотоэффект ҳодисаси ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда кенг қўлланила бошлади (202-расм).

Фотоэлемент – туширилган ёруғлик таъсирида электр токи пайдо бўладиган қурилма.

Вакуумли фотоэлемент хавоси сўриб олинган шиша колба (203-расм). Колбанинг ичига икки электрод кавшарланади: электрод (3) колбага пуркал юпқа металл қатлами бўлиши мумкин, (1) электрод сифатида сирмоқ ёки ўзак олинади. Электродларнинг учлари фотоэлементнинг цоколига (4) жойлаштирилади. Асбобнинг ишлаш принципи А.Г. Столетовнинг қурилмасига ўхшаш. Шаффоф муҳит орқали ёруғлик металл қатламга тушади ва (203-расм) занжирда гальвонометрда (2) қайд қилинадиган ток пайдо бўлади. Фотоэлементлар орқали қўча ёриткичлари фавқулодда вазитларда, эшиклар, шлагбаумлар автоматик равшида ёпилади, қайта уланади қувватли пресслар тўхтайди. Фотоэффект ҳодисаси ёрдамида тасвирларни узоқ масофаларга узатиш мумкин бўлиб, телекўрсатув пайдо бўлди.



202-расм. Фотоэлемент

203-расм. Вакуумли
фотоэлемент қурилмаси

204-расм. «KAZPROM
AVTOMATIKA» ЖШС-нинг оптик
датчиги, Қарағанди ш.

5-топширик

Оптик датчикларнинг қўлланишига мисол келтиринг. Қарағанди шаҳридаги «KAZPROM AVTOMATIKA» ЖШС да ясалган оптик датчикларнинг қўлланиш мақсадини аниқланг. (204-расм).

Бу қизиқ!

Астрокомпасда Күёш ва юлдузлар бўйича иўналиш олиш учун фотоэлемент қўлланилади. Бундай асбоблар қутб авиациясида ва фазо аппаратларида магнит компаси ўрнига фойдаланилади.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

1-масала. Вольфрам учун фотоэффектнинг қизил чегараси $275 \cdot 10^{-9}$ м. Тўлқин узунлиги $175 \cdot 10^{-9}$ м бўлган ёруғлик таъсиридан вольфрамдан ажралиб чиқадиган электронларнинг максимал кинетик энергиясини аниqlанг. Планк доимииси $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, вакуумдаги ёруғлик тезлиги $3 \cdot 10^8$ м/с. Жавобни электрон-вольтларда кўрсатинг.

Берилган:

$$\lambda_{\max} = 275 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\lambda = 175 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$E_k - ?$$

Ечилиши:

Фотоэффект учун Эйнштейн формуласини ёзамиш:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{\max}} + E_k$$

$$E_k = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\max}} \right) = \frac{hc(\lambda_{\max} - \lambda)}{\lambda \cdot \lambda_{\max}}$$

E_k қийматини топамиш:

$$E_k = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} (275 - 175) \cdot 10^{-9} \text{ м}}{275 \cdot 175 \cdot 10^{-18}} = \\ = 4,13 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,58 \text{ эВ}$$

Жавоби: 2,58 эВ.

Текшириш саволлари

1. М. Планк гипотезасининг моҳияти нимада?
2. Фотон нима?
3. Photoэффект ҳодисаси деб нимага айтилади?
4. Photoэффектни илк бор ким топган?
5. А.Г.Столетов photoэффект ҳодисаси учун қандай қонуниятларни аниqlади?
6. А.Эйнштейн photoэффект ҳодисасини қандай тушунтирди?
7. Photoэлемент деб нимага айтилади? У қаерларда қўлланилади?

★ **Машқ**

33

1. Вакуумдаги тўлқин узунлиги 0,72 мкм бўлган қизил ёруғлик фотонинг энергияси нимага teng?

2. Натрий учун фотоэффектнинг қизил чегарасига мос тўлқин узунлиги 530 нм. Натрий учун электроннинг чиқиш ишини аниқланг. Жавобни эВ билан кўрсатинг.
3. Калий тўлқин узунлиги 345 нм нур билан ёритилганда унинг сиртидан учиб чиқадиган фотоэлектронларларнинг максимал кинетик энергиясини топинг. Электронларнинг калийдан чиқиш иши 2,26 эВ га teng.



1. Электронларнинг олтиндан чиқиш иши 4,76 эВ га teng. Олтин учун фотоэффектнинг қизил чегарасини аниқланг.
2. Фотон металл сиртидан 2 эВ чиқиш иши билан учиб чиқса, электрон 2 эВ энергия билан учиб чиқади. Фотоннинг минимал энергияси қандай?
3. Калийда фотоэффект ҳодисаси кузатилиши учун керак ёруғликнинг энг катта тўлқин узунлиги 450 нм га teng. Тўлқин узунлиги 300 нм ёруғлик ва калийдан учиб чиқсан электронларнинг тезлигини аниқланг.
4. Фотоэффект вақтида платина сиртидан электронлар 0,8 В потенциаллар фарқи билан кечикади. Фотоэффект мумкин бўлган узунликни аниқланг.

Ижодий топшириқ

1. Фотоэлементлар ёрдамида ишлаб чиқаришни автоматлаштириш.
2. Тунда кўриш қурилмасининг ишлаш принципи.
3. «KAZPROM AVTOMATIKA» компанияси ва технологик жарёнларни автоматлаштириш мавзуларидан бирига ахборот тайёрланг.

34-§. Рентген нурлари

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштиргандо:

- рентген нурланишини электромагнит нурланишининг бошка турлари билан таққослаши;
- рентген нурларининг кўлланилишига мисоллар келтиришни урганасиз.



Жавобини айтинг

1. Рентген нурларининг зарарига қарамасдан, унинг таббиётда кенг кўлланилиши сабаби нима?
2. Нима учун кучланишини орттиргандо нурларининг «қаттиқлиги» ортади?



205-расм. Рентген суратидаги кўл суякларининг тасвири

I Рентген нурларининг кашф этилиши

XIX аср охирида кўпгина физикларни иссиқлик нурланиши ва ютилиши масалалари қизиқтириди. Улар абсолют қора жисмнинг нурланишини ўрганиш билан бирга паст босимлардаги газ разрядига ҳам эътибор қаратишиди. Сийраклаштирилган гази бор газ разрядли найчада юқори кучланишда қиздирилган катод ўзидан катод нурларини чиқариб, унинг таъсирида найдаги газ чақнаши содир бўлади.

1895 йили В. Рентген тажриба олиб бориб, найчага яқин жойлаштирилган кўк барий билан копланган экран ёруғлик нурлантиришига пайқади. Шу экранга тушган нурларнинг йўлига кўлини қўйганда, экранда бармоқларининг аниқ ажратилган суякларининг тасварини кўрди (205-расм).

Бундай нурланиш найчанинг катод нурлари найчанинг шиши деворига уриладиган қисмида пайдо бўлган.

Шу жойларда шиша яшил рангда нурланган.

В. Рентген бу нурларни «икс нурлар» деб атади. Кейинчалик бу нурлар уни калиф этган олим шарафига рентген нурлари деб аталди.

II Рентген нурларининг хоссалари

Олимлар рентген нурларининг хоссаларини ўрганиб, шундай хulosага келдилар:

1. бу нурлар юқори кириш (сингим) қобилиятига эга, улар қалинлиги 10 см алюминий пластинадан осонгина ўтиб кетади.
2. Магнит майдон рентген нурларини оғдира олмайди.
3. Бу нурлар кимёвий жаҳатдан фаол бўлади, уларнинг таъсирида қора қофоз билан қопланган бўлса ҳам, фотопленка қораяди.
4. Нурлар тарқалиш манбаидан сферик равища тарқалмайди, улар маълум бир йўналишга эга бўлади.

Рентген нурларининг хоссаларини тадқик қилишда физиклар мана бундай хуносага келдилар: *рентген нурлари частотаси ультраби-нафша нурлар частотасидан юқори бўлган электромагнит тўлқинлар бўлиб хисобланади.*

III Рентген нурларининг табиати, рентген нурланиш частотаси

Рентген нурлари икки сабабга кўра пайдо бўлади. Улардан бири – тез электронларни тўсиқ орқали тормозланиши. Бундай ҳолда нурланиш тормозланиш *рентген нурлари* деб аталади. Иккинчи сабаб шукндини, тез электронлар металл сиртида тормозланиш вақтида металнинг сирт қатламида жойлашган атомлардан электронларининг ажralиб чиқиши. Бошқа электронларнинг бўш жойларга ўтиши натижасида металл атомлари энергия чиқаради. Нурланиш металларнинг хоссаларига боғлиқ бўлиб, бундай нурланиш *характерли* (ўзига хос) *рентген нурланиши* деб аталади (206-расм).

Энергиянинг сақланиш қонуни асосида тормозланиш рентген нурланиши частотасини аниқлаймиз.

Газ разрядли найдаги электродларда тезлатич кучланиш электронларни кўчиришда иш бажаради:

$$A = eU.$$

Электроннинг кинетик энергияси ортиб, ушбу қийматга етади:

$$\frac{m_e v^2}{2} = eU$$

Кескин тормозланганда барча энергия нурланиш энергиясига айланади:

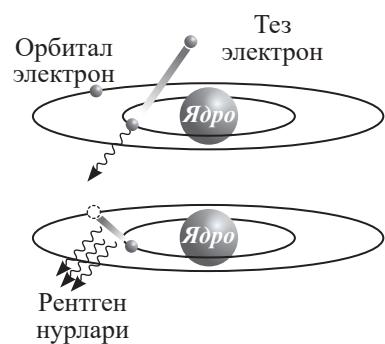
$$\frac{m_e v^2}{2} = h\nu$$

Шунингдек, билан нурланиш частота найдаги катод ва анод орасидаги кучланиш билан аниқланади:

$$\nu = \frac{eU}{h}$$



Вильгельм Конрад Рентген (27.03.1845 й. – 10.02.1923 й.) – атоқли немис физиги. 1885–1900 йй. Вюрцбург университетида ишлаб юриб, у янги нурни очди. Рентген нурларидан фойдаланиб ўтказилган тажрибалар ва тадқиқодлар модданинг таркиби тўғрисида янги маълумотлар олишга йўл очди. Шунинг натижасида ва бошқа янгиликларнинг очилиши билан бирга классик физиканинг бир қатор тушунчалари қайта қараб чиқилди. 1901 й. В.Рентген физика тарихида биринчи Нобель мукофоти совриндори бўлди.



206-расм. Характерли рентген нурланиши атом таркибига боғлиқ

бунда e – электрон заряди;
 U – катод билан анод орасидаги кучланиш;
 h – Планк доимийси.

Рентген нурланиш частотаси 10^{17} – 10^{20} Гц оралиғида бўлади. Нурланиш частотаси қанчалик юқори бўлса, нурлар шунчалик «қаттиқроқ» бўлади.

Рентген нурлари частотасини ҳисоблаш учун Планкнинг фотон энергиясини аниқлайдиган формуласи қўлланилган эди. Рентген нурланиши ютилганда ва чиқарилганда у зарралар оқими каби қаралади.

IV Рентген найчаси

Рентген найчаси – металл электродлар: электрон олиш учун – К катод ва уларни тормозлаш учун А анод жойлаштирилган вакуумли шиша баллондан иборат қурилма (207-расм). Рентген найчанинг катодини юқори ҳароратгача дейин қиздирганда, электронлар энергия олиб, катод сиртидан учиб чиқади.

Электронларни тезлаштириш учун электродга юқори кучланиш берилади. Тезлатилган электронлар вольфрам каби оғир металлардан ясалган анодда тормозланганда рентген нурлари пайдо бўлади. Рентген найининг аноди катодга эгилган ён томони билан жойлаштирилади, чунки чиқадиган рентген нурлари найнинг ўқига перпендикуляр бўлиши керак.

Рентген найи иш бажарганда анодда катта иссиқлик микдори ажралади. Анодни қизиб кетишидан сақлаш учун ва рентген найининг қувватини ортириш мақсадида совуткич қурилмалар ўрнатилади.

Рентген найи – рентген нурланишини ҳосил қилишига мўлжалланган электровакуумли асбоб.

Жавобини айтинг

Нурларнинг «қаттиқлиги» нима учун тезланувчан кучланиш ортганда ортади?

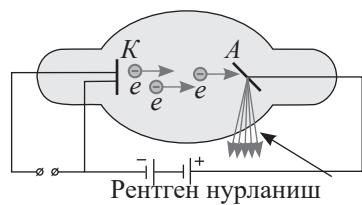
Дикқат қилинг!

Диагностик рентген найчалари 150 кВ гача максимал кучланишда, терапевтик найчалар 400 кВ гача кучланишда ишлайди.

1-төпшириқ

Нурланиш частотасининг диапазони бўйича тўлқин узунлиги диапазонини аниқланг. Уларни инсон ҳужайралари ўлчами билан таққосланг.

Нима учун флюорография текшириши вақтида тўлқин узунлиги катта рентген нурлари қўлланилади?



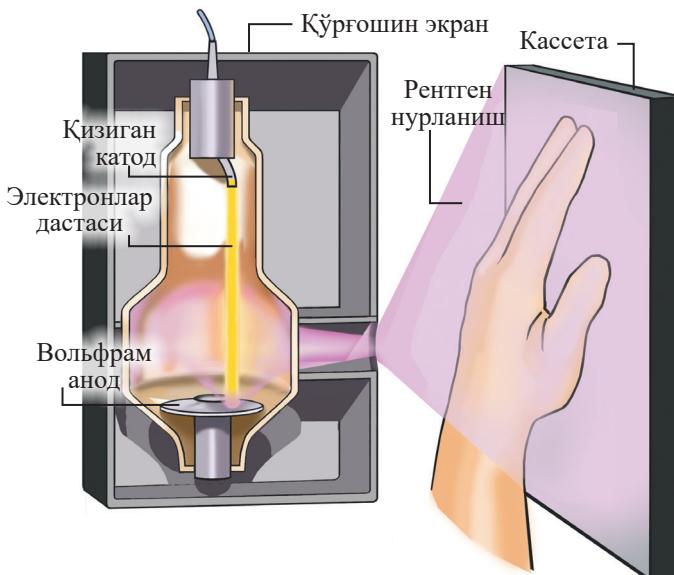
207-расм. Рентген найчаси

2-төпшириқ

Рентген нурланиш инсон организмига қандай таъсир кўрсатишни аниқланг. Флюорографияни нима учун йилига 1 мартадан ортиқ тушишга бўлмайди?

V Рентген нурларининг қўлланилиши

Рентген нурлари турли сахаларда, жумладан, тиббиётда кенг қўлланилади. Рентген фотосуратлар орқали шифокорлар суюкларнинг синишини аниқлаш билан бирга ошқозон тузилиши, яралар ва шишларни ҳам аниқлай олади. Ҳозирги кунда рақамли технология тиббиётда муҳим ахамиятга эга бўлиб, экранда тасвирлар пайдо бўлади ва ярим ўтказгич қабул қилгичлар ёрдамида сақланади (208-расм).



208-расм. Рентген тасвир олиши рақамли технологияси

Сонли рентген тасвирларни қайта ишлаш ва тузатиш осон бажарилади, масалан: тасвирни яхшилаш учун рангларнинг тўғри комбинациясини танлаш мумкин. Усул юқори сифатли тасвирни рақамли олиш учун интенсивлик даражаси икки марта кичик рентген нурлари ишлатилади.

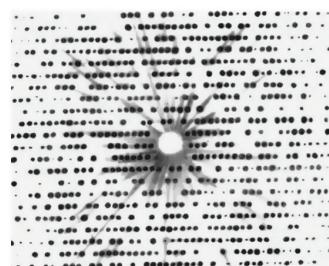
Рентген нурлари техникада ҳам ўз татбифини топган, унинг ёрдамида кристалларнинг тўлиқ кўринишини таъминлаш мумкин. Рентген фотосуратлари орқали олимлар кристал жисмларни аморф жисмлардан ажратиб, кристалл тузилиши нуқсонларидаги топа оладилар (210-расм). Шу билан бирга рентген нурлари аэропортларда юклар ичидаги моддаларни қўришга, турли қурилмалардаги нуқсонларни ажратишга имкон беради.

Бу қизик!

Сонли портатив рентген қурилмасини Жанубий Корея тиш докторлари қўлланади Rextar қурилмаси юқори сифатли рентген қурилма (209-расм) билан Samsung Ultra шахсий компьютерини монитор ва перифериацияли қурилмасини бириктиради.

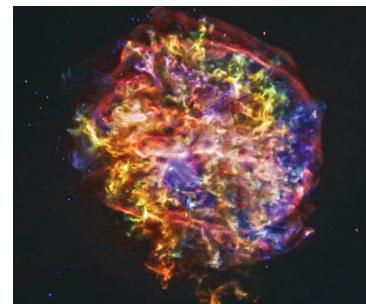


209-расм. Портатив рентген қурилмаси



210-расм. Кристалнинг рентген расми. Нуқсон топилган

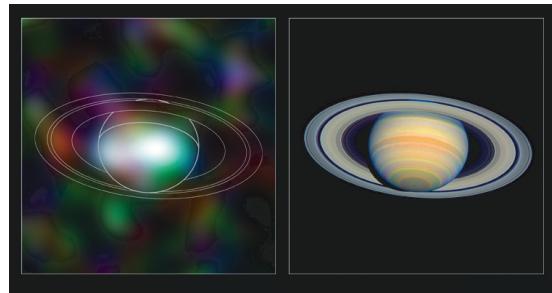
Ер шаридан ташқи оламда рентген нурларининг қувватли манбалари топилган. Янги ва ўта янги юлдузлар қаърида ривожланиши натижасида рентген нурлариг пайдо бўладиган жараёнлар содир бўлади. 211-расмда G292 осмон обьектиning тасвири кўрсатилган. Уни Chandra орбитал рентген обсерваторияси амалга оширган. Объект ўта янги юлдузнинг Сомон йўли галактикасидаги учта қолдигидан бири бўлиб диаметри 36 ёруғлик йили бўлган улкан газ қобиги. Рентген тасвири кислород билан (қизғиш ва сарик) бирга юлдуз таркибида янада бошқа элементлар, жумладан, магний (яшил рангли) кремний, олтингугурт (кўқранг) борлигини кўрсатади. Газнинг туманликларга катталалиши жуда ҳам тез амалга ошиб, обьект шунинг таъсирида «икс нурларни» интенсив чиқариб, рентген кузатишларни олиб боришга имкан беради.



212-расм. Ўта янги юлдузнинг портлашидан сўнг пайдо бўлган 292-газли қатлам

Бу қизиқ!

Сатурннинг рентген нурланишини тадқиқ қилганда радиациянинг асосий оқими экватордан келиши аниқланди (212-расм). У шимолий қутбда заиф, жанубий қутбда мутлақо мавжуд эмас йўқ. Бу Сатурн Қуёш нурларини қайтаради ёки ўзи шунинг манбаи бўлиб ҳисобланади демандир. Юпитернинг рентген нурлари Қуёшнинг юкори энергияли зарралари билан Юпитер магнит майдонининг ўзаро таъсирининг ортиши сабабли, сабабидан қутбларда мумкин қадар интенсив бўлади.



212-расм. Рентген нурларининг Сатурндан қайтиши

Текшириш саволлари

1. Рентген найчанинг шилаш принципи ва тузилиши қандай?
2. Рентген нурларининг қандай хоссаслари бор?
3. Электронлар тормозланганда олинган рентген нурлаш частотаси қандай аниқланади?
4. Рентген нурлари қайси соҳаларда қўлланди?



1. Вакуумли найчанингт электродларига 4,2 кВ, 420 В кучланиш берилганда, рентген нурланиш пайдо бўладими? Рентген нурланиш диапазони $3 \cdot 10^{16}$ Гц – $3 \cdot 10^{19}$ Гц. Қандай шароитда нурлар қаттиқроқ бўлади?
2. Частотаси 10^{19} рентген нурининг λ тўлқин узунлигини топинг.
3. Фазода Қуёш активлиги даврида энергияси 106 эВ га етадиган зарядланган зарралар оқими чиқаради. Зарралар қандай тезлик билан ҳаракатланади? Агар шу зарраларнинг 90% и протонлар бўлса, сайёра сиртида тормозловчи рентген нурланиши пайдо бўлиши мумкинми? Протон массаси $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Бизнинг сайёрамизни Қуёш радиациясидан нима муҳофаза қиласди?



1. Частотаси 10^{17} Гц рентген нури тўлқин узунлигининг 10^{19} Гц частотали рентген нури тўлқин узунлигидан неча марта фарқ қиласди?
2. Телевизиорн найнинг электрон дастасида электронлар экранга етиб келиб, тўхтайди. Бундай шароитда рентген нурланиш пайдо бўладими?
3. Терапевт найида рентген нурлари тўлқин узунлигини аниқланг. Найдаги кучланишнинг қиймати 400 кВ. Бу най қандай даволаш турларида қўлланилди?

Ижодий топшириқ

Берилган мавзулардан бирортасини танлаб, ахборат тайёрланг:

1. Рентген нурларининг тиббиёт қўлланилиши.
2. Рентген нурланишнинг техникада қўлланилиши.
3. Космик обьектларни рентген нурлари диапазонида тадқиқ қилиш.

35-§. Радиоактивтлик. Радиоактив нурланиш табиати

Кутиладиган натижа

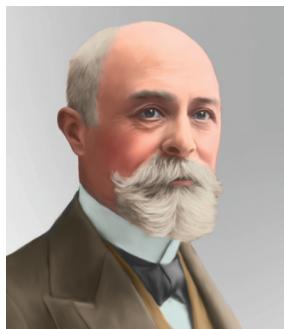
Ушбу мавзузун үзлаштирғандан:

- а, β ва γ – нурланиш табиати ва хоссаларини тушунтира оласиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун радиоактив препараттар қалин деворли құрғошин контейнерларда сақلانады?
2. Нима учун радиоактивлик кашф қылнегандан сұнг алхимикларнинг ноёб металларға мансуб бұлмаған металлардан олтін олишга интилиши қайта жонланды?



Антуан Анри Беккерель (15.12.1852 – 25.08.1908) – француз физиги, Нобель мукофотининг физика соҳаси бўйича, радиактивликни кашф этган олимлардан бири.



1-топширик

Менделеев жадвали фойдаланиб радиоактив моддаларга мисол келтиринг.

I Радиоактивликнинг кашф этилиши

Бир қатор моддалар Күёш нури билан нурланғандан кейин қоронғуда ярқирайди, бундай нурланиш тури *фотолюминесценция* деб аталади. Француз физиги Антуан Анри Беккерель уран тузлари фотолюминесценцияни юзага келтиради деб тахмин қилди ва шу нурланиш хоссаларини текширди. У уран тузларининг нурлари рентген нурланиш каби қора қоғозга ўралган фотопластинкани ёритишга қодир эканини аниқлади.

1896 йили об-ҳавонинг булуитли бўлиши сабабли у тажриба ўтказа олмади. У қоғоз ва уран тузи билан бирга пластинани столнинг тортмасига солди. А. Беккерель тасодифан янгилик очди. У пластинани чиқарганда унда қоғоз устида ётган крестнинг тасвирини кўрди. Бундан бундай холоса чиқади: уран тузлари ҳеч қандай ташқи таъсирсиз ўз-ўзидан нур чиқаради. Бу нурланиш радиоактивлик деган номга эга бўлди.

Атом ядроларининг ўз-ўзидан нур чиқариши радиоактивлик деб аталади.

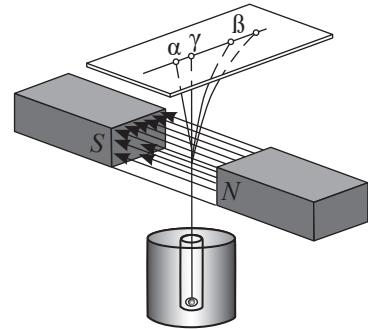
Радиоактивликни тадқиқ қилган олимлар Мария Складовская Кюри, Пьер Кюри, Эрнест Резерфорд бўлди. Мария ва Пьер Кюрилар радиоактив нурланишни ҳосил қила оладиган янги элементни топди. У кимёвий элементлар *полоний* (Мария Кюрининг Ватани Польша ҳурматига) ва *радий* (нурли деган маънени билдиради) деб аталди. Экспериментлар натижасида тартиб рақами 83 дан ошадиган барча элементлар радиоактив элементлар эканлиги аниқланди. Олимларнинг тадқиқотлари радиоактивли нурларнинг таркиби мураккаб эканлигини, унда хоссалари турлича α, β ва γ нурлар бўлишини кўрсатди.

II Радиоактив нурларнинг таркиби

Олимлар тажрибада радиоактив нурлашда хоссалари турлича бўлган нурлар бўлишини аниқладилар. Радий қўрғошин цилиндрдаги ингичка каналнинг тагига жойлаштирилди (213-расм). Радиоактив нур пепендикуляр йўналган магнит майдон таъсирида учта дастага ажралди. Уни фотопластинадаги доғлардан кўриш мумкин. Улардан иккитаси тескари йўналишда орқага қайтади, улардан бири ингичка йўналган бўлса, иккинчиси эса сезиларли даражада кенгайиб, пластиинадаги доғ чўзилади. Учинчى даста магнит майдон таъсирида йўналишини ўзгартирмади. Бу нурланишларни α -нурлар, β -нурлар, γ -нурлар деб аталди.

III α , β ва γ -нурларининг хоссалари

Нурланиш хоссаларини текшириш ишлари бу нурларнинг сингиш қобилияtlари турлича эканлигини қўрсатди: α -зарралар қалинлиги 0,1 мм қоғоздан ўта олмайди. β -нурлар қалинлиги 1 мм металл пластиинадан ўта олмайди. Энг юқори сингувганликка қобилиятига γ -нурлари эга бўлди қалинлиги 1 см бўлган қўрғошиндан ўтганда уларнинг интенсивлиги 2 марта пасаяди. Ҳаводаги эркин юриш узунлиги: α -зарраларда 3 см дан 7 см гача, β -зарраларда 1 м гача етади. γ -нурларнинг интенсивлиги нурланиш манбаидан 120 м масофа-да 2 марта камаяди. Э. Резерфорд α ва β -нурларининг бошланғич йўналишларидан оғиши бўйича зарраларнинг массаларинин аниқлади. 1899 йили у β -нурлар электронлар оқимидан иборат эканлигини, хисобланган 1908 йили эса α -нурлар гелий атомининг ядрои эканлигини жорий қилди. Гамма нурлар зарядланмаган, улар магнит майдонда оғмайди частотаси $3 \cdot 10^{18}$ Гц дан ошадиган қаттиқ электромагнит нурланиш бўлиб ҳисобланади.



213-расм. Радиоактив нурланишини текширишига мўлжалланган қурилма

2-топширик

210-расмга чап қўл қоидасини қўллаб, α -нурлар – мусбат зарядланган зарралар оқими, β -нурлар манфиј зарядланган зарралар оқими γ -нурлар зарядланмаганлигини исботланг.

Жавобини айтинг

- Нима учун магнит майдон таъсирида радиоактив нурлар уч дастага бўлинади?
- Нима учун экранда манфиј зарядлар ҳосил қилган доғ чўзилган бўлади?

3-топширик

γ -нурларнинг тўлқин узунлиги диапазонини аниқланг.

4-топширик

α , β ва γ -нурларнинг хоссаларини таққослаш жадвалини тузинг.

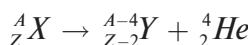
Ёдга туширинг!

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$
$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

IV Ядроларнинг радиоактив айланишлари. Соддининг силжиш қойдаси

Э.Резерфорд ва инглиз кимёгари Фредерик Содди химиявий элементларнинг радиактив нурланишни тадқиқ қилиб, шундай холосага келишди: радиоактив элементлар нурланиш натижасида α ва β зарраларни чиқариб, бошқа кимёвий элементларга айланади. Демак, радиактивлик атом ядросининг ўзгариши билан боғлиқ бўлади. 1913 йилда Ф. Содди α ва β емирилишлар учун силжиш қоидасини таърифлади:

α-емирилишида ядро $2e$ мусбат зарядни ўқотиб, унинг массаси тўрт атом бирликка камаяди. Олинган янги элемент Менделеев жадвалининг боши томонига қараб икки катакга силжисб жойлашади:



Бу ерда ${}_Z^AX$ – оналик ядро;

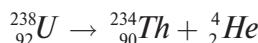
${}_{Z-2}^{A-4}Y$ – ҳосилавий ядро;

${}_2^4He$ – α -зарра;

Z – электрон заряди билан кўрсатилган ядронинг заряди;

A – масса сони, Менделеев жадвалида берилган атом массани бутун сонгача яхлитлаш орқали аниқланади.

Масалан, α – емирилишда ${}_{92}^{238}U$ уран ядроси ${}_{90}^{234}Th$ торий ядросини ҳосил қиласди:



β -емирилишида қатордан электрон учиб чиқиб, натижада ядронинг заряди $1e$ га ортиб масса сони ўзгармайди. Олинган янги элемент Менделеев даврий системасининг охирига қараб битта катакка силжийдди:

5-топшириқ

1. Менделеев жадвалидан фойдаланиб, ҳар бир бешинчи α – емирилишида тузиладиган кимёвий элементларни айтинг.
2. Уранинг икки α емирилишидан кейин тузилган кимёвий элементни айтинг.

✓ Эслаб қалинг!

α-зарралар – гелий ядросининг атоми α зарраларнинг ҳоссалари: Заряд мусбат икки электрон зарядига тенг $q_a = 2|e|$, массаси электрон массасидан таҳминан 8000 марта катта, $m=8000 m_e$ радиј чиқариш вактидаги ҳаракат тезлиги ушбу қийматга тенг бўлади: $v_a = 20000$ км/с.

➊ Диққат қилинг!

Атом физикасида заряд электрон заряди орқали ифодаланади:

$$1e = -1,67 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Масса м.а.б.-да – массанинг атом бирлигига аниқланади:

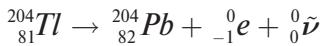
$$1 \text{ м.а.б.} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

➌ Мухим ахборот

Атом ядросининг масса сони ядродаги протонлар ва нейтронларнинг йигин-дисига тенг. Масса сони массасининг атом бирлигига ифодаланга изотопнинг атом массасига яқин, бирак фақат 12 углерод учун мос келади. Бошқа элементлар учун атом масса бутун сон бўлиб хисобланмайди.

${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e + {}_0^0\tilde{\nu}$
бу ерда ${}_0^0\tilde{\nu}$ – антинейтрино, заряди ва тинчликдаги массага эга эмас, энергияга эга.

Масалан: таллийнинг β -емирилишида қўрғошин пайдо бўлади:



а ва β -емирилишида электр заряднинг ва масса сонининг сақланиши қонунлари бажарилади.

Радиоактивлик турли зарралар бўлиниб, ядроларнинг ўз-ўзидан бошқа ядроларга айланишидир.



6-топширик

Радиактив емирилиш учун электр зарядининг ва масса сонининг сақланиши қонунларини таърифланг.

Текшириш саволлари

1. α , β ва γ -нурлар қандай хоссаларга эга?
2. α -емирилиш ва β -емирилиш учун Соддининг силжиш қоидасини таърифланг?
3. Ядронинг қандай хоссаси радиоактивлик номинин олган?



Машқ

35

1. ${}_{3}^8Li$ бирта β -емирилиш ва битти α -емирилишдан кейин қандай элемент ҳосил бўлади?
2. ${}_{83}^{211}Bi$ химиявий элементнинг ядроси бошқа ядронинг кетма-кет α -ва β -емирилишларидан кейин пайдо бўлган. У қандай ядро?



Машқ

35

1. ${}_{92}^{239}U$ иккита β -емирилиш ва бир α -емирилишдан кейин қандай элемент ҳосил бўлади?
2. ${}_{84}^{216}Po$ ядроси икки занжир α -емирилишдан кейин ҳосил бўлган. Полоний ядроси қандай ядродан ҳосил бўлган?

Ижодий топшириқ

1. Мария Складовская Кюри – Нобель мукофатининг савриндори.
2. Радиоактив нурланишнинг одам организмига таъсири мавзуларида ахборот тайёрланг.
3. Ядронинг радиоактив емирилиш вақтида қандай қонунлар бажарилади?

36-§. Резерфорд тажрибаси. Атом тузилиши

Кутиладиган натижаба

Ушбу мавзузи ўзлаштиргандан:

- Резерфорднинг альфа зарраларнинг сочилиши бўйича тажрибасини таърифлай оласиз.



Жавобини айтинг

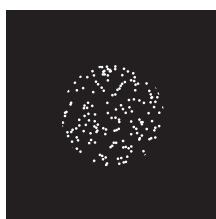
- Нима учун олимлар атом ядроси атрофида ҳаракатланадиган электронлар β -нурланишини ҳосил қила олмайди деган фикрга келишибди?
- Нима учун ядро зичлигига эга бўлган моддалар кичик ҳажмларда камта массага эга?



Диққат қилинг

Темир ядроининг зичлиги тахминан $3,2 \cdot 10^{18}$ кг/м³.

Темирнинг зичлиги 7800 кг/м³.



а) олтин фольга йўқ бўлган вақтдаги экрандаги чақнашлар

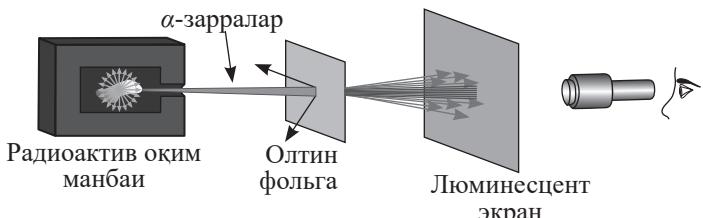


б) олтин фольгадан а-зарралар ўтгандан кейинги экрандаги чақнашлар

215-расм

I Резерфорд тажрибаси

Радиоактивликнинг кашф элилиши атом тузилишини бундан бўён ўрганишга имкон берди. Мусбат зарядга эга бўлган а-зарралар оқимини олимлар атомларни бомбардимон фойдаландилар. 1911 йили Э. Резерфорд а-зарраларнинг олтин фольгадан ўтишини текширди. Тажрибанинг схемаси 214-расмда кўрсатилган. Радий тор тирқишли эга бўлган қўғошин идишга жойлаштирилди. Зарралар оқими олтин фольгада ёйилгандан кейин рух сульфиди билан қопланган экранга тушди.



214-расм. Резерфорд тажрибасининг схемаси

Олтин фольга бўлмаган ҳолда экранда а зарралар таъсирида чақнашлардан ташкил топган ёруғ доғ пайдо бўлади (215 а)-расм). Йўлига олтин фольгани жойлаштирганда доғ катталашиб, унинг атрофида алоҳида чақнашлар кузатилди. (215 б)-расм). а-зарраларнинг бирор баъзи микдори тескари йўналишга қайтди.

II Резерфорд атомининг планетар модели

Олинган натижалар асосида Резерфорд ушбу хулосага келди: атомнинг бутун массаси ва мусбат заряд фазонинг жуда кичик соқасида тўпланиши керак. Шундагина а-зарраларининг бироз микдори тескари йўналишга қайтади. Шундай килиб, Резерфорд атомнинг марказида жойлашган ва мусбат зарядланган атомнинг ядрои деган тушунчани киритди. Ядро атрофида электронлар сайёralар Қуёш атрофида ҳаракатлангани каби ҳаракатланади. Ядро улгами $10^{-12} - 10^{-13}$.

Ядронинг 2-зарра билан ўзаро таъсири бўйича унинг ўлчамини баҳолаб, $10^{-12}-10^{-13}$ см натижада олди. Атомнинг ўлчами 10^{-8} см, яъни ядродан 10–100 минг марта катта. Агар ядронинг ўлчами диаметр 1 м шаргача етказилса, унда электронлар унинг атрофида диаметри 10 дан 100 км гача айланча чизар эди. Планетар модель табиатдаги кўпгина ходисаларини тушунтириди, масалан: жисмларнинг электрланиши, металларнинг яхши ўтказгич эканлигини, бироқ у атомнинг барқорорлигини тушунтира олмади. Электронлар ҳаракатда бўлиб, энергия чиқариб, жуда қисқа вақт оралиғида ядрога кулаши керак. Резерфорднинг атом модели спектрида қатъий равишда аниқланган частоталарнинг нурланиши содир бўладиган разрядланган газларнинг нурланишини тушунтира олмади.

III Нурланиш спектрлари

Сийраклаштирилган газ билан тўлдирилган газ разрядловчи найнинг нурланиш спекрини кузатиш учун нурланишни уч киррали призмага йўналтириш кифоя. Ньютоннинг Қуёш нури билан ўтказган тажрибасидаги каби ёруғлик ташкил этувчиларга ажралади, экранда спектр пайдо бўлади.

Спектр – кўринувчи нур дисперсиясида пайдо бўладиган турли рангли йўлакёки чизик.

Қуёш спектри узликсиз бўлади, унда кўринувчи нурланишнинг барча частоталари мавжуд. (216-расм).

Кўринадиган нурланишнинг барча частоталари бор спектри узлуксиз ёки туташ спектр деб аталади.



216-расм. Қуёш нурининг узлуксиз спектри



Жавобини айтинг

- Нима учун атомнинг мусбат зарядининг барчасини Резерфорд марказга жойлаштириди?
- а-зарраларнинг сочилиши тажрибасида Резерфорд нима учун олтин фольгадан фойдаланди?
- Нима а-зарраларнинг кўп қисми Резерфорд тажрибасида йўналишини ўзгартиргади?



Муҳим ахборот

Лотинча spectrum – тасвир. Физикада спектр – бирор физик катталикнинг барча қийматлари тўплами.



Жавобини айтинг

- Нима учун оқ рангни ташкил этувчиларга ажратган тасвирни спектр деб атамиз?



1-топширик

Литий ва кислород атомини Э.Резерфорд таклиф қилган моделга мос тасвирланг.



Жавобини айтинг

- Сиз тасвирлаган моделни қўллаш орқали қандай ҳодисалар осон тушунтирилади?
- Э.Резерфорд таклиф қилган атом модели мукаммал бўлидими?

Кўринувчан нурланишнинг барча частоталари мавжуд бўлган спектр узлуксиз ёки туташ спектр дейилади. Қуёш нурининг спектрига қараганда разрядланган сийраклаштирилган газ спектрида экранда қора чизиқлар олоҳида чизиқлар билан ажратилган (217-расм). Турли газларнинг спектри чизиқлар сони ва уларнинг ранги ва фарқланади.

Маълум қийматларидағи частоталар-нинг нурланиши мавжуд спектр чизиқли спектр деб аталади.

Узлуксиз спектрларни қаттиқ ёки суюқ ҳолатда бўлган жисмлар ва сиқилган газ беради. Чизиқли спекрлар барча моддаларни газсимон туридаги атом ҳолатдаги барча моддалар чизиқли спектрни беради.

IV Борнинг квант постулатлари

1913 йили дания физиги Нильс Бор постулаттар турида квант физикасининг асосий қоидаларини таърифлади. Унинг постулатлари асосида Резерфорд атомининг планетар модели ва Планкнинг нурланиш энергиясининг квант тўғрисидаги гипотезаси ётади. Борнинг биринчи постулати:

Атом тизими ҳар бирига маълум бири E_n энергияга мос келадиган маҳсус стационар ёки тинч ҳолатда бўла олади; стационар ҳолатда атом нур чиқармайди (218-расм).

Борнинг иккинчи постулати:

Ёруғлик нурланиши атомнинг юқори E_n энергетик стационар ҳолатдан қўйи энергетик стационар ҳолатга ўтишида содир бўлади.

Нурланган фотон энергияси стационар ҳолатлар энергияларининг айрмасига teng: $\hbar v_{kn} = E_k - E_n$.

Нурланиш частотаси қўйидагиги teng:

$$v_{kn} = \frac{E_k - E_n}{\hbar} \quad (1)$$

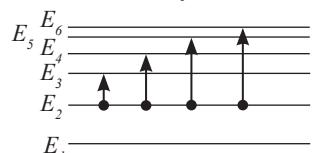
Электрон фотон энергиясини ютганда паст энергияли ҳолатдан юқори энергияли ҳолатга ўтади. Нурланишида, аксинча, юқори энергияли ҳолатдан паст энергияли ҳолатга ўтади.



217-расм. Сийраклаштирилган газлар: гелийнинг; водороднинг; аргоннинг; криптоннинг; неоннинг чизиқли спектрлари



Квант энергиянинг нурланисин ўтиши



Квант энергиянинг ютилиб ўтиши

218-расм. Атомлар стационар ҳолатларининг энергетик сатҳлари

V. Нур чиқариш ва ютилишини Бор постулатлари нұқтаи назаридан күриб чиқыш

Бор постулатлари ва унинг стационар орбитал атом модели ёруғликнинг ютилиш ва чиқариш спектрини тушунтира олади. 219-расмда водород атомининг энергетик сатхлар қатори тасвирланган, шу сатхларда электрон жойлаша олади. Электрон юқориги сатхдан пастки сатхга ўтганда энергия чиқаради. Нурланиш частотаси шу сатхлар электронлари энергияси айрмаси билан аниқланади (1-формула). Юқоридаги түртирични сатхдан иккинчи сатхга ўтишни швеция олимі, водороднинг күринувчи спектрининг бириңчи бўлиб текширган. И.Я. Бальмер шарафига Бальмер серияси деб аталган. Энергиялар фарқи қанчалик катта бўлса, фотон энергияси шунча катта бўлиб, нурланиш частотаси юқори бўлади.

Бор постулатларидан абсолют қора жисмнинг туташ спектри ультрабинафша тўлқинлар соҳасида нурланиш қувватининг камайиши тушунарли бўлди. Ультрабинафшанурлар диапазонида атомларнинг ионлашиши бажарилиб, электронлар эркин бўлади. Нурланиш билан содир бўладиган ундан ҳам куйи сатхларга ўтиш қузатилмади.

Текшириш саволлари

1. Резерфорд атомининг модели қандай?
2. Қандай спектр туташ, қандай спектр чизиқли деб аталади?
3. Ютилиш спектри нима? Бор постулатларининг маҳияти нимада?



219-расм. Борднинг водород атомининг модели

Машқ

36

1. Водород атомида электронлар тўртинчи стационар орбитадан иккичисига ўтганда энергияси $4,04 \cdot 10^{-19}$ Дж бўлган фотонлар нурланади (водород спектрининг яшил йўлаги). Спектрининг шу йўлининг тўлқин узунлигини топинг.
2. Кислороднинг ионланиши учун 14 эВ миқдорда энергия зарур. Ионланишни ҳосил қиласиган нурланиш спектрини топинг.



Машқ

36

1. Симоб буғи электронлар билан нурланганда симоб атомининг энергияси 4,9 эВ ортди. Симоб атомининг ўифонмаган ҳолатга ўтганда чиқарадиган нурининг тўлқин узунлиги қандай?
2. Водород атоми $E_4 = -0,85$ эВ ($k = 4$), энергияли стационар ҳолатдан $E_2 = 3,4$ эВ ($n = 2$) энергияли стационар ҳолатга ўтганда водород атоми чиқарадиган тўлқин узунлигини топинг.

6-бобнинг хуносаси

Стефан-Больцман қонуни	Фотон энергиясини ҳисоблаш формулалари	Фотоэффект учун Эйнштейн формуласи
$R = \sigma \cdot T^4$	$E_\phi = h\nu$ $E_\phi = \frac{hc}{\lambda}$	$E_\phi = A_{\text{чиқиш}} + E_k$ $A_{\text{чиқиш}} = h\nu_{\min}; A_{\text{чиқиш}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}}$ $E_k = \frac{mv^2}{2}; \frac{mv^2}{2} = eU_T$
Тормозлаш рентген нурларини ҳисоблаш формулалари	Атомларнинг нурланиш частотаси	Фотоэффектнинг қизил чегараси
$\frac{m_e v^2}{2} = h\nu \quad v = \frac{eU}{h}$	$v_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$	$\nu_{\min} = \frac{A_{\text{чиқиш}}}{h}; \nu_{\min} = \frac{c}{\lambda_{\max}}$

Бор постулатлари:

- Атом тизими ҳар бирига маълум бир E_n энергия мос келадиган махсус стационар ёки квант ҳолатда, ёруғли бўлиши мумкин, стационар ҳолатда атом нур чиқармайди.
- Ёруғлик нурланиши атомнинг юкори E_n энергетик стационар ҳолатдан қуий энергетик стационар ҳолатга ўтишда содир бўлади.

Глоссарий

Абсолют қора жисм – ўзига тушган турли хил частотадаги нурланишларни тўлиқ юта оладиган жисм.

Фотоэффектнинг қизил чегараси – фотоэффект минимал частотаси ёки унга мос келадиган максимал тўлқин узунлиги кузатиладиган ёруғлиннинг.

Чизиқли спектр – частотанинг нурланиши маълум бир кийматларида гина мавжуд бўлган спектр.

Узлуксиз ёки туташ спектр – кўринувган нурларнинг барча частоталари мавжуд спектр.

Пирометр – қаттиқ қиздирилган ёки узоқлаштирилган жисмлар ҳароратини аниқлашга мўлжалланган асбоб.

Рентген нурлар – бу тез электронларнинг кескин тормозланиши вақтида пайдо бўладиган нурлар.

Рентген трубкаси – рентген нурларини олишга мўлжалланган электровакуумлм трубка.

Спектр – кўринувчи нурларнинг дисперсиясида пайдо бўладиган турли ранги чизиклар.

Ютилиш спектри – ютилган нур частотасига мос келадиган узлуксиз чизик юзидағи қора чизиқлар.

Спектрал анализ – модда таркибини спектри бўйича аниқлаш усули.

Иссиқлиқдан нурланиш – қиздирилган жисмнинг нур чиқариши.

Фотон – бир квант энергияга эга электромагнит нурланишнинг элементар зарраси.

Фотоэффект – ёруғлик таъсиридан моддадан электронларнинг ажралиб чиқиши ҳодисаси.

Фотоэлемент – тушган ёруғлик таъсиридан электр токи пайдо бўладиган курилма.

АТОМ ЯДРОСИ

Физикада атом ядросининг кашф этилиши билан янги «Ядро физикаси» йўналиши пайдо бўлди.

Ядро физикаси ядронинг тузилиши, ядро зарраларининг ўзаро тъсир кучини, ядро реакция натижасида бир атом ядроларининг бошқа атом ядроларига ўзаро айланишини ўрганди. «Ядро физикаси» бўлимида эгалланган назарий билимлар амалда кенг қўлланилади.

Бобни ўқиб билиш орқали сиз:

- ядро кучлари хоссаларини тавсифлашни;
- атом ядросининг масса дефектини аниқлашни;
- масала ечишда атом ядросининг боғланиш энергияси формуласини қўллашни;
- заряд ва масса сонларнинг сақланиш қонунини ядро реакциясини тенликини ечишда қўллашни;
- радиоактив парчаланиш эҳтимоллиу хусусиятини тушунтиришни;
- масала ечишда радиоактив парчаланиш қонунини қўллашни;
- занжир ядро реакцияларнинг ўтиш шартларини тавсифлашни;
- ядрол реакторининг ишлаш принципини тавсифлашни;
- ядровий синтез билан ядро парчланишини таққослашни;
- радиоактив изотопларни қўлланишга мисоллар келтиришни;
- радиациядан ҳимояланиш усулини тавсифлашни;
- элементар зарраларни таснифлашни ўрганасиз.

37-§. Ядровий үзаро таъсирлар, ядровий кучлар. Масса дефекти, атом ядросининг боғланиш энегияси

Кутиладиган натижа:

Ушбу мавзуни ўзлаширишда:

- ядровий кучлар, хоссаларини тавсифлаши, атом ядросининг масса дефектини аниқлаши, атом ядросининг боғланиш энергияси формуласини масалалар ечишда кўллашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

- Атомдаги электронлар сони нима учун протонлар сонига тенг?
- Ядродаги нуклонларни ушлаб турган кучлар гравитация ёки электромагнит кучлар бўла олмаслигининг сабаби нимада?
- Менделеев жадвалида қандай масса кўрсатилган?



Бу қизиқ!

Нейтрон бекарор зарра. Эркин ҳолатда у ўз-ўзидан протонга, электронга, антинейтринога бўлинади. Нейтрино (антинейтрин) юқори кирувчанлик қобитлиятига эга. Заррани энг яқин юлдузачаги масофадан 25 марта катта бўлган қалинлиги 10^{18} м темир девор ушлаб қола олади. Ҳар секунд сайин инсон танасидан 10^{14} нейтрино учуб ўтади ва бу фақат Қўёшдан нурланганларигина.

I Протон ва нейтроннинг кашф этилиши

Атом ядросини ўрганишда муҳим қадам протон ва нейтронларнинг кашф қилиниши эди. Улар лабораторияда енгил ядроларни (α) альфа зарралар билан бомбордимон қилиш натижасида топилган. 1919 йили Э.Резерфорд аввало, азот ядросини бомбордимон қилиб, кислород ва водород ядросини олди. Водород ядрои «протон» деган номга эга бўлди. У юон тилида «биринчи» деган маънени англатади. Резерфорд протон водород ядросини ҳосил қилган ягона зарра эканини таъкидлади. Протон ${}_1^1 p$ билан белгиланди, чунки унинг заряди модули бўйича электрон зарядига масса сони бирликка тенг. Э.Резерфорднинг шогирди инглиз физиги Жеймс Чедвик 1932 йилда берилйини α -зарралар билан бомбордимон қилди. Ўтказилган тажриба натижасида γ -нурларнинг кирувчанлик қобилиятидан ҳам юқори бўлган, ҳатто 10–20 см қалинликдаги кўргашин пластинадан ўта оладиган кучли сингувчан нур олинди. Шу олинган нурнинг хоссаларини текшириб Д.Чедвик бундай хulosага келди: олинган нур зарядига эга эмас, массаси протон массасидан озгина катта бўлган зарралар оқими. Бу зарраларни нейтронлар деб номлаб ва ${}_0^1 n$ каби белгилади.

II Ядро таркиби

Нейтроннинг кашф этилиши дан кейин рус физиги Дмитрий Дмитриевич Иваненко ва немис олими Вернер Карл Гейзенберг 1932 йилда бирбиридан мустақил ядронинг протон-нейтрон моделини таклиф қилди. Таклиф қилинган модель бўйича ядродаги протонлар сони унинг электрон қобигидаги электроронлар сонига тенг. Бу зарраларнинг зарядлари модули бўйича тенг, ишоралари қарама-қаршидир. Ядродаги протонлар сони Z Менделеев жадвалидаги кимёвий элементнинг тартиб рақамига тенг.

Протон ва нейтрон массаларининг қийматлари бир-бирига яқин: протоннинг массаси $m_p = 1836,1 m_e$, нейтрон массаси $m_n = 1838,6 m_e$. Ядродаги протонлар ва нейтронларнинг умумий сони масса сонига тенг бўлади:

$$A = N + Z \quad (1)$$

Бу ерда N – нейтронлар сони;
 Z – протонлар сони; A – масса сони.

Ядро таркибидаги зарралар: протонлар ва нейтронлар нуклонлар деб аталади.

Бир кимёвий элементнинг ядросидаги нейтронлар сони турлича бўлади.

Бир хил сондаги протонлар, лекин сонлари турлича бўлган нейтронлардан ташкил топган ядролар изотоплар деб аталади.

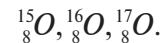
Изотоплар Менделеев жадвалида бир катакда жойлашади, масалан, кислород бундай кўринишда берилиши мумкин: ${}_{8}^{15}O$, ${}_{8}^{16}O$, ${}_{8}^{17}O$, ${}_{8}^{15}O$ кислороддаги нейтронлар сони 7 га teng, ${}_{8}^{16}O$ кислородда 8 га teng, ${}_{8}^{17}O$ кислородда нейтронлар сони 9.

III Ядрорий кучлар ва уларнинг хоссалари

Бизга маълум бўлган кучлар бўйича ядроларнинг барқарорлигини тушунтириш мумкин эмас. Табиатига қўра гравитация кучлари протонлар ва нейтронлар орасидаги таъсирилашишда муҳим ахамиятга эга эмас. Электромагнит кучлар протонларни бир-биридан узоқлаштиради, нейтронлар зарядига эга бўлмаганлига учун ўзаро таъсирилашмайди. Ядродаги протонлар ва нейтронлар тортишиш кучининг табиати мутлақо бошқача, улар кулон кучларидан қарийб 100 марта катта. Ядродаги нуклонларнинг боғланиш кучлари ядро кучлари деб аталади, ядро зарраларининг ўзаро таъсири эса кучли таъсир деб аталади.

1-топширик

Қуйидаги кимёвий элементнинг ядросини тасвирланг:



Д.Д.Иваненко ва В.К.Гейзенберг таклиф қилган ядро моделини қўлланг.

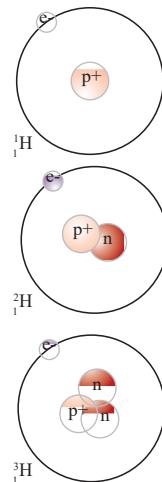
2-топширик

«Изотоп» сўзининг чиқиш тарихин тушинтиринг.

Эсада сақланг!

Хар бир кимёвий элементнинг изотопи бор, ўларнинг ичидағи энгенили – водород изотопи ушбу номлар билан номланди:

1H – протий,
 ${}^2H({}^2D)$ – дейтерий,
 ${}^3H({}^3T)$ – тритий
(220-расм).



220-расм. Водород изотопларининг моделлари

Ядро кучлари бундай хоссаларга эга:

1. Ядровий кучлар – қисқа таъсир күчлар. Улар фақат ядронинг ичидағина, 10^{-14} – 10^{-15} м чега расида таъсир қиласади.
2. Ядровий кучлар зарядларга боғлиқ эмас. Зарядланган протонлар каби, зарядланмаган нейтронлар ҳам ядровий кучлар билан ўзаро таъсирлашади.
3. Ядровий кучлар түйинни хоссаларига эга. Уларнинг таъсирлашуви фақат құшни зарраларни тортиш билан чекланади.

Ядровий кучлар – ядрода нуклонларни ушлайдиган кучлар.

IV Масса дефекти

Ядроларнинг массасини ўлчаш уларнинг массаси алохыда олинган нуклонлар массасининг йифиндисидан кам эканлигини билдиради. Бу фарқ *масса дефекти* деб аталади:

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_a \quad (2)$$

бу ерда ΔM – массалар дефекти, Z – протонлар сони, m_p – протоннинг массаси, N – нейтронлар сони, m_n – нейтроннинг массаси, M_a – ядро массаси.

Массалар дефекти – нуклонларнинг тинч ҳолатдаги массаларининг йифиндиси билан ядронинг массасининг айримасидан иборат.

Ядро массасини аниқлашда атом массасидан барча электронлар массаси олиб ташланади:

$$M_a = M_{am} - Zm_e$$

бу ерда M_{am} – атомнинг массаси, m_e – электрон массаси.

Атом ва ядро физикасида ядронинг, атомлар ва нуклонларнинг массалари массасининг атом бирлиги билан аниқланади.

Массанинг атом бирлиги $^{12}_6C$ углерод зарра-

сининг $\frac{1}{12}$ массасига тең.

Ёдга тушириң!

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с.}$$

$$c^2 = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}.$$

Эсда сақлан!

Ядро физикасида зарралар массаси массасининг атом бирлигидә аниқланади:

$$1 \text{ м.а.б.} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

м.а.б.-даги электрон массаси:

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$\frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг / м.а.б.}} = \\ = 0,00055 \text{ м.а.б.}$$

Зарралар энергияси электрон-вольт билан аниқланади: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$ Одатта у Мега құшимчаси билан ишлатилади:

$$1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ.}$$

МэВ – ХБТ-нинг энергиянинг ўлчов бирлиги билан боғлиқ:

$$1 \text{ МэВ} = 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = \\ = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.}$$

3-топшириқ

Масса дефектини ушбу формула билан ҳисоблаш мүмкінligини исботланған:

$$\Delta M = ZM(^1H) + Nm_n - M_{am}.$$

№3 жадвалда кимёвий элементлар ва элементар зарралар изотопларининг атом массалари берилган.

V Ядронинг боғланиш энергияси

Нуклонларнинг қўшилишида ядро массасининг камайиши энергия ажралиши билан бирга боради. У нуклонлардан ташкил топган тизим турғун ҳолатга кўчиб, ядровий кучлар ядродаги нуклонларни кучли ушлаб туришини исботлайди. Ядронинг парчаланиши учун унинг тузилишида қанчаэнергия ажралиб чиқсан бўлса, шунча энергия зарур бўлади.

Бу энергия боғланиши энергияси деб аталади ва у Эйнштейн формуласи бўйича аниқланади:

$$E_{\text{боғл}} = \Delta M \cdot c^2$$

Бу ерда $E_{\text{боғл}}$ – боғланиш энергияси;

ΔM – масса дефекти;

c – ёруғлик тезлиги.

Боғланиш энергияси – ядрони нуклонларга тўлиқ парчалашига ишлатиладиган энергия.

Агар масса массанинг атом бирлиги билан ифодаланадиган бўлса, унда Эйнштейн формуласи ўлчамларини алмаштиришни ҳисобга олганда ушбу кўринишга келади:

$$E_{\text{боғл}} = \Delta M \cdot 931,5 \text{МэВ}.$$

VI Солиширма боғланиш энергияси

Солиширма боғланиш энергияси боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига нисбати билан аниқланади:

$$E_{\text{сол}} = \frac{E_{\text{боғл}}}{A}.$$



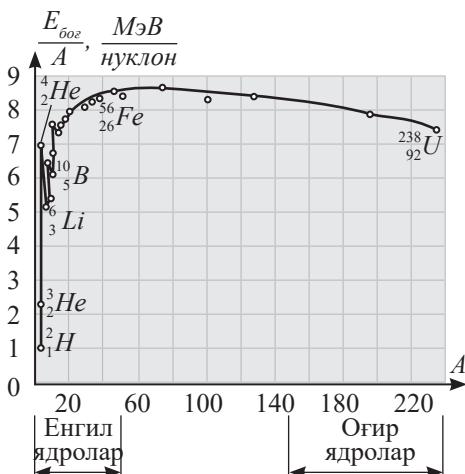
Эсда сақланг!

Солиширма боғланиш энергиясининг ўлчов бирлиги: $[E_{\text{сол}}] = 1 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$.

Солиширма боғланиш энергияси – бир нуклонга тўғри келадиган боғланиш энергияси.

Янгидан тузилган ядронинг солиширма боғланиш энергиясининг қиймати бўйича ядровий реакция натижасида энергия ажралишини ёки ютилишини осонгина аниқлаш мумкин.

Агар янгидан тузилган ядронинг солиширма боғланиши энергияси бошлангич қийматидан юқори бўлса, у ҳолда энергия ажралади, агар паст бўлса, у ҳолда ютилади. 221-расмда солиширма боғланишнинг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқлиги графиги берилган. Диаграммадан бундай хулюса чиқариш мумкин: оғир ядроларнинг бўлиниши ва енгил ядроларнинг қўшилишида ядро реакцияларида энергия ажралади.



221-расм. Солиширма боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқли графиги

4-топширик

Солиширма боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқли графигинің күлләниб, 80 нуклондан ва 200 та нуклондан иборат ядролар-нинг боғланиш энергияларини аникланг. Қандай ядро барқарор бўлади?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

8_8O Кислород ядроси нуклонларининг солиширма боғланиш энергиясини топинг.

Берилган:

$$\begin{aligned}M({}^8_8O) &= 16,99913 \text{ м.а.б.} \\M({}^1_1H) &= 1,00783 \text{ м.а.б.} \\m({}^1_0n) &= 1,00866 \text{ м.а.б.}\end{aligned}$$

$$\Delta M - ? E_{\text{бөз}} - ? E_{\text{солии}} - ?$$

Ечилиши:

8_8O кислород атомининг ядроси $Z = 8$ протон ва 9 нейтрондан ташкил топган:

$$N = A - Z = 17 - 8 = 9.$$

Ядро учун масса дефектини ушбу формула бўйича аниқлаймиз:

$$\Delta M = ZM({}^1_1H) + Nm_n - M({}^8_8O), \text{ бунда } M({}^1_1H) \text{ – водород атомининг массаси.}$$

$$\Delta M = (8 \cdot 1,00783 \text{ м.а.б.} + 9 \cdot 1,00866 \text{ м.а.б.}) - 16,99913 \text{ м.а.б.} = (8,06264 + 9,07794) - 16,99913 = 0,14145 \text{ м.а.б.}$$

Эйнштейн формуласи бўйича ядродаги нуклонларнинг боғланиш энергиясини аниқлаймиз: $E_{\text{бөз}} = \Delta M \cdot 931,5 \text{ МэВ}$.

$$E_{\text{бөз}} = 0,14145 \text{ м.а.б.} \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{м.а.б.}} = 131,76 \text{ МэВ.}$$

Ядродаги ҳар бир нуклонга бундай энергия микдори тўғри келади:

$$E_{\text{солии}} = \frac{E_{\text{бөз}}}{A}.$$

$$E_{\text{солии}} = \frac{131,76 \text{ МэВ}}{17 \text{ нуклон}} = 7,75 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}.$$

Жавоби: $\Delta M = 0,14145 \text{ м.а.б.}; E_{\text{бөз}} = 131,76 \text{ МэВ}; 7,75 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}$.

Текшириш саволлари

1. Протон ва нейтронни ким кашф қилган?
2. Нейтроннинг қандай хоссалари бор?
3. Атомнинг ядроси қандай зарралардан иборат?
4. Ядроларнинг қандай тури изотоплар дейилади?
5. Ядродаги нуклонларни қандай кучлар ушлаб туради? Уларнинг қандай хоссалари мавжуд?
6. Масса дефекти деб нимага айтилади?
7. Боғланиш энергияси деб нимага айтилади? Солиширма боғланиш энергияси нима?



Машқ

37

1. Натрий $^{23}_{11} Na$, фтор $^{19}_{9} F$, кумуш $^{107}_{47} Ag$, кюрий $^{247}_{96} Cm$, менделевий $^{257}_{101} Md$ ядроларининг таркиби қандай?
2. Дейтерий $^2_2 H$ масса деффектини, боғланиш энергиясини, солиширма боғланиш энергиясини ҳисобланг.
3. Натрий атоми 23 ядросининг моделини тасвирланг.



Машқ

37

1. Неоннинг ва $^{20}_{10} Ne$, $^{21}_{10} Ne$, ва $^{22}_{10} Ne$ изотопларининг таркиби қандай?
2. Алюминий ядросининг $^{27}_{13} Al$ боғланиш энергиясини топинг.
3. Азотнинг 14 солиширма боғланиш энергиясини аниқланг.
4. 140 нуклондан ташкил топган атомнинг боғланиш энергияси 200 нуклондан ташкил топган атомнинг боғланиш энергиясидан неча фоиз ортиқ? Масалани ҳисоблаш учун солиширма боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқли графигидан фойдаланинг (221-расм).

Ижодий топшириқ

«Ядрон тузилишини ўрганган олимлар» мавзуусида ахборот тайёrlанг.

38-§. Ядро реакциялари. Радиоактив емирилиш қонуни

Күтиладиган натижасы

Ушбу мавзуны ўзлаштиргендеги:

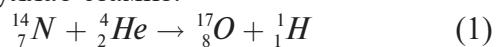
- заряд ва масса сонининг сақланиш қонунини ядрорий реакция тенгламаларини ечишда кўллаши;
- радиоактив емирилишине эҳтимоллик тавсифини тушунтириши;
- радиоактив емирилиш қонунларидан масалаларини ечишда фойдаланишини ўрганасиз.

I Ядро реакциялари

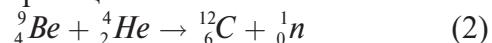
Биз биламизки, Э.Резерфорд азотни α -зарралар билан бомбардимон қилиш натижасида протонни олган. Кузатилган ҳодиса ядрорий реакция деб аталган.

Ядро реакциялари – атом ядроларининг бошқа элементтар зарралар билан ёки бирбири билан ўзаро таъсирида ўзгаришидир.

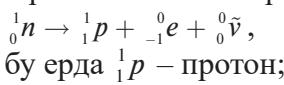
Ядрорий реакциянинг ёзилиши кимёвий реакциянинг ёзилишига ўхшаш. Резерфорд бажарган реакцияни кимё элементларнинг умумий белгиланишини кўллаб ёзамиз:



Нейтронларни топиш бўйича Д.Чедвик ўтказган ядро реакциясининг ёзилиши:



Нейтроннинг эркин ҳолатда яшаш вақти 15 минутни ташкил қиласи, кейин у ўз-ўзидан протонга, электронга ва антинейтринога парчаланади:



$^0_{-1}e$ – электрон;

$^0_0\bar{\nu}$ – электронли антинейтринога.

Кўп тажрибалар барча ядро реакцияларидаги электр зарядининг ва масса сонининг сақланиш қонунлари бажарилишини кўрсатади.

Ядроларнинг умумий электр заряди ва реакцияга киришиадиган элементтар зарраларнинг йигиндиси реакция маҳсулотларининг умумий электр зарядига тенг.

Реакцияда иштирон этадиган ядро ва элементтар зарраларнинг йигиндиси масса сони барқорор бўлиб қолаверади.

II Радиоактив емирилиш қонуни

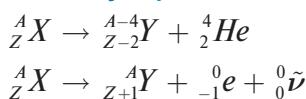
1902 йилда Э.Резерфорд ва инглиз кимёгари Ф.Содди радиоактив емирилиш қонунини кашф қиласи. Улар радиоактив элементларнинг

Жавобини айтинг

- Археологик қазилмаларнинг ёши қандай аниқланади?
- Ернинг ёши қандай аниқланган?
- «Узоклашиш соҳаси» жумласининг маъносини тушунтириңг.



Ёдга туширинг!



α ва β -емирилишида электр заряди ва масса сонининг сақланиш қонунлари бажарилади. Кимёвий элементнинг белгиланиши A_ZX ,
А – масса сони;
Z – ядро заряди;
Х – кимёвий элемент.

нурланиш фаоллиги вақт ўтиши билан қатъий аниқланган тарзда камайишини аниқладилар. Ҳар бир радиоактив элемент учун фаоллини иккى марта камаядиган вақт оралигини аниқлашди. Ўша вақт оралиғи емирилиш даври деб аталади.

Ярим емирилиш даври – радиоактив ядроларнинг ярми емирилишга сарфланадиган вақт.

Иловадаги 4-жадвалда баъзо радиоактив элементларнинг ярим емирилиш даврларининг қийматлари берилган. Вақтнинг бошланғич пайтида радиоактив ядроларнинг сони N_0 бўлсин. Ярим емирилиш даврига тенг вақт оралиғидан кейин унда емирилмаган ядроларнинг сони кўйидагига тенг бўлади:

$$N = \frac{N_0}{2}.$$

Икки ярим емирилиш даврига тенг вақт оралиғидан кейин улар бундан ҳам камаяди:

$$N = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2}.$$

$t = nT$ вақт ўтгандан кейин радиоактив ядроларнинг сони ушбуга тенг бўлади:

$$N = \frac{N_0}{2^n} = N_0 \cdot 2^{-n} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Ўша олинган нисбат радиоактив емирилиш қонуни бўлиб ҳисобланади:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}},$$

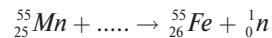
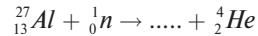
бунда N – емирилмаган радиоактив ядролар сони. Боғлиқлик графиги 222-расмда берилган. Емирилган ядролар сонини аниқлаш учун бошланғич ядролар сони билан емирилмаган ядролар сонининг айрмасини топиш керак:

$$\Delta N = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Радиоактив емирилиши қонуни статистик тавсифга эга. У ядроларнинг сони кўп бўлган кимёвий элементлар учун бажарилади.

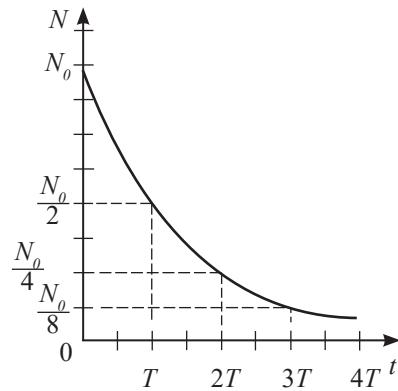
1-топширик

Заряд ва масса сонининг сақланиш қонуни асосида реакцияларда етишмайдиган элементни ёзинг:



Дикқат килинг!

а ва β -емирилиш – бир ядроларнинг ўз-ўзидан бошка ядролар билан ўзаро таъсирилашмай бошқаларига алмашиши. Ядро реакцияси – ядролар билан зарраларнинг ўзаро таъсири.



222-расм. Емирилмаган ядролар сонининг вақтга боғлиқлиги

2-топширик

Емирилган зарраларнинг сони 4 ярим емирилиш даврига тенг вақт ўтганда неча марта камаяди?



Жавобини айтинг?

Нима учун радиоактив нурланиш қонуни кичик ҳажмдаги ядролар учун бажарилмайды?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. З саотнинг ичида радиоактив ядролари 32 марта камаядиган кимёвий элементнинг ярим емирилиш даврини топинг.

Берилган:

$$\frac{N_0}{N} = 32$$

$t = 3$ саом

$T - ?$

Ечилиши:

Радиоактив емирилиш қонунини ёзамиш: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$;

$$\frac{N_0}{N} = 2^{\frac{t}{T}}$$

32 ни 2^5 кўринишида ёзиб, олинган тенгламага қўямиз: $2^5 = 2^{\frac{t}{T}}$.

Кўрсаткичли функцияларнинг асоси бир хил, демак, кўрсаткич тенг: $\frac{t}{T} = 5$.

Бунда: $T = \frac{t}{5}$;

$$T = \frac{3 \text{ сағ}}{5} = 0,6 \text{ сағ} = 36 \text{ мин.}$$

Жавоби: 36 мин.

Текшириш саволлари

- Ядро реакцияси нима?
- Ядронинг радиоактив емирилашида қандай қонунлар бажарилади?
- Ярим емирилиш даври деб нимага айтилади?

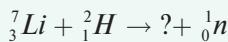
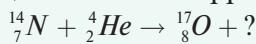


Машқ

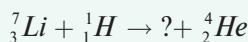
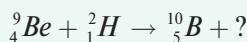
38

- ${}_{5}^{11}B$ Борни α -зарралар билан бомбардимон қилгандаги ва нейтронларни уриб чиқариши билан бирга содир бўладиган ядро реакциясини ёзинг.

- Резерфорд элементини плутонийни $^{242}_{94}Pu$ неон $^{22}_{10}Ne$ ядролари билан бомбардимон қилиш натижасида олинган. Натижада түртта нейтрон пайдо бўлиши маълум бўлган ҳол учун реакцияни ёзинг.
- 14 углероддаги радиоактив ядронинг сони 8 марта камайган бўлса тошкўмир конининг ёшини аниқланг.
- Ядро реакцияларнинг қолиб кетган зарраларини ёзинг:



- Бор изотопини $^{10}_5B$ нейтронлар билан бомбардимон қилинганда ҳосил бўлган ядродан α -зарралар ажралиб чиқади. Ядро реакциясини ёзинг.
- Агар – 235 ураннинг радиоактив элементларининг ярим емирилиш даври 4,5 млрд йилни ташкил қиласа, унинг сони 9 млрд йилдан сўнг неча марта камаяди?
- Берилган ядровий реакцияларнинг қолиб кетган зарраларини (элемент ядроларини) ёзинг:



Ижодий топшириқ

«Археологиядаги радиоактив емирилиш қонуни»:

- «Бизнинг сайёрамиздаги узоқлашиш соҳаси» мавзуларидан бирига ахборот тайёрланг.

39-§. Оғир ядроларнинг бўлиниши. Ядовий занжир реакциялар. Ядро реактори

Кутиладиган натижага

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- Ядовий занжир реакциянинг юриш шартларини тавсифлашини; ядро реакторининг ишлаш принципини тавсифлашини ўрганасиз.

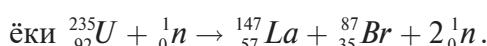
I Оғир ядроларнинг бўлиниши

Оғир ядроларни бўлиш механизми Менделеев жадвалининг ўртасида жойлашган ядроларга караганда даврий тизимнинг охирги катакларида жойлашган ядроларнинг боғланиш энергияси тахминан 1 МэВ кам бўлади. Демак, оғир ядроларнинг бўлиш энергетик жиҳатдан фойдали бўлади. 200 нуклондан иборат бир ядронинг бўлинишида 200 МэВ энергия ажралади. 1 г модда таркибидаги шундай ядролар бўлиниши натижасида 3 тонна кўммир билан бир хил энергия миқдорини ажратади.

1938 йили немис олимлари Отто Ган ва Фриц Штрассман уран $^{235}_{92}U$ ядросини нейтронлар билан бомбардимон қилиб, унинг бўлиниш реакциясини амалга оширди. Бу ишнинг натижалари 1939 йили январда нашр қилинди. Шу йили ядрони бўлиш механизмини тушунтириш учун даниялик олим Нильс Бор 1936 йили таклиф қилинган «ядронинг томчи модели»ни қўлланди.

Томчи моделига мувофиқ ядро зарядланган суюқлик томчиси шаклида бўлади. Қисқа таъсирили ядро кучлари суюқ молекулаларининг ўзаро таъсирилашувчи кучларига ўхшаш бўлади. Ураннинг ядроси $^{235}_{92}U$ нейтронни сингдириб олиб, уйғонган ҳолатга тушиб чўзинчоқ (сўпоқ) шаклга келади. Бундаги кулон итариш кучлари ядовий кучлардан кучлироқ бўлади. Ядро икки бўлакка бўлинади ва кулон куч таъсирида майдар парчалар катта тезланиш билан ҳар томонга учади (223-расм).

Оғир ядроларнинг бўлиниши натижасида иккита парча пайдо бўлиб, янгидан пайдо бўлган ядро таркибига кирмайдиган 2–3 «ортиқ» нейтрон чиқаради:

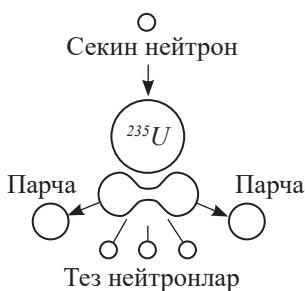


Жавобини айтинг

- Нима учун АЭС қуриш Қозогистон учун муҳим масала бўлиб қолди?
- Нима учун оғир ядроларнинг бўлиниши энергетик жиҳатдан фойдали?

1-топшириқ

1 г ураннинг бўлиниши натижасида 3 тонна кўмиркаби энергия ажралиб чиқишини исботланг.



223-расм. Оғир ядронинг бўлиниши механизми

Жавобини айтинг

Уран 238-дан плутонийни олиш зарурлигини нима учун керак?

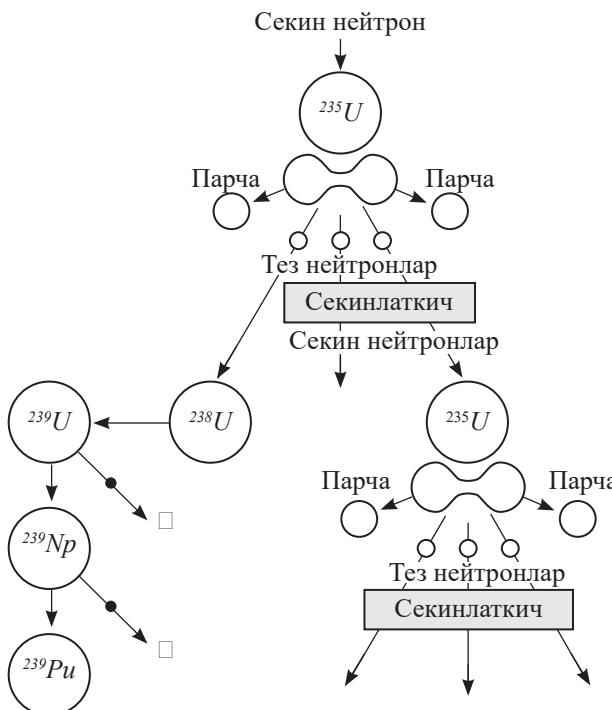
Ядро реакциялар натижасида масса сони ва заряднинг сақланиши қонунлари бажарилади.

II Ядрорий занжир реакция

Уран ядросининг бўлиниши натижасида бўшаб қолган нейтронлар қўшни ядроларнинг бўлинишига шароит яратади. Бунда бўлинадиган ядролар сони ортиб, кўчки занжир реакцияси амалга ошади (224-расм).

Ядрорий занжир реакция – маълум бир ядро реакцияси навбатдаги худди шундай реакция ҳосил қиласди.

Табиятда учрайдиган элементлар орасида секин нейтронлар орқали заржир реакциянинг амалга ошиши учун фақат $^{235}_{92}U$ керак.



224-расм. Уран бўлинишининг занжир реакцияси

$^{238}_{92}U$ ядроларини бўлиш учун энергияси 1 МэВ атрофидаги тез нейтронлар керак, уларнинг



Жавобини айтинг

- Нима учун $^{238}_{92}U$ ни саф ҳолда ядро ёқилғи сифатида қўллаш мумкин эмас?
- Кўпайиш коэффициенти 1 дан кам бўлганда нима учун занжир реакция тўхтайди?
- Нима учун секинлаткич ва қайтаргичлар ядро ёқилгини критик масасини камайтиришга имкон беради?



2-топширик

224-расмга қараб, уран 238-дан плутон оладиган ядрорий кўпайиш реакторининг ҳаракатини тушуниринг.



Бу қизиқ!

ҚР сининг Ақтаудаги Мангистау атом энергетикасининг базасида 2010 йилгача 25 йил давомида БН-350 тез нейтронлар асосидаги атом реактори ишлади.

тезлиги 10^7 м/с гача етади. Энергияси 0,1 эВ бўлган нейтронларни ядро ўзига сингдириб олиб, унинг бўлинишига йўл қўймайди. Секин нейтронларнинг тезлиги молекулалар иссиқлик ҳаракатининг тезлигига яқин ва 2000–3000 м/с атрофида бўлади. Ураннинг бўлиниши натижасида тахминан 60% тез нейтронлар ва 40% секин нейтронлар бўлинади.

III Кўпайиш коэффициенти. Критик масса

Занжир реакциясининг ўтиши нейтронларнинг кўпайиш коэффициентига боғлиқ.

Нейтронларнинг кўпайиши коэффициенти деб бирор «авлод» нейтронлар сонининг олдинги «авлод» нейтронлар сонига нисбатига айтиласди.

Олдинги «авлод» нейтронларни ядро ютиб, яъни сингдириб олади да, янги «авлодагиларни» бўлиб чиқаради. Агар $k < 1$ бўлса, занжир реакция бажарилмайди, агар $k > 1$ бўлса, реакция портлаш каби содир бўлади, $k = 1$ бўлганда реакция маълум бир тезлик билан содир бўлади, у бошқариладиган реакция деб аталади.

Занжир реакциянинг содир бўлиши учун бажариладиган яна бир шарт – ажралиб чиқадиган модданинг етарли микдорда бўлишидан иборат. Оз микдорда бўлса, нейтронлар атроф-мухитга тарқалиб, ядро билан тўқнашмаслиги хам мумкин.

Занжир реакция юрии мумкин бўлган зарранинг энг кичик массаси критик масса деб аталаади.

235-ураннынг критик массаси, агар у шарсимон шаклда бўлса, тахминан 50 кг бўлади. Критик массасининг қийматини секинлаткичлар ва нейтронларни қайтаргичлардан фойдаланиш орқали камайтириш мумкин.

IV Ядро реакторининг ишлаш принципи

Бошқариладиган занжир реакциялар ядро реакторларида энергия ажралиши билан амалга оширилади. Биринчи ядро реактори 1942 йили АҚШ да Энрико Ферми раҳбарлигига қурилган, кейинчалик 1946 йили Игорь Васильевич Курчатов бошчилигида собиқ совет олимлари ядро реакторини ишга қўшдилар.

Реакторнинг асосий элементлари: ядро ёқилғиси, нейтронларни секинлаткич, энергия чиқаришга керакли иссиқлик ташувчи, реакция тезлигини бошқаришга

! Дикқат қилинг!

Европа мамлакатларида электр энергияси асосан АЭС-ларида олинади.

Бу қизиқ!

Манғистау вилоятини 2030 йилгача энергия билан тъминлаш этиш учун куввати тахминан 900 МВт янги йирик энергия манбанини киритиш керак. Янги типдаги ВБЭР-300 проекти энергоблоклари бор atom реакторини қуриш учун 2006 йили «Байтерак» Қозогистон – Россия бирлашган ишлаб чиқариш» акционерлик жамияти ташкил қилинди. ВБЭР-300 проекти синовдан ўтказилган ва Россия сув ости кемаларида фойдаланилишини реакторларнинг асосида ясалган. У энг юқори хавфсизлик даражасига ВБЭР-300 АЭС ишини экономли ва хавфсиз қилади. АЭС-нинг нормаль ишлashingа хавф келтирадиган шароитда станциянинг хавфсизлик тизими ишга қўшилади. Реактор ўз-ўзидан учади ва ишини тўхтадади.

керакли қурилмалар. Ядро реакторининг сирти радиоактив нурлардан сақтайдиган қобиқ билан қопланади (225-расм).

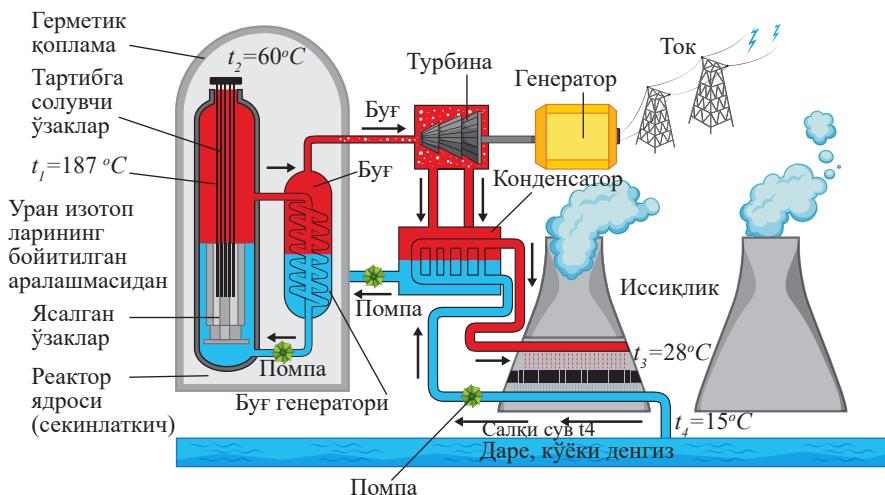
Тузилиши турлича бўлган реакторларда ядро ёкилғиси сифатида ^{235}U , ^{238}U , ^{94}Ru қўлланилади. Плутонийни ^{238}U секин нейтронлар билан бомбардимон қилиш орқали олинади. Бу ядровий реакторларнинг ўзида пайдо бўлади. Шу секин нейтронлар таъсирида ^{94}Ru занжир реакция содир бўлади. Нейтронларни секинлаткич сифатида сув ва графит қўлланилади. Иссиклик ташувчи хизматини сув ёки суюқ азот бажаради. Реакторнинг фаол соҳасида содир бўладиган ядро реакциясининг энергияси турбогенераторга юборилади. Реакторни бошқариш кадмий ўзаги (стержень)нинг ёрдами билан бажарилади. Кадмий нейтронларни ютиб, шунинг орқасида кўпайиш коэффициентини тартибга солиб ўтиради. Кадмий ўзаклари батамом реакторга солинса, ядро реакцияси тўхтайди.

3-тотширик

Ядро реакторининг асосий қисмларини ва уларнинг бажарадиган вазифасини ёзинг. Реакторнинг ҳар қисми учун турли материал танлаш сабабини тушунтириңг.

4-тотширик

225-расм бўйича АЭС-сининг ишлаш принципини тушунтириңг. Нима учун ядро реактори билан тўғридан тўғри муносабатда бўлувчи турбинага сув берилмайди?



225-расм. Атом станциясининг чизмаси

V Атом электр станциялари

Атом электр станцияларида (АЭС) ядровий реакция энергиясининг электр энергияга алмашинуви содир бўлади. Реактордан чиқсан иссиқлик энергияси турбогенераторларга юборилиб, шу ерда иссиқлик энергияси электр энергияга алмашади (225-расм). Биринчи атом электр станцияси 1954 йили Обнинск шахрида қурилди.

Атом электр станцияларининг афзалиги: улар атмосферадаги кислородни фойдаланмайды, атроф-мухитни қолдиқлар билан ифлослантирумайды. Аммо унинг яширин хавфи бўлиб, ҳар қандай ҳалокат худудни радиацияланишга олиб келиш мумкин. АЭС дан фойдаланишнинг асосий муаммолари ядро қолдиқларини кўмиш ва 20 йил ишлаб, ўтган атом электр станцияларни қисмларга ажратиш бўлиб ҳисобланади.

Текшириш саволлари

1. Оғир ядроларни бўлиш механизми қандай?
2. Занжир реакция деб нимага айтилади?
3. Кўпайиш коэффициенти нимага?
4. Кўпайиш коэффициентининг қандай қийматида занжир реакция бошқарила-диган бўлади?
5. Масса сони нима?
6. Ядровий реакторнинг асосий элементини айтинг.
7. АЭС нинг ишлаш принципи қандай?

Машқ

39

1. $^{238}_{92}U$ нейтронлар билан бомбардимон қилинганда қандай элемент пайдо бўлади? Реакцияни ёзинг.
2. 1-топшириқдаги иккита β емирилиш натижасида қандай элемент пайдо бўлади?

Машқ

39

1. Нима учун табиий шароитда ядровий занжир реакциялар содир бўлмайди?
2. Уран ядросини бўиш натижасида кўрсатилмаган кимёвий элеметни кўрсатинг: $^{235}_{92}U + {}_0^1n \rightarrow ? + {}_{58}^{140}Ce + 2 {}_0^1n$?

Ижодий топшириқ

1. «Атом энергетикасининг ривожланиши»
2. «АЭС даги ҳалокат оқибатлари»
3. «Ядролар бўлишини тадқиқ қилишга ҳисса қўшган физик олимлар» мавзуларидан бирига ахборот тайёрланг.

40-§. Термоядро реакциялари. Радиоизотоплар, радиациядан сақланиш

Күтиладиган натыжа

Ушбу мәвзузуң үзлаштыргандан:

- ядровий синтез билан ядро емирилишини таққослаши;
- радиоактив изотоплар күлланишга мисолларини көлтириши;
- радиациядан сақланиш усулларини таңсифлаши үрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун юлдузларда термоядеровий реакциялар содир бўлади?
2. Радиоактив нурланишдан қандай сақланиш мумкин?



Топширик

37-§, 221-расмдаги диаграммага қараб, 200 ва 100 нуклонли ядроларнинг солиштирма энергияси фарқини аниқланг. 200 нуклондан ташкил топган ядрони 100 нуклодан иккига бўлсак, қандай энергия ажралади?



Жавобини айтинг

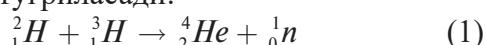
1. Нима учун енгил ядроларнинг ядровий бирикиси реакцияси ҳарорат ва босимнинг юқори қийматларидагина содир бўлади?
2. Нима учун ер шароитида термоядеровий реакцияни амалга ошириш қийин бўлади?
3. Нима учун термоядеровий реакцияга мўлжалланган реактор қуриш самарали бўлиб саналади?

I Термоядро реакцияси

Менделеев жадвалидаги енгил ядроларнинг солиштирма энергияси жадвалнинг ўрта қисмидаги ядроларга нисбатан паст бўлади. Шунга мувофиқ енгил ядроларни синтезлаш реакцияси энергия ажралиши билан содир бўлиши керак. Енгил ядроларни синтезлаш реакциясини амалга ошириш учун кулон кучларини енгиб, ядроларни 10^{-15} м ядро кучларининг таъсирлашиш масофа-сигача яқинлаштириш керак. Бундай яқинлашиш фақат босим ва ҳароратнинг юқори қийматларидагина амалга ошади. Ҳисоблашлардан реакцияга тушган зарраларнинг ҳарорати юзлаб миллион кельвинни ташкил қилишини кўриш мумкин. Бундай ҳароратда атомлар тўлиқ ва ионлашади ва газ юқори ҳароратдаги ядролар ҳамда электронлардан ташкил қилган плазмага айланади.

100 млн К дан юқори ҳароратларда енгил ядроларнинг бирикиси термоядро реакцияси деб аталади.

Оғир водород – дейтерийнинг ўта оғир водороднинг изотопи тритий билан қўшилишида чиқадиган энергия бир нуклонга тахминан 3,5 МэВ дан тўғриласади:



II Бошқарилмайдиган термоядро реакциялари

Илк бор бошқарилмайдиган термоядро реакцияси 1952 йили АҚШ да Тинч океанининг Эниветок оролида сўнгра Қозоғистонда 1953 йили Семей полигонида амалга оширилди. Бундан бўёқ водород бомбаларини ишлаб чиқариш уларнинг ўта кучли портлаш қобилиятига эга эканлигини кўрсатди. 1961 йили «Янги ер» архипелаги полигонида амалга оширилган мегатоннали бомбанинг

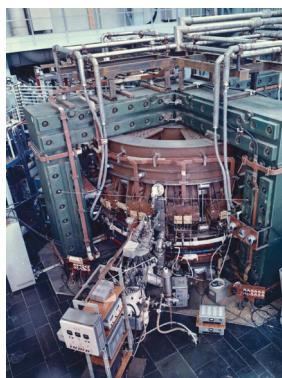
портлаши 4 км баландликача бўлган масофада бизнинг сайёрамизни уч марта ўраб чикқан зарба тўлкини вужудга келтириди.

Термоядро ёки водород бомба атомдан бошланади, у портлаганда енгил ядроларнинг синтезлаш реакциясининг бошланишига етарли босим ва ҳарорат шаклланади. 10^{-6} с вақт атрофида чўзилган атом бомбасининг портлаши ўта қувватли термоядро бомбасининг портлашига олиб келади.

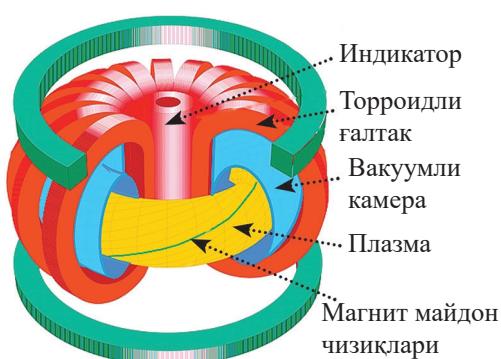
III Бошқариладиган термоядро реакциялари

Термоядро реакциясини амалга ошириш учун 10^8 К ҳароратни таъминлаш керак. Бундай ҳароратда қаттиқ ҳолатини сақлаб қоладиган моддалар Ер юзида мавжуд эмас. Олимлар реакцияни амалга ошириш учун икки усулни таклиф қиласди:

1. 1950 йили рус физиги Андрей Дмитревич Сахаров ва Игорь Евгеньевич Тамм юқари ҳароратли плазмани реактор деворларига теккизмай, кучли магнит майдон билан ушлаб туришни таклиф қилди. Эксперимент ўтказиш учун «Токамак-10» қурилмасини ясалди (226-расм). Юқори ҳароратли плазма торроиди камерани тўлдириб турадиган таркибида тритий бўлган дейтерийнинг кучли электр зарядидан ясалади (227-расм).



226-расм. Токамак-10



227-расм. Торроидли камера

Камера импульсли режимда ишлайдиган трансформаторнинг икки иламчи чулғами бўлиб ҳисобланади. Биринчи чулғам конденсатор батареясига уланади. Конденсаторларни разрядлаганда трансформаторнинг биринчи чулғами орқали торроидли камерада уюрмавий электр майдон пайдо бўлади, бу майдон водород ионлайди. Ионларнинг йўналган ҳаракати водород ядросини қаттиқ қиздириб, термоядро реакцияси содир бўлади. Реакциянинг давомийлиги 0,06 с.

2001 йили июнь ойида оламдаги биринчи экспериментал термоядро реакторининг техник лойиҳаси яратилди (228-расм). Лойиҳалаш «ИТЭР техник лойиҳаси» халқаро дастур доирасида амалга ошмоқда. «ITER» – «International Termonuclear Experimental Reactor» Халқаро Экспериментал

Термоядро Реактори деганни билдиради. Қурилиши ишларини 2007 йилдан 2019 йилга ча бўлган оралиқда Франция ҳудудида олиб бории режсаланган. Экспериментлар билан биринчи термоядро синтез реакцияси 2037 йилгача олиб бории режсалаштирилган, 2040 йилдан бошлаб, реактор электр энергиясини ишлаб чиқарадиган бўлади.



2. Термоядровий синтезлашга мўлжалланган лазер қурилмалар дастлаб 1961 йили собиқ ССРИ АН Физика институтида фойдаланилди. Лазерли термоядро синтезлаш тадқиқоти давом этмоқда.

228-расм. ИТЭР – Халқаро Экспериментал Термоядро Реактори

IV Ядро реакцияг натижасида ажралиб чиқадиган энергия

Ядро реакциялар вақтида энергия ажралиши ёки ютилиши мумкин.

Чиқиш энергияси – ядроий реакция асосида бўлинадиган ёки ютиладиган энергия.

Масса ва энергиянинг боғланиши орқали реакциянинг чиқиш энергиясини ядро массасининг ўзгариши бўйича аниқлаш мумкин. Бунинг учун ушбу ҳисоблашларни бажариш керак:

1. Реакциягача бўлган ядро ва зарраларнинг массасини топиш. Мисол тариқасида дейтерий ва тритийнинг (1) қўшилиш реакцияси учун бундай ёзиш мумкин:

$$m_1 = m(^2H) + m(^3H)$$
2. Реакциядан кейинги ядро ва зарраларнинг массаларини топиш:

$$m_2 = m(^4He) + m(^1n)$$
3. Таъсирлашгунга қадар ва кейинги ядролар массасининг ўзгаришини топиш:

$$\Delta m = m_1 - m_2$$
4. Эйнштейн формуласи бўйича ядро реакцияси натижасида ажралиб чиқидиган энергияни топиш:

$$E_{\text{чик}} = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ.}$$



Эслаб қолинг!

Ядроий реакция чиқиш энергиясини аниқлаш алгоритми:

1. Реакцияга тушган ядролар массасини аниқланг.
2. Реакциядан кейинги ядронинг массасини аниқланг.
3. Массалар фарқини 931,5 МэВ кўчириш коэффициентига кўпайтиринг.
4. Энергиянинг олинган қийматини зарур бўлганда Дж-га алмаштиринг:

$$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{13} \text{ Дж.}$$

Агар $E_{\text{чик}} > 0$ бўлса, реакция энергия ажралиши билан содир бўлади, агар $E_{\text{чик}} < 0$ бўлса, энергия ютилиши билан содир бўлади.

Диққат қилинг!

Барча юлдузлар водород ва гелийдан ташкил топган юқори ҳароратдаги плазмадан иборатdir. Юқори босим ва ҳароратнинг таъсирида юлдузлар қаърида катта энергия ажралиши билан содир бўладиган термоядро реакциялари бажарилади. Қуёш секунд сийн $4 \cdot 10^{26}$ Дж энергия ажратади, шу тарика 4 млн тоннага яқин массасини йўқотади. Юлдузлардаги водород ёниб, гелий пайдо бўлади. Водород ва гелийнинг нисбати бўйича юлдуз ёшини аниқлаш мумкин. Термоядрорий синтез натижасида даврий системадаги барча элементлар пайдо бўлади.

Хозирги пайтда Қуёш тахминан 75% водород ва 25% гелийдан таркиб топган, бошқа элементларнинг барчаси умумий массанинг 0,2% ини ташкил қиласи.

V Радиоизотоплар. Радиоактив изотоплардан фойдаланиш

Табиатда учрайдиган химиявий элементларининг изотопларининг ярим емирилиш даври узоққа чўзилади. Узоқ вақтда радиоактивлик хоссасини сақлаб туриб, улар юқори радиация фонини ташкил қиласи.

Ядро реакцияларнинг ёрдами билан барча химия элементларининг катта ва кичик емирилиш даври бор изотопларини олишга бўлади.

**Радиоизотоптар – кимё элементларнинг ядро реакциялари на-
тижасида сунъий воситалар ёрдамида олинган ядроларнинг беко-
рорлиги.**

Ярим емирилиш даври қисқа радиоизотоплар, ишлаб чиқаришда, қишлоқ хўжалигида, тиббиётда, биологияда кенг қўлланилади. Ихтиёрий физик жараён ёки химия реакцияси радиактив элемент билан юрувчи бўлса, бу жараённи кузатиш усули «ишиорали атомлар усули» деб аталади. Радиактивли изотопларнинг бошқа зарралар билан таъсирлашуви ва ҳаракати уларнинг радиактивлиги бўйича назорат қилинади. Шу усул организмдаги модда алмашиниш текширилади. Одам организмидаги барча атомлар қисқа вақт ичida янгиланиб туриши аниқланган, факат темир атоми эритроцитнинг таркибига кирганликдан ўзгармайди. Унинг инсоннинг организмидаги захира тугай бошлагандага таомлар орқали тўлдириб турилади.



Жавобини айтинг

Нима учун биология, тиббиёт, қишлоқ хўжаликда саноат «белгиланган» атомлар сифатида радиоизотоплардан ярим емирилишининг кичик қиймати билан фойдаланилади?

VI Радиоактив нурланишдан химояланиш

Ядрорадиация хавфли, чунки катта дозалар ҳам инсон ҳиссиётлари томонидан сезилмайды. Радиоактив нурланиш таъсирига тушмаслик учун, унга қарши химоя зарур. Радиациявий заарланиш марказларида юришга қатыян тақиқланади.

Радиактив **препаратлар** билан ишлашда күрсатмаларга риоя қилиш, махсус костюмларда ишлаш керак. Препаратни махсус контейнердан олишга бўлмайди, контейнерни қопқогини очганда, радиация тўғри чизик бўйлаб тарқалишини эсдан чиқармаслик керак. Радиация лаборатория деворларидан акс этиши мумкинлигини ёдда тутиш керак. Радиактив чиқиндиларни канализация тизимида тушириш мумкин эмас.

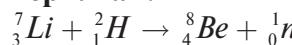
Бу қизиқ!

Семипалатинск полигонининг ноёб экспериментал базаси мавжудлиги туфайли ҚР миллий ядро маркази (ҚР МЯМ) кучли илмий тадқиқот лабораториясига айланди. Марказ мавжуд бўлган йилларда Россия, Франция, АҚШ, Япония ҳалқаро ҳамкорлари билан биргаликда ядро синовларини ўтказиш оқибатларини бартараф этиш муоммалари мувваффақиятли ҳал этилмоқда. Барча ютуқлар ҚР МЯМ элбоши Н.А. Назарбаевнинг иштироқида ёзилган "хавфсиз ҳолатда собиқ Семипалатинск синов майдони илмий техник ва муҳандислик ишлари комплексини олиб бориш" уч нашрда акс эттирилган. A.Nazarboeva. Уч жилдли китоб З тилда (қозоқ, рус, ва инглиз) чоп этилиб, дунё кутубхоналари ва илмий ташкилотларига тарқатилди.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

${}^7_3Li + {}^1_1H \rightarrow {}^8_4Be + {}^1_0n$ ядро реакцияси вақтида қандай энергия бўлинади?

Берилган:



$$m({}^7_3Li) = 7,01601 \text{ м.а.б.}$$

$$m({}^1_1H) = 2,01410 \text{ м.а.б.}$$

$$m({}^8_4Be) = 8,00531 \text{ м.а.б.}$$

$$m({}^1_0n) = 1,00866 \text{ м.а.б.}$$

$$\frac{E_{\text{чиқ}}}{E_{\text{чиқ}}} - ?$$

$$\Delta m = 9,03011 \text{ м.а.б.} - 9,01397 \text{ м.а.б.} = 0,01614 \text{ м.а.б.}$$

Эйнштейн тенгламасини қўллаб, реакциянинг чиқиши энергиясини аниқлаймиз: $E_{\text{чиқ}} = \Delta \cdot 931,5 \text{ МэВ};$

$$E_{\text{чиқ}} = 0,01614 \text{ м.а.б.} \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{м.а.б.}} = 15 \text{ МэВ.}$$

Жавоби: 15 МэВ.

Хисоблаш:

Реакцияга кирадиган ядроларнинг массасини аниқлаймиз: $m_1 = m({}^7_3Li) + m({}^1_1H)$

$$m_1 = 7,01901 \text{ м.а.б.} + 2,01410 \text{ м.а.б.} = 9,03011 \text{ м.а.б.}$$

Ядро реакция натижасида олинган ядронинг ва

зарраларнинг массаси: $m_2 = m({}^8_4Be) + m({}^1_0n)$;

$$m_2 = 8,00531 \text{ м.а.б.} + 1,00866 \text{ м.а.б.} = 9,01397 \text{ м.а.б.}$$

Реакциягача ва кейинги ядролар массасининг фарқини топамиз: $\Delta m = m_1 - m_2;$

Назорат саволлари

1. Термоядро реакцияси нима?
2. Биринчи термоядро реакцияси қандай қурилмада юргизилган?
3. Чиқиш энергияси дегани нима?
4. Ядро реакциясининг чиқиш энергиясини қандай аниқланади?
5. Қандай ҳолда энергия ютилади, қандай ҳолда бўлинади?
6. Юлдузларнинг нурланиш табиати қандай?
7. Радиоизотоплар қандай зарралар?
8. «Белгиланган атомлар усули» нима?

★ Машқ

40

1. Термоядро реакция натижасида икки протоннинг боғланишидан дейтрон ва нейтрино тузилади. Яна қандай зарралар пайдо бўлади?
2. Реакция натижасида энергия бўлинадими ёки ютиладими:
$${}_4^9Be + {}_1^2H \rightarrow {}_5^{10}B + {}_0^1n$$

$${}_3^7Li + {}_1^1H \rightarrow {}_2^4He + {}_2^4He ?$$

🏠 Машқ

40

1. Дейтерийнинг γ – нурлар билан бўлинишига керакли квантнинг γ – энг кам энергиясини топинг:
$${}_1^2H + \gamma \rightarrow {}_1^1H + {}_0^1n$$
2. Термоядро реакция вақтида қандай энергия бўлинади:
$${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n ?$$

Ижодий топшириқ

Мавзулар бўйича ахборот тайёрланг:

1. «Юлдузларнинг пайдо бўлиши билан сўниши»
2. «Сувдан водородни қандай олади?»
3. «ИТЭР техникалик проекти»
4. «ҚР-да ва ишлаб чиқаришда, қишлоқ хўжалигига, тиббиётдаа, биологияда кенг қўлланилади»
5. «Радиактив нурланишнинг тирик организмга таъсирининг қиесий таҳлили»
6. «Семей ядро полигонидаги ядро портлаш оқибатлари»

41-§. Элементар зарралар

Күтиладиган натыжа

Ушбу мәвзуны үзлаштирганды:

- элементар зарраларни таснифлаш (классифицировать) ни ўрганасиз.



Жағобини айтинг

1. «Атом» сүзі қандай маңынан аңглатады?
2. Элементар деб қандай зарраларга айтилады?
2. Элементар зарраларни бошқа зарралардан қандай белгилари бўйича ажратиш мумкин?



1-топшириқ

Зарраларнинг белгиларини ёзинг: фотон, протон, нейтрон, электрон, позитрон.



229-расм. Энергия кванти – фотондан зарралар жуфти – электрон ва позитроннинг ҳосил бўлиши

I Элементар зарралар

Бизнинг фикримизча, элементар зарралар – бўлинмайдиган майда зарралар. Демокрит атомларни элементар зарралар деб ҳисоблади ва уларни «яратилиш фиштлари» деб агади.

Атом ва ядро ҳодисаларни тадқиқ қилиш олимларга микроолам сирларини ўрганишга имкон берди. XIX асрнинг охири – XX аср бошларида радиоактивликнинг қашф этилиши, Э.Резерфорд ва Д.Чедвикнинг атом тузилишини тадқиқ қилиши бўйича бажарган тажрибалари атомнинг тузилишини мураккаб эканлигини кўрсатди. XX аср орталарида физиклар фотонни, протонни, нейтронни, электронни ва позитронни элементар зарраларга киритди.

Элементар зарралар – ўз таркибига эга бўлмаган зарралар.

II Антизарралар

1928 йили инглиз физиги Поль Дирак электроннинг ҳаракат назариясини яратди, бу назария бўйича у манфий ва мусбат зарядларга эга бўла олади. 1932 йили америка физиги Карл Дейвид Андерсон космик нурлардан мусбат зарядланган электронни топиб, бу заррага позитрон деган ном берди. Кейинроқ 1933 йили олимлар Вильсон камерасида γ -квантининг модда билан таъсирашуви натижасида позитрон-электрон жуфти ҳосил бўлишини кузатди (229-расм). Вильсон камераси – элементар зарраларнинг ҳаракати ва таъсирини текширишга мўлжалланган камера:

$$\gamma \rightarrow {}_{-1}^0 e + {}_{+1}^0 e.$$

1934 йили Ирен ва Фредерик Жолио Кюри β^+ емирилишни қашф қилди. Бундай емирилиш натижасида радиоактив ядро позитрон чиқаради, бунда ядродаги протон нейтронга айланади:

$${}_{1}^1 p \rightarrow {}_{0}^1 n + {}_{+1}^0 e + {}_{0}^0 \nu,$$

бу ерда ${}_{0}^0 \nu$ – нейтрино.

Бундай емирилишга фосфор изотопининг ядроси ${}_{15}^{30} P$ мойил: ${}_{15}^{30} P \rightarrow {}_{14}^{30} Si + {}_{+1}^0 e + {}_{0}^0 \nu$.

Позитрон электроннинг антизарраси бўлиб ҳисобланади. Зарра билан антизарра бир-бири билан таъсиrlашганда энергия квантини ҳосил қилиб, йўқолади. Уларнинг ўзаро таъсиrlашувида зарраларнинг йўқолиши ҳодисаси аннигиляция деб аталади. Физиклар ҳар бир элементар зарраларнинг антизарраси мавжуд деб тахмин қилдилар. 1955 йили антипротон топилди. 1956 йили – антинейтрон, 1969 йили антигелий олинди. Гелий ва антигелийнинг таъсиrlашуви модданинг йўқолишида $E = mc^2$ энергия миқдори ажralиб чиқишига олиб келди.

III Элементар зарранинг алмаслиши

1932 йили Д.Чедвик нейтронни кашф қилиб, у зарра барқарор эмаслигини, нейтрон протонга, электронга ва антинейтринога емирилишини очди:

$${}_1^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e + {}_0^0\bar{\nu}$$

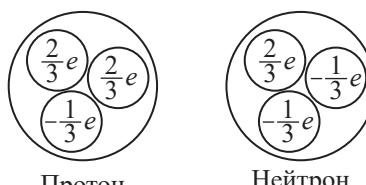
Нейтрон аниқ ўша заррачалардан ташкил топган деб аниқ айтиш мумкин эмас, чунки протон ўз навбтида нейтрон, позитрон ва нейтринога айланади:

$${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e + {}_0^0\nu$$

Оламнинг тузилишини тадқиқ қилиш ва унинг материяси таркибини аниқлаш учун олимлар зарядланган зарраларнинг теззлаткичларини ясадилар. Физиклар зарраларни тўқнашиш ёрдамида бузиб, уларнинг таркибини аниқлашга ҳаракат қилдилар. Олиб борилган экспериментлар кутилмаган натижа берди: янгидан пайдо бўлган зарраларнинг тўқнашувчи зарраларнинг массасига яқин ва ундан ҳам юқори, шу билан бирга тўқнашувдан кейин зарраларнинг сони кўпайди. Тўқнашадиган зарраларнинг кинетик энергияси ортганда массаси ортган ошади янгидан пайдо бўлган зарраларнинг сони ҳам кўпайган. Ҳозирги вақтда 400 дан ортиқ элементар зарралар маълум, уларнинг барчасига бир-бирига айланиш хосдир. Барча элементар зарралар ўзаро таъсиrlашгандаги бир-бирига айланниш хоссасига эга.

IV Нуклонларнинг таркиби

1964 йили америкалик олимлар Мюррей Гелл-Ман ва Джордж Цвейг бир-бири мустақил равишида кварклардан ташкил топган нуклонларнинг моделини таклиф қилди. Кварклар электр зарра туридаги зарядга $+\frac{2}{3}e$ ва $-\frac{1}{3}e$ эга. Протонлар ва нейтронларда 3 тадан кварк бўлади (230-расм).



230-расм. Нуклонларнинг: протон ва нейтроннинг таркиби



Жавобини айтинг

- Нима учун нейтрон протондан ташкил топган деб таърифлашга бўлмайди?
- Тез ҳаракатланадиган зарраларнинг тўқнашувида нима учун тўқнашадиганларнинг массасидан ошидиган зарралар пайдо бўлади?
- Зарралар тезлигини космик тезликка яқин тезликка орттириши учун нима учун катта жажмли теззлаткич зарур?

V Космик нурлар

Табиатда энергиялари ҳозирги замон тезлаткичларларда тезлатилган зарралар энергиясидан минглаб марта катта бўлган элементар зарралар учрайди. Олимлар ушбу зарраларнинг энергия қийматини баҳолаб, зарралар Галактиканинг массаси билан нисбий массадаги объектлар томонидан тезлашади деган холосага келишди. Бизнинг Галактикада массаси 10^6 Күёш массасига тенг қора туйнуклар бор. Бизнинг Галактика-камизнинг массаси 10^{11} Күёш массасига тенг. Зарраларни энг юқори энергиягача тезлата оладиган қора туйнукларнинг массаси бизнинг Галактика массаси билан солиштиришга келадиган 10^9 Күёш массасигача етади. Олимларнинг фикрича, шундай қора туйнуклар элементар зарраларнинг тезлаткичи бўлиб ҳисобланади. Билвосита кузатишилар шуни қўрсатадики, космик нурлар ана шундай фаол Галактикалардан келади.

VI Оламнинг ривожланиш хронологияси

Эйнштейннинг нисбийлик назарияси бўйича Коинот зичлиги жуда юқори ва энергиясининг миқдори чексиз нуқтадан портлаш натижасида пайдо бўлган. Бу ходисага олимлар «Катта портлаш» деган ном берган.

Рус олими А.А. Фридман Коинот ҳозирги вақтда кенгайиша деган холоса қилди. Эксперимент давомида кенгайишин америкалик астроном Эдвин Хаббл очди. Коинот сўнгги бир неча миллиард йилда секинлашиши билан эмас балки тезлашиши билан кенгаймоқда.

Замонавий фан ютуқларидан фойдаланиб, олимлар катта портлашдан кейин Коинотнинг ривожланиш хронологиясини қайта яратдилар (231-расм).

Портлашдан кейин 10^{-43} секунд вақт ичида Коинот қаттиқ қизиди ва ўта зич ҳолатда бўлди. Шу вақтда пайдо бўлган барча кучлар «супер куч» га кўшилди. 10^{-35} секундда «супер куч» Коинотни субатом зарра ўлчамидан космик масштабгача ошириди.



231-расм. Оламнинг ривожланиши даражаси

10^{-32} секунддан кейин элементар зарралар пайдо бўлди. 10^{-6} секундда кварклар ундан кейин протонлар ва нейтронлар пайдо бўлди.

Портлашдан 200 секунд ўтгандан кейин 10^6 °C ҳароратда протонлар ва нейтронлар атом ядроларини ҳосил қилди. 20 минут ичида Коинотнинг ҳарорати шу қадар камаядики, ядроларнинг тузилиш жараёни тўхтайди. Оламнинг ва ниҳоят, Коинотда энг кўп тарқалган кимёвий элементлар водород билан гелий ядролари ҳосил бўлди.

30 минг йилдан кейин Коинот 10^{30} С гача совийди, электронлар ядролар билан бирга биринчи атомларни ҳосил қилади, Коинот ёруғлик ўтказиш қобилиятига эга бўлади.

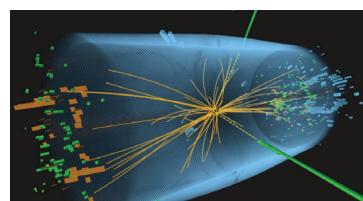
Дастлабки юлдузлар 200 млн йилдан кейин ёнган, сўнгра сунг 1 млрд. йилдан кейин галактикалар деб аталган юлдузлар тўдалари пайдо бўлди. Катта портлашдан 9 млрд. йил ўтганда коинот кенгайишини тўхтатишга таъсир этадиган гравитацион кучлар «қора энергия» деб аталган Коинотнинг кенгайишини тезлаштирадиган сирли кучлар антигравитация таъсиридан енгила бошлайди. 9,1 млрд йил ўтгандан кейин «Сомон йўли» галактикасида кичик тошли жинслар ва газли гардиш билан ўралган Қуёш юлдузи пайдо бўлди. Катта синиқлар тўқнашиб ва бирикиб Ер, Ой ва бошқа планеталарни ҳосил қилди.

VII Адронли коллайдер

«Катта портлаш» табиатини тушуниш учун олимлар сайёрамиздаги энг катта элементар зарраларнинг тезлаткичи – катта адронли коллайдерда эксперимент ўтказиши (232-расм). Тезлаткич гардишининг узунлиги 27 км. Бу тезлаткичда 2008 йилдан бошлаб тез зарраларнинг таъсиралиши бўйича экспериментлар олиб борилади. Коллайдерда катта портлашдаги энергияга яқин, аммо қиймати жиҳатидан камроқ бўлган энергияга эга протонлар, нейтронлар ва бошқа зарралар билан тўқнашади (233-расм). Демак, портлаш вақтида нима бўлганлигини ва келажакда нима бўлишини фақатгина назарий тахмин қилиш мумкин.



232-расм. Андреид коллайдер

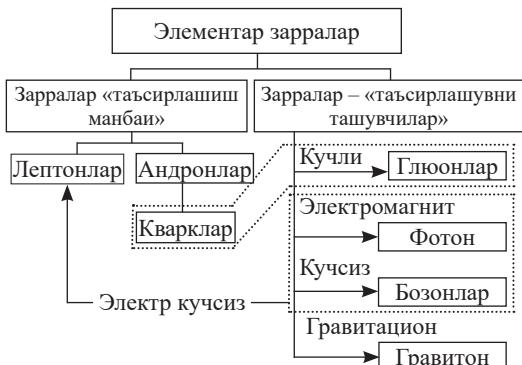


233-расм. Элементар зарраларнинг тўқнашиши



2-топширик

234 ва 235-расмларни кўриб чиқинг. Модда атоми (молекулалари) ташкил топган зарраларни номланг. Улар қандай зарралар билан ўзаро таъсиралиши.



234-расм. Модда билан майдоннинг зарралари

Масса→	$\approx 2.3 \text{ МэВ}/c^2$	заряд→	$2/3$	спин→	$1/2$	
	у		с		т	
юқори	ажойиб	хакиий				
$\approx 4.8 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ ГэВ}/c^2$				
d	s	b				
пастки	галати	гузалик				
$0.511 \text{ МэВ}/c^2$	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$	$1.777 \text{ ГэВ}/c^2$				
-1	-1	-1				
$1/2$	$1/2$	$1/2$				
e	μ	τ				
электрон	миоон	тай				
$<2.2 \text{ эВ}/c^2$	$<0.17 \text{ МэВ}/c^2$	$<15.5 \text{ МэВ}/c^2$				
0	0	0				
$1/2$	$1/2$	$1/2$				
ν_ε	ν_μ	ν_τ				
электрон нейтрино	миоон нейтрино	тай нейтрино				
$80.4 \text{ ГэВ}/c^2$						
± 1						
1						
w						
w бозон						

235-расм. Элементар зарраларнинг стандарт модели

Текшириш саволлари

- Элементар зарра деб қандай заррага айтилади?
- Зарра билан антизарранинг ўхшашлиги ва фарқи нимада?
- Зарра ва антизарра таъсирлашганда нима содир бўлади?
- Барча элементар зарралар қандай асосий хоссаларга эга?
- Нуклонларнинг таркиби қандай?
- Коинот ривожланишининг асосий босқичларини айтинг.

Ижодий топшириқ

Мавзулар бўйича аҳборот тайёрланг:

- Катта адрон коллайдерининг ишлиши.
- Элементар зарраларнинг таснифланиши.

7-бобнинг хуносаси

Масса дефектини ҳисоблаш формулалари	Боғланиш энергиясини ҳисоблаш формулалари
$A = N + Z$ $\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_a$ $M_a = M_{am} - Zm_e$ $\Delta M = ZM(^1H) + Nm_n - M_{am}$	$E_{\text{боғ}} = \Delta M \cdot c^2$ $E_{\text{боғ}} = \Delta M \cdot 931,5 \text{ МэВ}$ $E_{\text{сол}} = \frac{E_{\text{боғ}}}{A}$
Радиоактив емирилиш қонуни	Ядро реакциясининг чиқиш энергиясининг формулалари
$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ $\Delta N = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$	$E_{\text{чиқ}} = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ}$ $\Delta m = m_1 - m_2$

Глоссарий

Массалар дефекти – ядрони ташкил қилувчи нуклонларнинг тинч ҳолатдаги массалари йигиндиси билан ядро массасининг айрмаси.

Изотоплар – протонлар сони бир хил, масса сонлари турлича бўлган ядролар.

Нейтронларнинг кўпайиш коэффициенти – қандайбир бир «авлод» нейтронлар сонининг олдинги «авлоддаги» нейтронлар сонига нисбати.

Критик масса – занжир реакцияси содир бўлиши мумкин бўлинадиган зарранинг энг кичик массаси.

Нуклонлар – ядрони ташкил қилган зарралар: протонлар ва нейтронлар.

Ярим емирилиш даври – радиоактив ядроларнинг ярми емирилишга сарфланадиган вақт.

Радиоизотоплар – кимёвий элементларнинг ядро реакциялар натижасида сунъий йўл билан олинган беқарор ядролар.

Термоядро реакцияси – 100 млн К дан юқори температурада енгил ядроларнинг бирлашиш реакцияси.

Солишлирма боғланиш энергияси – бир нуклога тўғри келадиган боғланиш энергияси.

Занжир реакцияси – бу янги ядроларни ажратиб турадиган нейтронлар доимий равишида қайта ишлаб чиқариладиган оғир ядролар бўлинишининг ўз-ўзидан содир бўлиш реакцияси.

Элементар зарралар – ўз таркиби бўлмайдиган зарралар.

Чиқиш энергияси – ядро реакцияси асосода бўлинадиган ёки ютиладиган энергия.

Боғланиш энергияси – ядрони нуклонларга тўлиқ емирилишга ишлатиладиган энергия.

Ядро реакцияси – атомларининг бошқа элементар зарралари билан ёки бир-бiri билан таъсирилашган вақтидаги ўзгариши.

Ядро кучлари – ядрода нуклонларни ушлаб турувчи кучлар.

Умумлаштириш

ОЛАМНИНГ ЗАМОНАВИЙ ФИЗИК МАНЗАРАСИ

Ушбу бўлимни ўрганиб чиқсангиз:

- Физика ва астрономия ривожланишининг инсон дунёқарашини шаклланишига таъсирини тушунтиришни;
- янги технологияларнинг атроф-муҳитга таъсирининг афзалиги ва хавфлилигини баҳолашни ўрганасиз.

42-§. Физика ва астрономиянинг фалсафий маъноси

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирғандага:

- Инсонлар дунёқарашининг шаклланишига физика ва астрономиянинг ривожланишига таъсирини тушунтира оласиз.

Жавобини айтинг

- Қадимда одамлар атрофдаги оламни қандай масаввур қилганлар?
- Инсонларнинг атрофмұхиттағы нұқтаи назарлари нима учун ўзгаради?
- Инсонларнинг дунёқарашилариға қандай омыллар таъсир этди?
- «Илмий дунёқарааш» түшүнчеси нимани билдиради?

1-топширик

«Физика» фаны билан диний дунёқараашлар орасидаги зиддиятларга мисоллар келтириңг.

2-топширик

Фан ва техникадаги ютуқларнинг инсонлар дунёқарашининг ўзгаришига таъсиріга мисоллар келтириңг.

3-топширик

Атрофимиздаги оламни, механика қонуларини, электродинамика қонуларини, квант физикаси қонуларини тавсифланғ, ўз нұқтаи назарингизни XVII, XIX, XX аср асрлардаги дунёқараашлар билан киёсланғ.

Илмий мантиқий муносабатлар ва табиат түзилишидаги Ҳақиқатни билиши фан ҳаммасидан ҳам устун қўяди

Сазанов А.А.

I Физика ва астрономия

Физика Галилео Галилейнинг (1564 – 1642) меҳнатлари натижасида аниқ фан сифатида пайдо бўлди. XVII аср олимларининг аксарияти мутафаккир ва универсал (ҳар томонлама) лар бўлди. Физика, астрономия, кимё, математикага аниқ бўлиниш йўқ эди. Файласуфлар, чунончи, Кант, Декарт табиатшунослар сифатида, физиклар эса, масалан, Гельмгольц, Пуанкарэ, Ньютон файласуфлар сифатида танилдилар.

Табиатдаги барча ҳодисаларни ҳеч қандай ташқи сабабларга асосланмаган ҳолда факат табиаттагина хос қонуниятлар билан тушунтириш фаннинг катта ютуғи бўлиб ҳисобланади. Осмон жисмларининг тортишиши, инсон томонидан истеъмол қилинадиган озиқ-овқатнинг кимёвий ва биологик энергиясининг мускул-скелет тизимининг механик ишига истеъмол қилиниши, механик ҳаракатнинг барча турларини илмий нұқтаи назардан тушунтириш мумкин. Аммо одамни муайян ҳаракаттага чақирадиган импульс физика ёки биология қонунларига бўйсинмайди. Ижодий фикр ва интилишнинг бўлиши табиатшунослар ва файласуфларнинг фикр доирасидан четда қолмаслиги керак.

II В. И. Вернадский асарларида.

Ер биосферасида

В. И. Вернадский асарларида Ер биосферасида «*honosapiens*» тури – онгли инсон пайдо бўлиши билан сайёрада тафаккур сферасининг – ноосферанинг шаклланиши бошланади деган тушунча кенг ёритилган. Инсонларнинг имконияти ва табиатта бўлган таъсири ортган сайин,

истеъмолчилик мумкин қадар кучайиб, сайёра экологиясини бекарорлаштирувчи кучли омилга айланди. Унга XX аср охирларида Сибирь дарёлари оқимининг йўналишини ўзгартириш режаларини ёдга тушириш кифоя. Сувни Ертис, кейин Тўргай йўли бўйлаб Қозоғистонга, Сирдарё ва Амударёга йўналтириш режалаштирилган. Яқин келажакда бир неча муҳим соҳаларда глобал фалокатларни қутишимиз мумкин. Ҳозирги инсониятга Ернинг ҳақиқий тафаккур сфераси бўлишга қодир ёки қодир эмаслигини аниқлашга мажбур қиласди. Уни исботлашнинг биринчи босқичи ишлаб чиқариш фаолиятида табиий ресурсларнинг тамом бўлишига чек қўядиган онгли ўзгаришлар бўлиши керак. Кейинги навбатда Ердаги фан ва техника бартараф эта оладиган астероидлар билан тўқнашувнинг олдини олиш чораларини излаштириш керак.

Сўнгра инсонлар сайёранинг иқлим шароитини бошқаришни ўз қўлларига олиб, инсоният таъсири бўлмаган пайтдагидек яхши натижаларга эришиш лозим.

Ердаги ривожланиш босқичидаги одамзот бу муаммола ҳал қилишга тайёр бўлмагунча, вазиятни таҳлил қилиш, ҳодисаларни ривожлантириш учун энг яхши варианatlари танлаб олиш ва уларни амалга ошириш қудратли ва ривожланиш даражаси юқори космик ўй-тафаккурга тегишли эканини тан олиш маъкул ва табиий бўлар эди. Буни инсон боласининг ёш пайтида катталарнинг ғамхўрлигига муҳтож бўлишларига, улғайганда эса ўз ҳаёти учун ҳамма масъулиятни ўз зиммасига олишларига ўхшатиш мумкин.

Бу қизиқ!

(А. Д. Арманднинг «Гея» эксперименти. Жонли Ер муаммоси монографиясидан)

Ерда ҳаёт сақланиши ва ривожланиши учун Ер сирти ўртacha ҳароратининг қиймати ва атмосферанинг кимёвий таркиби миллионлаб йиллар мобайнида ўзгармаслиги керак. биосфера параметрларининг қийматини ўзгаришсиз ушлаб туриш Ер сиртида ҳаётни сақлаб қолиш учун зарур эканлигини тушунтиришга интилиш сайёрани муҳитнинг ўзгаришига қарамасдан, муҳим тавсифларини сақлайдиган тирик организм каби кўрсатиш мумкин. Жонли Ерни шунингдек, Ер ва космик муҳит тавсифлари тасодифан ўзгарган ҳолда пайдо бўлган хавфдан қандай сақлаб қолганини айтиш учун, юқори ривожланган интеллект ҳам бериш керак (236-расм).



**Владимир Иванович
Вернадский** (1863–1945
жж.) – тадқиқотчи-олим, жа-
моат арбоби, Биогеокимё
фанларининг асосчиси.



236-расм. Жонли ер

Вернадскийнинг нуқтаи назари кундалик ҳаётда ўз тасдиғини топмоқда. Астероидлар билан тұқнашиш хавфига боғлиқ муаммо ҳал қилинмоқда. Россияда ўша мақсадда космик масштабдаги қуроллар ишлаб чиқарилди. Супер қуролнинг автори – техника фанлари доктори Виктор Моторин. Гамма-лазердан отиш диаметри юзлаб метрларга тенг нишонни йўқ қилишга имкон беради. Гамма-лазерга РФ – RU 2243621 патенти берилган. Бу – астероидлардан ҳимояланишнинг ёлғиз усули эмас.

Сайёрамиздаги иқлим шароитини назорат қилиш муаммо етилди.

III Космик эра

Хозирги пайтда инсониятнинг космик эрага ўтиши ҳақида қўп айтилмоқда. Бу фақат космик кемаларни учирисдаги ютуқларгагина асосланган ҳолда айтилмоқда. Ер маданиятининг юксак ривожланган цивилизацияларнинг космик жамиятида онгли ва маъсулиятли иштирокчига айланиши учун одамларнинг турмуш тарзи, фаолияти, ўйлаши ёки ҳеч бўлмагандан уларнинг бошқарув доиралари тубдан ўзгариши ҳақида деярли ҳеч қандай тасаввур йўқ.

Классик илмий дунёкарашдаги қидапарастлкнинг инерцияси билан космик алоқалар учун ривожланган технологияни талаб этадиган масофа ва вакт тўсиқ бўлмоқда деб ўйлаймиз. Аммо ҳатто дунёвий тарих ҳам, маънавий жиҳатдан кам ривожланган тамаддумнинг яшаш мухитига ва бошқа ҳалқларга техник таъсири-нинг салбий оқибатларини ишончли тарзда кўрсатмоқда. Энди улар бошқа сайёralар ва юллуз тизимларига нимани олиб бориш мумкин эканлигини ва у сафардан нимани кутишини юлдуз урушлари мавзусидаги фильмлардан кўриш мумкин. Шунинг учун, ривожланмаган цивилизацияларнинг космик изоляциясини яхши нишон деб қабул қилиш керак ва юлдузларга йўл олишда юксак даражада ривожланган маданият билан мос келадиган руҳий камолотга боғлиқ



4-топшириқ

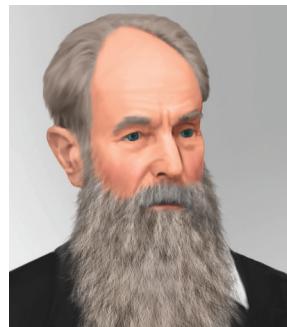
Ернинг астероидлар билан тұқнашуви оқибатларини мұхокама қилинг. Ернинг катта астероидлар билан тұқнашуви натижасида динозаврлар йўқолиб кетди деб мұлоҳаза юритиш мүмкимми? Кичик муз даври Ернинг астероидлар билан тұқнашуви натижаси деб айтиш мүмкимми?



Дикқат қилинг!

Бизнинг ердаги үйимизда тартибининг кўчайиши устунлик қиласи, ҳар бир олдинги босқич кейинги муваффақият учун қулай шароитлар яратади.

(А.Д. Арманд)



Алексей Давидович

Арманд – РФА география институтининг ходими, география фанлари доктори, Коинот ва Жонли Ернинг ахборот қурилмалари иерархиясини ишлаб чиқиши муммолосига боғлиқ кўплаб асарлар ёзган. «Гея» эксперименти. Жонли Ер муаммоси» монографияси (2001) учун А. А. Григорьев номли мукофот сазовори.

эканини англаб олиш лозим. Бошқа юлдуз системалари ва галактикалардаги космик тафаккурни излашдан воз кечмасдан, бизнинг Ердаги ҳайтимизни ривожлантириш ва камол топтириш масаласини унутмаслик керак.

Текшириш саволлари

1. "Физика ва астрономия" фанининг ривожланиши илмий дунёқарашнинг шаклланишига қандай таъсир қиласди?
2. "Дунёқараш" ва "илмий дунёқараш" тушунчалари ўртасидаги фарқ нимада?
3. Нима учун замонавий цивилизациялар «маънавий ривожланган» бўлиши керак?

Ижодий топшириқ

Ахборот тайёрланг (ихтиёрий):

1. "Ерни астероидлардан ҳимоя қилиш бўйича лойиҳалар"
2. "Дунёдаги ақл".
3. "Иқлимини бошқариш истиқболлари".

43-§. Экологик маданият

Кутиладиган натижা

Ушбу мавзу ўзлаштиргандага:

- янги технологияларнинг атроф-мухит учун афзалликлари ва хавфли жиҳатларини баҳолашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

- Мүқобил электр энергияси манбаига ўтиши нима учун муҳим?
- Асаларлар нима учун ўйқолиб бормоқда.
Бунинг оқибати қандай жаҳоншумул экологик муаммоларга олиб келиб келиши мумкин?
- Ер юзида иклимин бошқаруб туриш мумкинми?
- Ер юзида иклим шароитларининг ўзгаришига кўпроқ нима таъсир қилиши мумкин: космик таъсирларми ёки антропоген таъсирларми?



1-топшириқ

Планетамиздаги ҳамда Ердаги термодинамик шартларни таърифлайдиган параметрларнинг сезиларли даражада ўзгартира олдиган ўзингизга маълум факторларни айтинг. Бу муаммоларни ҳал этиш йўлларини тавсия этинг.



Диққат қилинг!

Ривожланган давлатларда бу муаммо чиқитсиз саноатни тавсия этиш орқали ҳал этилмоқда.

I Ноосфера

Биз инсоният яратувчилик фаолиятининг атроф-мухитга кўрсатаётган таъсирларини қатъий илмий ҳамда ақл билан тушуниш зарур бўлган босқичга қадам босдик. Бу тушунча қатъий равишда «табиат манфаатлари» ни хисобга олган бўлиши зарур. Инсон планета эволюцияси учун жавобгар, ривожланишнинг стихияли бўлиши биосферани яшаш учун яроқсиз холга олиб келади. Шундай бўлгани учун инсон манфаатларининг биосфера имкониятларига мос келиши нуқтан назаридан иш кўрмоқ зарур.

ХХ аср бошида Владимир Иванович Вернадский биосферани «ноосфера» билан алмаштириш назариясини ишлаб чиқсан бўлиб, унинг фояси – оламдаги инсоният, яъни унинг тафаккурига асосий эътибор берилади. Вернадскийнинг ноосфера ҳақидаги назарияси асосини нафақат табиатнинг инсонга кўрсатадиган таъсири, шу билан бирга бунинг акси, яъни инсоннинг атроф-мухитга таъсири ҳам ташкил қиласди. Вернадский инсоннинг табиатга нисбатан авж олиб бораётган таъсири оқибатлари ҳақида огоҳлантирас экан: «Инсон Ернинг кўринишини бутунлай ўзгартириб юборишга қодир геологик кучга айланиб бормоқда» – деб ёзади.

II Инсоннинг табиатга бўлган таъсири. Техносфера

Саноатнинг ривожланиши, саноатлаштириш индустрIALIZация, илмий-техник революция, ўрмонларнинг ёппасига кесилиши, гигант-зводларнинг, атом, иссиқлик ва гидроэлектростанцияларнинг қурилиши, ернинг заифланиши ва харобаланиш жараёни дунё ҳамжамияти олдида инсоннинг ҳаёт суриши ҳамда уни тур сифатида сақлаб қолиш муаммосини қўймоқда.

Техносфера энг аввало биосфера, Ернинг қобиги ва унинг барча соҳаларига фаол таъсир кўрсатиб, янги ландшафтлар ҳосил қилиш орқали

унинг аввалги кўринишини ўзгартириб бориши оқибатида табиатнинг янада кескин ўзгаришига сабаб бўлмоқда. Инсоннинг табиатга нисбатан аёвсизларча қилган муносабати энди жаҳон аҳлини ташвишга солмоқда.

Саноат ишлаб чиқариши ахлатларидан ҳосил бўлган техник ландшафтлар, катта-катта ҳудудлардаги ҳаёт белгиларининг бутунлай йўқ бўлиши – бунинг ҳаммаси инсоннинг атроф-муҳитга бўлган салбий таъсири оқибатидир. Буларнинг барчаси, шу билан бирга, мазкур муаммоларни кўриб чиқишида табиий фанлар билан ижтимоий фанлар ўртасида ўзаро ҳамкорликнинг йўқлиги натижаси ҳамдир (*237–238-расмлар*).



237-расм. Ёқутистондаги олмос кони



238-расм. Караганди вилоятидаги Балхаши кони

III Экология. Экологиялык тарбия

БМТ нинг 1972 йил атроф-мухит муаммолари бўйича бўлиб ўтган биринчи Конференциясида Ердаги буткул биосфера қобиғининг экологик бўхрони таҳди迪 расмий равишда қайд этилди. Минглаб ўсимлик ва ҳайвон турлари йўқ қилинди ва йўқ қилинишда давом этилмоқда; ўрмон қатлами сезиларли даражада йўқ қилинди; фойдали қазилмалар заҳираси кескин камайиб бормоқда; дунё миқёсидаги океанлар ундаги тирик организмларнинг қирилиши натижасида бўшаб бориши билан бирга табиий жараёнлар регулятори вазифасини ҳам бажара олмаяпти; кўп жойлардаги атмосфера ҳолати рухсат этилган нормадан ортиқ даражада ифлосланган.

Космик учишларнинг бошланиши натижасида экологик муаммолар энди очиқ космосда ўрин олди. Инсоннинг космик фаолияти натижасида йўқ қилинмаган чиқиндилар коинотда тўпланмоқда ва бу билан яна бир жиддий муаммо келиб чиқмоқда. Бугунги кундан бошлабоқ космик экология ҳақида бонг уриш зарур. Космик учишларнинг Ер атмосферасидаги озон қатламига таъсири шу кунгача ҳал этилгани йўқ. Шунинг учун ҳозирги вақтда табиатни «тўғри» қабул қилиш масаласи «экологик маданият» билан бирга биринчи қаторга қўйилмоқда.

Бу қизиқ!

1998 йил 25 июнь куни Даниянинг Орхус шаҳрида атроф-мухитта доир муаммоларни ҳал қилишда ҳаққонийлик, маълумотларнинг кўл етимлилиги, улар билан таниша олиш, уларни ҳал қилиш жараёнида жамиятнинг иштирок этиши ҳақида Конвенция қабул қилинди.

Дикқат қилинг!

Қозоғистон Республикаси фуқароларининг экологик ахборотлар билан танишиш имкониятларига боғлиқ равишида саволларни тартибга келтирувчи қонуний база ташкил этилган. Экологик кодексларга мувоғиқ экологик ахборотлар қўйидаги маълумотларни ўз ичига олади:

- атроф-мухит аҳволи;
- атроф-мухитга таъсир этувчи, шу билан бирга ифлосланишига сабаб бўлаётган омиллар;
- атроф-мухитга таъсир этувчи ёки таъсир эта оладиган дастурий, худудий ва бошқа кўриладиган чоралар;
- хўжалик ишлари ва бошқа фаолиятларга қўйиладиган экологик нормативлар ва административ талаблар;
- атроф-мухитни муҳофаза қилиш бўйича олиб борилаётган тадбирларнинг режалаштирилиши ва уларнинг моддий жиҳатдан таъминланиши;
- атроф-мухитга таъсир қилаётган фаолиятлар, улар бўйича инспекторларнинг экологик текширишлари ва чоралар кўриш жараёнлари, шу билан бирга атроф-мухитга тегишли ҳисоблар ва муҳокамалар ҳақидаги маълумотлар;
- атроф-мухит ҳолатининг аҳоли саломатлигига, хавфсизлигига, ҳаёт кечиришига, маданият ёдгорликларига, иншоотлар ва курилишларга таъсири.

IV. Экологик муаммоларни ҳал этиш йўллари

Экологик муаммоларни ҳал этиш учун энг аввало, истеъмолчилик дунёқарашдан воз кечиб, табиат билан уйғуналиқда яшаш йўлларини топиш ва ўрганиш зарур. Табиат учун ҳам, инсон саломатлиги учун ҳам заарсиз бўлган чиқиндисиз технология яратиш, янги лойиҳаларни шартли равишда экологик текширувлардан ўтказиш, саноатни экологизациялаш ва табиат бойликларини тежаш бўйича чоралар кўриш зарур.

Табиат ва инсон ўртасидаги мувозанатни қўллаб-қувватлаш зарур. Инсон табиатдан факат олибина қолмай, шу билан бирга ўрмонлар, дарё ва қўллардаги балиқлар каби табиий бойликларни қайта тиклаши; миллий боғлар ва қўрикхоналар ташкил этиши зарур.

Табиат бойликларини, айниқса энергия манбаларини тежаб сарфлаш экологик шароитларнинг яхшиланишига олиб келади.

Жамият ўзининг табиатга ва ҳайвонот оламига бўлган муносабатини қайта кўриб чиқиши, ўзининг барча эҳтиёжларини қондириш принципидан воз кечиши, ўзи ва табиат ўртасидаги муносабатларни уйғунлаштиришга ҳаракат килиши зарур.

Стратегик аҳамиятга эга конлар тизими:

Фойдали қазилма турлари	Кон номи	Вилоят	
		Жойлашган вилоят номи	
Уран	Богитлар	Алмати	53°19'0" ш.у. 71°35'0"
Уран	Юқори Қайракти	Қарағанди	45°31'0" ш.у. 68°40'0"
Уран	Қара оба	Қарағанди	52°38'17" ш.у. 67°51'33"
Уран	Кўктен кўл	Қарағанди	44°30'0" ш.у. 67°24'0"
Уран	Шимолий Қатпар	Қарағанди	44°45'0" ш.у. 67°41'0"

3-топшириқ

Интернет тармоғидан ҚР даги стратегик конлар рўйхатини топинг (жами 161 та). Сиз яшайдиган худудда қандай конлар борлигини аниқланг. Конларни ўзлаштириш сиз яшайдиган худуднинг экологик аҳволига қандай таъсир этиши мумкин?



2-топшириқ

Ўзингиз яшайдиган худуддаги экологик муаммоларни, ҳамда бу муаммоларнинг келиб чиқиш сабабларини муҳокама қилинг.



Бу қизиқ!

ҚР да мунтазам равишда янгиланиб турувчи стратегик конларнинг маҳсус рўйхати тузилган. Рўйхат ҚР нинг 4.10.2011 йил №1137 қарорига мувофиқ эълон қилинган. Унга охирги ўзгаришлар 7.08.2015 йили киргизилган. Рўйхатдан олинган вольфрам конлари жадвалда кўрсатилган.

Текшириш саволлари

1. "Ноосфера" сўзининг маъносини тушунтиринг. Бу ким томонидан киритилган?
2. "Техносфера" сўзи нимани англатади
3. Технологик тараққиётнинг табиий шароитларга салбий таъсирига мисоллар келтиринг.
4. Табиий шароитларни тиклашга ҳисса қўшадиган техник тараққиёт мисолларини келтиринг.

Ижодий топшириқ

1. Қозоғистон Республикасининг экологик кодексини ўқинг.
2. Минтақангиздаги экологик муаммоларнинг ҳақиқий сабабларини билиб олинг. Муаммони бартараф этиш йўлларини таклиф қилинг. Имкон қадар уларни амалга оширинг
3. "Қайтиб келмаслик нуқтаси" атамаси нимани англатади? Ушбу нуқтага етиб келганимиз ҳақидаги далилларни келтиринг (олимларнинг исмларини ёзинг ва улар олиб борган тадқиқотларга илова келтиринг). Сиз айтиб ўтган олимлар фикрини инкор этадиган мисоллар келтиринг.

Иловалар

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ ВА ЖАДВАЛЛАР

- Лаборатория ишларида уларни олиб бориш мақсади, керакли асбобускуналар кўрсатилган, ишларнинг бажарилиши графиклар, жадваллар ва ҳисоблаш формулалари билан берилган:

1-илова. Лаборатория ишлари

№1 Лаборатория иши

Текис тезланувчан ҳаракат вақтида жисмнинг тезланиш билан ҳаракати

Ишдан мақсад: қия нов билан ҳаракатланаётган шарнинг тезланишини ўлчаш.

Ўлчаш воситалари: муфтаси бор ёки панжаси бор штатив, метал нов, шар,-цилиндр жисм, ўлчов чизиги, секундомер.

Қисқача назария. жисм қия текисликда тезланиш билан ҳаракатланганда,

$$\text{жисмнинг кўчиши ушбу тенглилкка тенг бўлади: } s = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

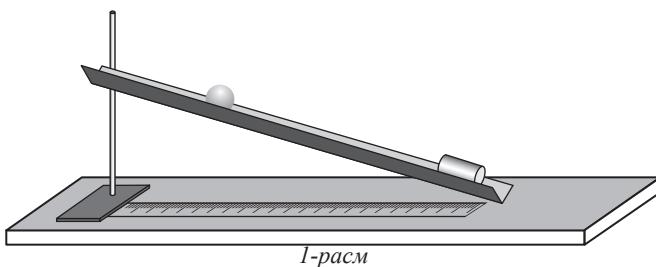
$$\text{Бошланғич тезликнинг ноллиқ қийматида: } s = \frac{at^2}{2}.$$

Хисоблаш формулаларини оламиз:

$$a = \frac{2s}{t^2}. \quad (1)$$

Ишни бажариш тартиби:

1-расмда кўрсатилган қурилмани йиғинг, цилиндрни қўйинг.



- Шарни новнинг юқори учидан қўйиб юборинг, шарнинг нов бўйлаб ҳаракат вақтини ўлчанг.
- Ўлчаш чизиги ёрдами билан шарнинг бошланғич ҳолидан цилиндргacha бўлган масофани аниқланг.
- Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзинг.

№ р/с	Ўлчанди		Хисобланди	
	Масофа s , м	Ҳаракат вақти t , с	Тезланиш a , м/с ²	Тезланишнинг ўртача қиймати $a_{\text{ср}}$, м/с ²
1				

- Тажрибани новнинг қиялик бурчагини ўзгартирмай, 5 марта қайталанг.
- Хар тажрибага шарнинг тезланишини (1) формула бўйича ҳисобланг, натижани жадвалга ёзинг.
- Ушбу формула бўйича тезланишнинг ўртача қийматини ҳисобланг:

$$a_{\text{ырт}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}.$$

7. Статистик усул билан ўлчаш ҳатолигини пастдагидай аниқлаб, баҳоланг Ҳар бир ўлчашнинг абсалют ҳатолигини:

$$\Delta a = |a_{\text{опт}} - a|,$$

абсолют ҳатоликнинг ўртача қийматини:

$$\Delta a_{\text{ырт}} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3 + \Delta a_4 + \Delta a_5}{5},$$

нисбий ҳатоликни:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a_{\text{ырт}}}{a_{\text{ырт}}} \cdot 100\%$$

аниқлаб, статистик усул билан ўлчаш ҳатолигини баҳоланг.

8. Ўлчаш натижасини қуидагидай ёзинг:

$$\varepsilon = \dots \cdot 100\% \text{ бўлганда } a = a_{\text{ырт}} \pm \Delta a_{\text{ырт}}.$$

Кўшимча топширик: Ўзингиз олган натижани $a = g \sin \alpha$ формула билан ҳисобланган тезланиш қиймати билан таққосланг. Бунда α – қия текислик бурчаги.

Хулоса: Нов бўйлаб ҳаракатланган шарда тезланиш пайдо бўлиши тўғрисида хулоса ясанг.

Текшириш саволлари

Қандай ҳаракат текис тезланувчан ҳаракат деб аталади?

Нима учун тажриба вақтида новнинг қиялик бурчагини ўзгартиришга бўлмайди?

Неге шарнинг сирпаниш тезланиши эркин тушиш тезланиши билан боғлиқ?

№2 лаборатория иши

Горизонталь ташланган жисмнинг ҳаракатини текшириш

Ишдан мақсад: горизонталь ташланган жисмнинг бошланғич тезлигини аниқлаш.

Ўлчаш воситалари: штатив, пўлат шар, нов, чизгич, оқ ва ва кўчириш (копировка) қофози.

Қисқача назария. Горизонталь равишда ташланган жисм вертикаль текис ўзгарувчан, горизонталь бўйлаб бир текис эркин тушиш тезланиши билан ҳаракатланмоқда. Бошланғич тезлик учуш масофаси бўйича аниқланади:

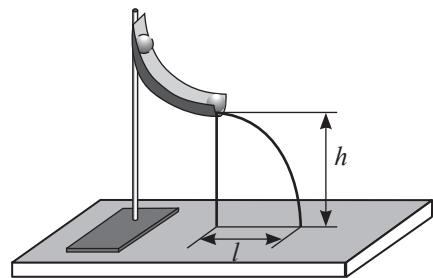
$$v_0 = \frac{l}{t}, \quad (1)$$

Жисм тушган баландлиги бўйича тушиш вақти:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

(2) нисбатни (1)-га қўйиб бошланғич тезликкни ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$v_0 = l \sqrt{\frac{g}{2h}}. \quad (3).$$



2-расм

Ишни бажариш тартиби:

1. 2-расмда тасвирланган курилмани йигинг.
2. Шарни новдан ундаги кўрсатилган пластинкадан бошлаб қўйиб боринг.
3. Баландлиги h ва учиш масофасини 1 ўлчанг.
4. Олинган натижаларни жадвалга ёзинг.

№ р/с	Ўлчанди		Ҳисобланди	
	Баландли $h, м$	Учиш масо- фаси $l, м$	Бошланғич тезлик $v_0, м/с$	Тезликнинг ўртача қиймати $v_{0\text{урт}}, м/с$
1				

5. Тажрибада шарнинг нов бўйлаб тушиш даражасини ўзгартирмай 5 марта қайталанг.
 6. Ҳар бир тажрибадан кейин тезликни (3) формула бўйича ҳисобланг. Натижаларни жадвалга ёзинг.
 7. Тезликнинг ўртача қийматини аниқланг:
- $$v_{0\text{урт}} = \frac{v_{01} + v_{02} + v_{03} + v_{04} + v_{05}}{5}.$$
8. Статистик усул билан ўлчаш хатолигини аниқлаб, баҳоланг (№1 лаборатория ишини қаранг).
 9. Ўлчаш натижасини ёзинг: $\epsilon = \dots \cdot 100\%$ болғанда $v_0 = v_{0\text{урт}} \pm \Delta v_{0\text{урт}}$.

Текшириш саволлари

Нима учун шарнинг бошланғич тезлигини текис ҳаракат формуласи бўйича аниқланади?

Нега баландликдаги учиш вақтини аниқлаш учун текис ўзгарувчан ҳаракат формуласини қўллайди?

Нима учун бажарилган тажрибажада нов бўйлаб сирпанаётган шарнинг дарагиасини ўзгартириш мумкин эмас?

№3 лаборатория иши

Математик маятник ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниклаш

Ишдан мақсад: математик маятник ёрдами билан Ерга эркин тушиш тезланишини аниклаш, олинган қийматни ҳақиқий қиймат билан $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ таққослаш.

Күлчаш воситалари: электронли секундомер (мобиЛЬ телефон) ёки секунди бор соат, ўлчов чизиги, ипга илинган шар, муфтаси бор ёки панжаси бор штатив.

Қисқача назария. Математик маятникнинг тебраниш даври османинг узунлиги билан эркин тушиш тезланишининг формуласи билан боғлиқ:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (1)$$

Тебраниш даври – бир мата тўлиқ тебранишга кетган вақт.

$$T = \frac{t}{N}. \quad (2)$$

(1) ва (2) формуладан:

$$g = \frac{4\pi^2 l N^2}{t^2}. \quad (3)$$

Ишни бажариш тартиби:

- Столнинг четига штативни ўрнатинг. Унинг юқори қисмига панжа ёрдамида узукни мустаҳкамланг ва унга ипга осилган шарни осиб қўйинг. Шар ердан 3-5 см масофада жойлашган бўлсин.
- Ўлчов чизиги билан ип узунлигини ўлчанг, натижани 3-жадвалга ёзинг:

№ р/с	Ўлчанди			Ҳисобланди	
	Ипнинг узунлиги, м	Тебраниш сони, N	Тебраниш вақти t, с t, с	Тебраниш вақти t, с g, м/с ²	Тезланиш- нинг ўртача қиймати, i, g _{ypm} , м/с ²
1					

- 40 марта тебранишлар вақтини ўлчанг, натижани жадвалга ёзинг.
- Тажрибани шартини ўзгартириб, 5 марта қайталанг.
- Эркин тушишни ҳар бир тажриба сайин ҳисобланг. Ва ўртача қийматини топинг.
- $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ни қабул қилиш орқали абсолют ва нисбий хатоликларини топинг:
 $\Delta g = |g - g_{ypm}|; \varepsilon_g = \frac{\Delta g}{g} \cdot 100\%$
- Ўлчаш натижани хатолигини ҳисоблаб ёзинг:
 $\varepsilon_g = \dots \cdot 100\%$ бўлганда $g = g_{ypm} \pm \Delta g$.

\ Текшириш саволлари

Нима учун тераниш вақтида маятникнинг оғиши кам бўлиши керак?

Қандай ҳолда ўлчаш аниқлиги юқори бўлади: тебраниш кам бўлгандами ёки кўп бўлгандами?

Ҳаво қаршилиги тажриба натижасига қандай таъсир қиласди?

№4 лаборатория иши

Тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлаш

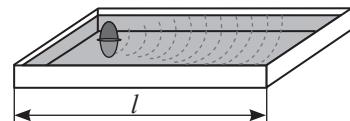
Ишдан мақсад: сув сиртидаги тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлаш.

Ўлчаш воситалари: сув қуйилган идиш, пўкақ, секундомер, ўлчаш тасмаси.

Қисқача назария. Тўлқинларнинг барча тури ўзгармас тезлик билан бир хил муҳитда тарқалади:

$$v = \frac{l}{t},$$

бу ерда l – тебраниш манбай ва тўлқиннинг тарқаладиган жой нуқтаси орасидаги масофа; t – тўлқиннинг тарқалиш вақти.



Ишни бажариш тартиби:

- Ёғоч идишга (кюветга) сув қуйиб четига пўкакни қўйинг (*3-расм*).
- Пўкакни чукурроқ ботириб, пўкакни бир ҳаракатга келтириб тебратинг.
- Пўкакнинг тебраниш ҳаракат томонидан яратилган тўлқин идишининг қарама-қарши томонига етиб борадиган вақтни белгиланг.
- Тажрибани 5 марта такрорлан, ўлчов натижаларини 4-жадвалга киритинг.

№ р/с	Ўлчанди		Ҳисобланди	
	Вақт t , с	Ёғоч идишининг (кюветнинг) узунлиги l , м l , м	Тўлқин тезлиги v , м/с	Тўлқин тезлигининг ўртача қиймати $v_{\text{срм}}$, м/с
1				

- Тўлқин тезлигини барча тажриба бўйича ҳисобланг, натижани жадвалга ёзинг.
- Тўлқин тезлигининг ўртача қийматини топинг.
- Тўлқин тезлигининг ўлчаш хатолигини статистика усули билан баҳоланг:
- Ўлчаш натижасини пастдагидай ёзинг:

$$\epsilon = \dots 100\% \text{ болғанда } v = v_{\text{срм}} \pm \Delta v_{\text{срм}}.$$

Текшириш саволлари

Ўлчашнинг аниқлигини кўтариш учун қандай шароит ясаш керак?

Нега пўкақ тўлқиннинг тарқалиш йўналишига қараб силжимайди?

Эластик муҳитда тебранишнинг таралиши қандай ҳосил бўлади

2-илова. Жадваллар

1-жадвал. Юлдузларнинг экватор координаталари

Юлдузлар	Номлари	Тўғричиқишиш, α	Кенглик, δ
α Торпак	Сулусари (Альдебран)	04 ^h 34'	+16°28'
α Бургут	Альтайр	19 ^h 49'	+08°48'
α Чаён	Антарес	16 ^h 28'	-26°23'
α Волопаса	Арктур	14 ^h 14'	+19°19'
α Ориона	Бетельгейзе	05 ^h 53'	+07°24'
α Лира	Вега	18 ^h 36'	+38°47'
α Ақкуш	Денеб	20 ^h 40'	+45°10'
α Возничего	Капелла	05 ^h 14'	+45°58'
α Эгизаклар	Кастор	07 ^h 33'	+31°57'
β Эгизаклар	Поллукс	07 ^h 43'	+28°05'
α Кичик айик	Поляр	02 ^h 07'	+89°09'
α Кичик ит	Процион	07 ^h 38'	+05°17'
α Арслон	Регул	10 ^h 07'	+12°05'
β Орион	Ригель	05 ^h 13'	-08°14'
α Катта Ит	Сумбила	06 ^h 44'	-16°41'
α Бикеш	Спика	13 ^h 23'	-11°02'

2-жадвал. Электронларнинг металлардан чиқиши иши

Моддалар	$A_{\text{чиқиши}}$, эВ	Электронларнинг чиқиш иши
Алюминий		4,25
Вольфрам		4,54
Олтин		3,30
Мис		4,40
Қалай		4,38
Симоб		4,52
Қўрғошин		4,0
Кумиш		4,3
Рух		4,24
Пўлат		4,3
Барий		2,49
Германий		4,76
Кадмий		3,80
Калий		2,20
Литий		2,38
Натрий		2,35
Рубидий		2,16
Цезий		1,81

3-жадвал. Химиявий элементлар ва элементтар зарралар изотопларнинг атом массалари

Изотоп	Атом массаси, м.а.б.	Атом массаси, МэВ
${}_{-1}^0 e$	0,00055	0,511
${}_{1}^1 p$	1,00728	938,26
${}_{0}^1 n$	1,00866	939,55
${}_{1}^1 H$	1,00783	938,26
${}_{1}^2 H$	2,01410	1875,58
${}_{1}^3 H$	3,01543	2808,87
${}_{2}^3 He$	3,01605	2809,45
${}_{2}^4 He$	4,00260	3728,42
${}_{3}^6 Li$	6,01512	5601,42
${}_{3}^7 Li$	7,01600	6533,72
${}_{3}^8 Li$	8,02065	7471,24
${}_{4}^6 Be$	6,01738	5605,19
${}_{4}^7 Be$	7,01457	6534,07
${}_{4}^8 Be$	8,02168	7472,20
${}_{4}^9 Be$	9,01219	8394,85
${}_{5}^9 B$	9,01038	8393,17
${}_{5}^{10} B$	10,01294	9324,28
${}_{5}^{11} B$	11,00930	10252,38
${}_{6}^{11} C$	11,00788	10253,84
${}_{6}^{12} C$	12,00000	11174,67
${}_{6}^{13} C$	13,00335	12109,26
${}_{6}^{14} C$	13,99961	13040,64
${}_{7}^{14} N$	14,00307	13039,97
${}_{7}^{15} N$	15,00010	13968,69
${}_{8}^{16} O$	15,99491	14894,82
${}_{8}^{17} O$	16,99913	15830,23
${}_{9}^{17} F$	16,99676	15832,48
${}_{13}^{27} Al$	27,98154	26064,80
${}_{92}^{235} U$	235,04418	218242,32
${}_{92}^{238} U$	238,05113	221743,28
${}_{93}^{239} Np$	239,05320	222667,67
${}_{94}^{239} Pu$	239,05242	222675,97

4-жадвал. Радиоактив элементларнинг ярим емирилиши даври

Изотоп	Ярим емирилиш даври	Хавфсиз даври
Водород – 3	12,3 йил	123 йил
Вольфрам – 181	145 кун	1450 кун
Вольфрам – 185	74,5 кун	745 кун
Вольфрам – 187	24 соат	10 сутка
Йод – 131	8 сутка	80 сутка
Криптон – 94	1,4 с	14 с
Кобальт – 60	5,2 йил	52 йил
Қалай – 115	9,4 кун	94 кун
Радон – 222	3,8 сутка	38 сутка
Рений – 187	70 млрд йил	700 млрд йил
Хлор – 38	37,7 мин	6,28 соат
Углерод – 14	5730 йил	57300 йил
Уран – 235	4,5 млрд йил	45 млрд йил

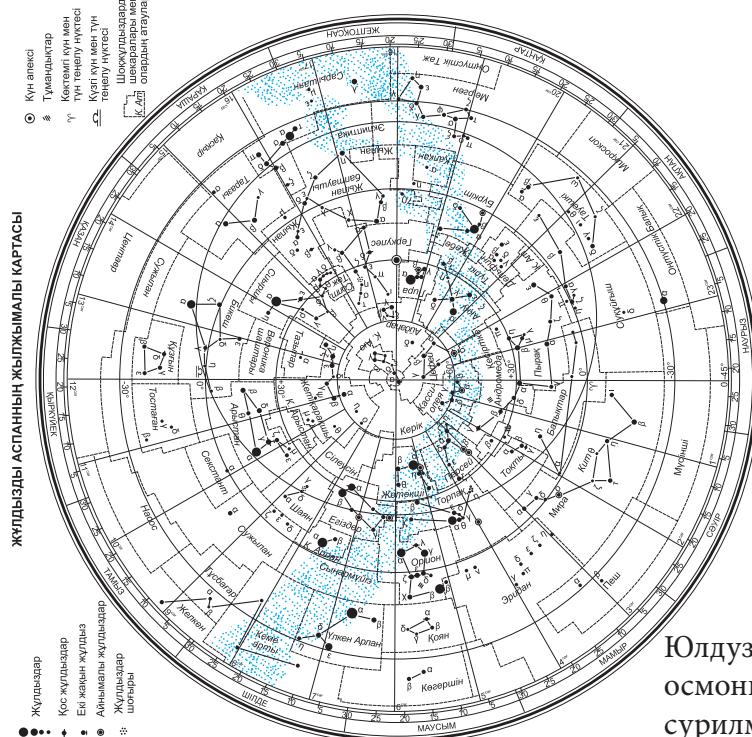
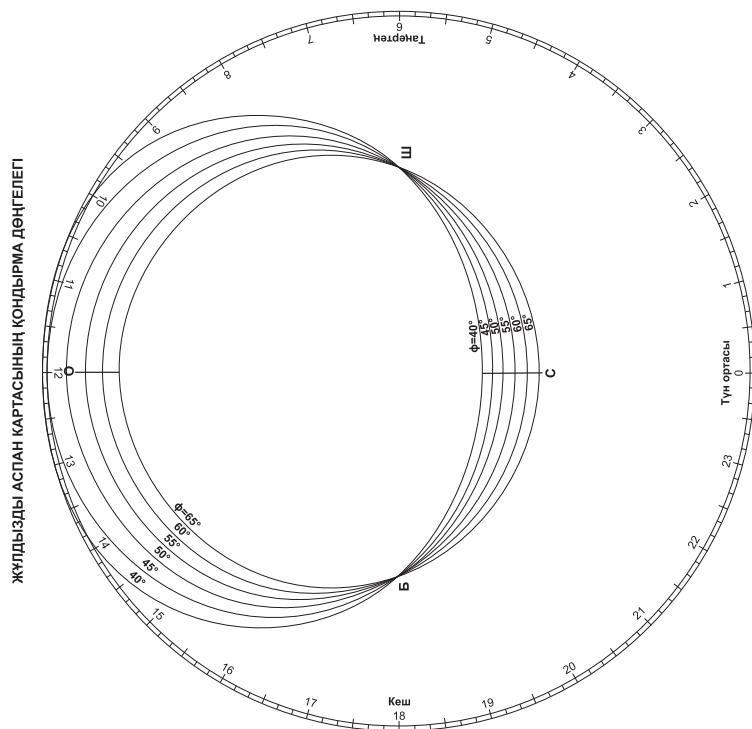
5-жадва. Күёши, Ер ва Ой ҳақида маълумот

Катталиклар	Кун	Ер	Ай
Радиус, м	$7 \cdot 10^8$	$6,4 \cdot 10^6$	$1,74 \cdot 10^6$
Масса, кг	$2 \cdot 10^{30}$	$6 \cdot 10^{24}$	$7,35 \cdot 10^{22}$
Осмон жисмлари орасидаги масофа, м			
Күёш билан Ер орасидаги			$1,5 \cdot 10^{11}$
Ер билан Ой орасидаги			$3,84 \cdot 10^8$

6-жадвал

Грек алифбоси			Лотин алифбоси		
A α	альфа	I ι	йота	P ρ	ро
B β	бета	K κ	каппа	Σ σ	сигма
Γ γ	гамма	Λ λ	лямбда	T τ	тай
Δ δ	дельта	M μ	мю	Y υ	ипсилон
E ε	эпсилон	N ν	ню	Φ φ	фи
Z ζ	дзета	Ξ ξ	кси	X χ	хи
H η	эта	O ο	омикрон	Ψ ψ	пси
Θ θ	тета	Π π	пи	Ω ω	омега

3-илова. Юлдузли осмон сурима харитасининг қоплама доираси



Машқларнинг жавоблари

- 1-машқ.** 1. б. 2. 19 км/соат. 3. 20 с. 4. $\frac{n+1}{n-1}$.
- 2-машқ.** 2. 70 км; 50 км. 3. 5 м; 4 м; -3 м.
- 3-машқ.** 1. 10 м/с. 2. 2 м/с. 3. 1 м/с; 2 м/с.
- 4-машқ.** 1. 500 м. 2. 10 с. 3. $v_{1x} = 10 + 0,8t$, тезланувчан; $v_{2x} = 2 - 2t$, секин, 1 с сўнг тезла-нувчан; $v_{3x} = -4 + 4t$, баян, 1 с сўнг тезланувчан; $v_{4x} = -1 - 12t$, тезланувчан.
- 5-машқ.** 1. 10 м/с. 2. 20 м. 3. 6 м.
- 6-машқ.** 1. 3,14 м/с. 2. 0, 16 м/с. 3. 32.
- 7-машқ.** 1. 8 м/с². 2. 20 м/с. 3. а) 1:2; б) 2:1.
4. 8000 км, 1 соат 44 мин 40 с.
- 8-машқ.** 1. $4,1 \cdot 10^{15}$ км. 2. 6,25. $3,8 \cdot 5 \cdot 10^{26}$ кВт.
- 10-машқ.** 1. 53° . 2. 60° . 3. 6.
- 11-машқ.** 1. 1,84 ердаги йил. 2. 10^{22} кг.
- 12-машқ.** 1. $60'36''$; $54'19''$. 2. 388,6. 3. 3142 км.
- 13-машқ.** 2. 400 Н. 3. 0,8.
- 14-машқ.** 1. 15 кН. 2. 21 Н. 3. $\frac{1}{\sqrt{3}}$, ха.
- 15-машқ.** 1. 0,03 МН. 2. 1 м/с². 3. 2 кг.
- 16-машқ.** 1. Узилмайди. 2. 200 Н.
- 17-машқ.** 1. $9R_{\text{ж}}$. 2. 8,2 Н. 3. 8,8 м/с².
- 18-машқ.** 2. 1125 Н. 3. 36 кН.
- 19-машқ.** 1. 45 м; 145 м. 2. 70,7 м/с. 3. 2. 4. 311,4 м.

- 20-машқ.** 1. 16 $\frac{\kappa\sigma \cdot M}{c}$; 48 $\frac{\kappa\sigma \cdot M}{c}$; 16 Н. 2. 4 м/с.
3. 360 г.
- 21-машқ.** 2. 6,4 м/с.
- 22-машқ.** 1. -100 Дж; 0; 100 Дж; 0. 2. -100 Дж.
3. 96 Дж.
- 23-машқ.** 1. 10 м. 2. 20 м. 3. 56 Дж.
- 24-машқ.** 1. 2 с; 0,5 Гц. 2. 0,05 м; 1 с; 1 Гц, 2π ; $\pi/2$, $3\pi/2$, $5\pi/2$.
- 25-машқ.** 1. 2,8 Дж; 3,8 м/с. 2. 12 марта катталашади.
- 26-машқ.** 1. 3,2 Гц. 2. 30 Н/м. 3. 9:1.
- 27-машқ.** 1. 72 км/соат. 2. 1 Гц; 1 с; 0,1 м.
- 28-машқ.** 1. 5 мкДж. 2. 0,38 м/с.
- 29-машқ.** 1. 2 м. 2. 0,5 с; 2 Гц. 3. 100 м.
- 30-машқ.** 1. 79 Гц; 1360 Гц. 2. 5 км. 3. 900 м.
- 31-машқ.** 1. 30 км. 2. 60 м-дан 190 м-гача.
- 32-машқ.** 1. 81. 2. 56,7 $\frac{\kappa B m}{m^2}$. 3. $\approx 73,5$ МВт
- 33-машқ.** 1. $2,76 \cdot 10^{-19}$ Дж. 2. 2,34 эВ. 3. $2,13 \cdot 10^{-19}$ Дж.
- 34-машқ.** 1. ха, ха, иринчисида. 2. $3 \cdot 10^{-11}$ м.
3. $1,38 \cdot 10^4$ км/с; $2,4 \cdot 10^{20}$ Гц, ха.
- 35-машқ.** 1. ${}_2^4 He$. 2. ${}_84^{215} Po$.
- 36-машқ.** 1. 0,49 мкм. 2. $3,4 \cdot 10^{15}$ Гц.
- 37-машқ.** 2. 0,00236 м.а.б.; 2,2 МэВ; 1,1 МэВ.
- 38-машқ.** 3. 17190 йил.
- 39-машқт.** 1. ${}_92^{239} U$. 2. ${}_94^{239} Pu$.
- 40-машқ.** 1. 4,35 МэВ; 17,3 МэВ ажралади.

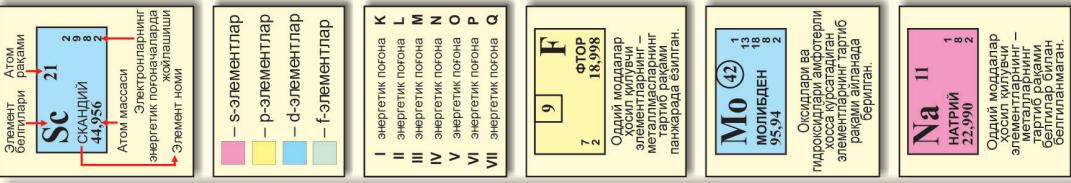
Үй вазифасининг жавоблари

- 1-топшириқ.** 1. ха, егер карши йўналишда эсколатор тезлигига харакатланса. 2. 20 м/с. 3. 0,1 соат.
- 2-топшириқ.** 1. 620 м; 20° шимолга караб. 2. 14 м; 10 м. 3. 5 м/с; 8,66 м/с.
- 3-топшириқ.** 1. 43,2 км/соат. 2. 10 м/с.
- 4-топшириқ.** 1. 375 м. 2. 100 м. 3. а) 10 с; 40 м; б) 45 м; б) 120 м.
- 5-топшириқ.** 1. 20 м 2. 5 м. 3. 20 м.
- 6-топшириқ.** 1. 125 км 2. 2. 3. 60.
- 7-топшириқ.** 1. $0,006$ м/с². 2. 25 м/с². 3. 2 м.
- 8-топшириқ.** 1. $7,8 \cdot 10^{13}$ м. 2. 39.
- 10-топшириқ.** 1. Нур-Султан учун $47^\circ 40'$; Алмати учун $55^\circ 37'$. 2. 17 соат 20 мин. 3. 11 соат.
- 11-топшириқ.** 1. 12 йил.
- 12-топшириқ.** 1. 1,22 млн.км. 2. $2'12''$. 3. 109,2.
- 13-топшириқ.** 2. 2,5 Н.
- 14-топшириқ.** 1. 1,6 см. 2. 0.
- 15-топшириқ.** 1. 9,8 кг. 2. 200 м/с². 3. 2,4 м/с².
- 16-топшириқ.** 2. 5 Н. 3. 0,25 м/с²; 0,2 м/с².
- 17-топшириқ.** 1. 1 Н. 2. 3,8 м/с².
- 18-топшириқ.** 2. 700 Н. 3. 15 кН.
- 19-топшириқ.** 1. 20 м. 2. 1000 м. 3. 9,8 м. 4. 7,57 км/с; 96,5 мин.
- 20-топшириқ.** 1. 9,8 кг 2. $14 \frac{\kappa\sigma \cdot M}{c}$, $20 \frac{\kappa\sigma \cdot M}{c}$, 0.
3. 3,6 м/с.

- 21-топшириқ.** 1. ха. 2. 48 м/с; 115,2 м. 3. 0,7 м/с.
- 22-топшириқ.** 1. 4600 кДж. 2. 10,8 МДж.
- 23-топшириқ.** 1. 19 м/с; 10 м/с. 2. 1 кН.
- 24-топшириқ.** 1. 1,25 с; 0,8 Гц. 2. 0,2 м; 4 с; 0,25 Гц; $\pi/2$; $\pi/2$; 3π .
- 25-топшириқ.** 1. 0,244 м/с.
- 26-топшириқ.** 1. 4 кг. 2. 18 см; 50 см.
- 27-топшириқ.** 1. йўқ. 2.15 Гц; 1/15 с; 2,5 м.
- 28-топшириқ.** 1. 50 мкДж. 2. 50 пФ.
- 29-топшириқ.** 1. 10 м. 2. 2,4 м/с.
- 30-топшириқ.** 1. 3,8 м, 3,8 см. 2. 0,58 с-ке аз. 3. 0,4 с.
- 31-топшириқ.** 1. 1,2 МГц. 2. 37,7 км.
- 32-топшириқ.** 1. 2,86. 2. 2 марта. 3. $\approx 4,6$ МВт
- 33-топшириқ.** 1. 260 нм. 2. 4 эВ. 3. 696 км/с.
4. 204 нм; 234 нм.
- 34-топшириқ.** 1. 100 марта ортиқ. 2. яхлит кўзгу ютиши мумкин. 3. $3,1 \cdot 10^{12}$ м.
- 35-топшириқ.** 1. ${}_92^{235} U$. 2. ${}_88^{224} Ra$.
- 36-топшириқ.** 1. 0,25 мкм. 2. 0,49 мкм.
- 37-топшириқ.** 2. 225 МэВ. 3. $\approx 7,48$ МэВ/нуклон.
4. $\approx 6\%$.
- 38-топшириқ.** 2. 4 марта.
- 39-топшириқ.** 2. ${}_40^{94} Zr$.
- 40-топшириқ.** 1. 2,2 МэВ. 2. 17,3 МэВ.

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВНИҢ КИМЕЙИ ӘЛЕМНІНГ СИСТЕМАСЫ

ДАВР-КАТОРЛАР		ЭЛЕМЕНТЛІК СИСТЕМА		ПАРАМЕТРЫ		ГУРУХЫ		АРАЛЫК		УРАСЫ		ХАРАКТЕРИСТИКА							
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1	1	Н 1 водород 1,008	Li 3 литий 6,941	Be 4 бериллий 9,012	B 5 бор 10,811	V 6 углерод 12,011	C 7 углерод 14,00	N 8 азот 15,999	O 9 кислород 18,998	F 10 фтор 18,998	Ne 11 нейон 20,179	He 12 гелий 4,003	2 к						
2	2	Mg 12 магний 24,305	Na 11 натрий 22,990	Al 13 алюминий 26,981	Si 14 кремний 28,085	P 15 фосфор 30,974	S 16 сульфур 32,064	Cl 17 хлор 35,453	Ar 18 аргон 39,948	Kr 19 криптон 83,80	Xe 20 хелій 131,340	Mo 21 мольбдем 95,94	Sc 22 скандий 44,956	2 к					
3	3	Ca 19 кальций 40,08	Sc 20 скандий 44,956	Sc 21 скандий 44,956	Ti 22 тиан 47,90	V 23 ванадий 50,941	Cr 24 хром 51,996	Fe 25 марганец 54,938	Co 26 титан 55,847	Fe 27 никель 58,933	Ni 28 никель 58,70	Ne 29 нейон 60,42	Ar 30 аргон 63,80	2 к					
4	4	Cu 29 меди 63,546	Zn 30 цинк 65,38	Ga 31 галлий 69,72	Ge 32 германий 72,59	As 33 ванидий 74,922	Se 34 мышьяк 78,96	Br 35 серен 79,904	I 36 бронз 83,80	Kr 37 криптон 83,80	Xe 38 хелій 131,340	Rb 39 рубидий 85,468	Sc 40 скандий 87,62	2 к					
5	5	Rb 37 рубидий 85,468	Sr 38 стронций 87,62	Y 39 иттрий 88,906	Zr 40 цирконий 91,22	Nb 41 ниобий 92,906	Mo 42 молибден 95,94	Tc 43 технеций 98,906	Ru 44 рутений 101,07	Rh 45 родий 102,905	Pd 46 палладий 106,42	Os 47 осмий 109,2	Re 48 рений 110,2	W 49 тантал 112,41	Te 50 шерман 114,82	2 к			
6	6	Ag 47 агайын 107,868	Cs 55 цезий 132,905	Fr 56 барий 137,33	In 48 индий 112,41	Hf 57 лантан 138,905	Sn 50 тантал 148,94	Sb 51 сурьма 151,75	Te 52 терпур 152,760	I 53 ид	Os 54 ксенон 131,340	Re 55 платаина 195,09	Pt 56 платина 197,1	Rh 57 платина 197,1	Sc 58 барий 196,966	Rb 59 рубидий 200,59	2 к		
7	7	Ag 47 агайын 107,868	Cs 55 цезий 132,905	Fr 56 барий 137,33	In 48 индий 112,41	Hf 57 лантан 138,905	Sn 50 тантал 148,94	Sb 51 сурьма 151,75	Te 52 терпур 152,760	I 53 ид	Os 54 ксенон 131,340	Re 55 платина 195,09	Pt 56 платина 197,1	Rh 57 платина 197,1	Sc 58 барий 196,966	Rb 59 рубидий 200,59	2 к		
8	8	Ag 47 агайын 107,868	Cs 55 цезий 132,905	Fr 56 барий 137,33	In 48 индий 112,41	Hf 57 лантан 138,905	Sn 50 тантал 148,94	Sb 51 сурьма 151,75	Te 52 терпур 152,760	I 53 ид	Os 54 ксенон 131,340	Re 55 платина 195,09	Pt 56 платина 197,1	Rh 57 платина 197,1	Sc 58 барий 196,966	Rb 59 рубидий 200,59	2 к		
9	9	Au 79 оптин 196,966	Fr 87 оранжий 226,625	Ag 80 радио 226,625	Hg 81 таллий 204,37	Pt 82 актиний 227	Pb 83 карбатий 226]	Bi 84 полоний 208,980	Po 85 исинут 210	At 86 акстап 210	Rn 87 радон 222	Os 88 оксид 223	Re 89 радио 223	Pt 90 радио 223	Sc 88 радио 223	Rb 89 радио 223	2 к		
10	10	Fr 87 оранжий 226,625	Fr 88 радио 226,625	Ag 80 радио 226,625	Hg 81 таллий 204,37	Pt 82 актиний 227	Pb 83 карбатий 226]	Bi 84 полоний 208,980	Po 85 исинут 210	At 86 акстап 210	Rn 87 радон 222	Os 88 оксид 223	Re 89 радио 223	Pt 90 радио 223	Sc 88 радио 223	Rb 89 радио 223	2 к		
11	11	ЮКРИ оксидари	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄	RO ₅	R ₂ O ₆	R ₂ O ₇	RO ₈	R ₂ O ₉	R ₂ O ₁₀	2 к		
12	12	ХУРУН водороди биримкадары				RH ₄	RH ₅	RH ₆	RH ₇	RH ₈	RH ₉	RH ₁₀	RH ₁₁	RH ₁₂				2 к	
13	13	Ce 58 иерий 140,12	Pr 59 иерий 140,908	Nd 60 иерий 144,24	Pm 61 иерий 145	Eu 62 иерий 150,4	Gd 64 иерий 151,96	Tb 65 иерий 157,25	Dy 66 иерий 162,50	Ho 67 иерий 164,930	Er 68 иерий 167,26	Tm 69 иерий 168,934	Yb 70 иерий 173,04	Lu 71 иерий 174,967	Sc 72 иерий 175,1	Rb 73 иерий 176,258	Fr 74 иерий 176,258	La 75 иерий 176,258	2 к
14	14	Th 90 торий 232,318	Pa 91 протактний 231,316	U 92 уран 238,029	Np 93 неутронный 237,348	Pu 94 плутоний 239,124	Am 95 америций 241,131	Cm 96 амиериций 242,131	Bk 97 бериций 243,124	Fm 100 фермий 245,125	Md 101 мейдеевий 246,125	Es 99 эйштейн 247,125	Fr 102 фермий 248,125	Lu 103 фермий 249,125	Sc 104 иерий 250,125	Rb 105 иерий 251,125	Fr 106 иерий 252,125	La 107 иерий 253,125	2 к



Атомдардың өсімдіктердегі положіліктерін көрсетілген. Атомдардың өсімдіктердегі положіліктерін көрсетілген.

Фан күрсаткичлари

Абсолют юлдуз катталиғи 56	Кенглик 59
Абсолют қора жисм 190	Кинематика 66
Азимут 61	Куч импульси 120
Акустик резонанс 178	Моддий нұқта 6
Амплитуда 143	Механик ҳаракат 6
Акс садо 178	Маҳалий вақт 68
Боғланиш энергияси 221	Мажбурий тебранишлар 142
Баландлық 61	Механик тұлқин 170
Бүйлама тұлқин 170	Масса дефекти 220
Бурчак тезлік 40	Ноинерциал саноқ тизими 83
Биринчи космик тезлік 115	Солиширма боғланиш энергияси 221
Вектор проекцияси 16	Оний тезлік 41
Гармоник тебранишлар 144	Ортиқча юкланиш 109
Горизонтал параллакс 75	Осмон сфераси 58
Динамика 81	Эркин тебраниш 142
Жисмнинг оғирлигі 107	Эркин тушиш 33
Жисм импульси 120	Әгри чизиқли ҳаракат 38
Жисмларнинг ёпиқ тизими 122	Ярим емирилиш даври 225
Иш 135	Ёруғлик 182
Иссикликдан нурланиш 190	Ёруғлик йили 52
Инертлик 82	Товуш 175
Изотоплар 219	Частота 39
Инерциал саноқ тизими 83	Күёш суткаси 66
Күчиш бурчаги 40	

Фойдаланган адабиетлар рўйхати

1. Негізгі орта білім беру деңгейінің 7–9-сыныптарына арналған «Физика» пәнінен жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасы. – Астана: ҮІ.Алтынсарин атындағы ҰБА, 2017.
2. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Народное образование, 1998.
3. Демидова М.Ю., Коровин В.А. Методический справочник учителя физики. – М.: Мнемозина, 2003.
4. Мухамеджанова С.Т., Есназарова У.А., Жумагалиева С.Ж. Система организации научно-методической работы в школе. – ИПК. г. Алматы, 2002.
5. Ковжасарова М.Р. Технология обучения на основе системного подхода с использованием блочного системного структурированного представления изучаемого материала. Методические рекомендации. Алматы: «Мектеп», 2003.
6. А.А. Ванеев, Э.Д. Корж, В.П. Орехов. Преподавание физики в 9 классе. Москва: «Просвещение», 1980 г.
7. А.А. Ванеев, З.Г. Дубицкая, Е.Ф. Ярунина. Преподавание физики в 10 классе средней школы. Москва: «Просвещение», 1978 г.
8. В.П. Орехов, А.В. Усова, И.К. Турышев и др. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы. – Москва: «Просвещение», 1980 г.
9. М.М. Балашов. Физика. Пробный учебник для 9 класса средней школы. – Москва: «Просвещение», 1993.
10. «Физика». Перевод с английского А.С. Ахматова и др. – Москва: «Наука», 1965.
11. Л. Эллиот, У. Уилкокс «Физика». Перевод с английского под редакцией проф. А.И. Китайгородского. Москва: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1975 г.
12. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Физика. Учебник для 9 класса средней школы. – М.: «Просвещение», 1992.
13. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. – М.: «Просвещение», 1995.
14. Шахмаев Н.М. и др. Физика. Учебник для 11 класса средних школ. – М.: «Просвещение», 1991.
15. Элементарный учебник физики под ред. акад. Ландсберга, том III. – Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы. – Москва, 1973 г.
16. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Учебник для 11 классов средней школы. М.: «Просвещение», 1989 г.
17. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. – 2-е изд./глав.ред. М.Д. Аксенова. – М.: Аванта, 2000.

18. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. Сборник задач по физике. – Москва «Просвещение», 1984.
19. Сборник задач по физике: Для 10–11 кл. общеобразовательных учреждений/ Сост. Г.Н. Степанова. М.: «Просвещение», 2001 г.
20. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: Дидакт. Материал: 9–11 кл./ Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов и др. –М.: «Просвещение», 1993.
21. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал/ В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин и др. –М.: «Просвещение», 1987.
22. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Физика және астрономия. – Алматы: «КАЗАқпарат» баспа корпорациясы, 2014. –388 б. Мемлекеттік терминологиялық комиссия бекіткен.
23. Орысша-қазақша сөздік. А.Байтұрсынов атындағы Тіл білімі институты, – Алматы. Дайк-пресс – 2005.

Тасвирий материалларга ҳаволалар

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. liter.kz | 15. www.blogodisea.com |
| 2. pdd.adrive.by | 16. almatyregion-tour.kz |
| 3. sputniknews.kz | 17. ke.kz |
| 4. www.shyu.ru | 18. too-kpa.kz |
| 5. vse.kz | 19. neurodoctor.ru |
| 6. skisite.kz | 20. www.uhimik.ru |
| 7. starshop.kz | 21. secrets-world.com |
| 8. www.kakprosto.ru | 22. ellhnkaichaos.blogspot.com |
| 9. www.voxpopuli.kz | 23. alltheworldstokamaks.wordpress.com |
| 10. spacegid.com | 24. www.energovector.com |
| 11. turbina.ru | 25. www.svoboda.org |
| 12. vesti.kz | 26. metalmininginfo.kz |
| 13. www.altyn-orda.kz | |
| 14. images2.popmeh.ru | |

Мундарижа

Кириш	4
1-БОБ Кинематика асослари	5
1-§. Механик ҳаракат	6
2-§. Векторлар ва улар устида амаллар.	
Векторларнинг координаталар ўқларидағи проекциялари	12
3-§. Түғри чизиқли текис ўзгарувлан ҳаракат. Тезланиш	19
4-§. Түғри чизиқли текис ўзгарувлан ҳаракатдаги тезлик ва күчиш	25
5-§. Жисмларнинг эркин тушиши. Эркин тушиш тезланиши	32
6-§. Эгри чизиқли ҳаракат, моддий нұқтанинг айлана бўйлаб текис ҳаракати	
Чизиқли ва бурчак тезлик	38
7-§. Марказга интилма тезланиш	44
2-БОБ. Астрономия асослар	51
8-§. Юлдузли осмон	52
9-§. Осмон сфераси, осмон координаталар тизими	58
10-§. Осмон жисмларининг турли көнгликада күрінма ҳаракати,	
маҳалий вақт, минтақавий вақт, дунё вақти	64
11-§. Қоюш тизими. Сайёраларнинг ҳаракати	70
12-§. Астрономияда масофаларни аниқлашнинг параллакс усули	75
3-БОБ. Динамика асослари	81
13-§. Ньютоннинг биринчи қонуни, инерциал саноқ тизимлари	82
14-§. Механикада кучлар	87
15-§. Ньютоннинг иккинчи қонуни	92
16-§. Ньютоннинг учинчи қонуни	97
17-§. Бутун олам тортиши қонуни	102
18-§. Жисмнинг оғирлиги, вазнсизлик	107
19-§. Жисмларнинг оғирлик кучи таъсиридаги ҳаракати.	
Ернинг сұнъий йўлдошлари ҳаракати	112
4-БОБ. Сақланиш қонулари	119
20-§. Жисм импульси ва куч импульси. Импульснинг сақланиш қонуни	120
21-§. Реактив ҳаракат	125
22-§. Механик иш ва энергия	130
23-§. Энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни	135
5-БОБ. Тебранишлар ва тўлқинлар	141
24-§. Тебранма ҳаракат	142
25-§. Тебраниниш вақтида энергиянинг турлари. Тебранма ҳаракат турлари	147
26-§. Математика ва пружинали маятникларнинг тебранишлари	153
27-§. Эркин ва мажбурий тебранишлар, резонанс	158
28-§. Эркин ва электромагнит тебранишлар	164
29-§. Тўлқин ҳаракат	170
30-§. Товуш, товушнинг тавсифлари, акустик резонанс, акс садо	175
31-§. Электромагнит тўлқинлар. Электромагнит тўлқинлар шкаласи	181

6-БОБ. Атом тузилиши, атом ҳодисалари	189
32-§. Иссиқлик нурланиши.....	190
33-§. Ёруғлик квант түгрисида Планк гипотезаси.....	195
34-§. Рентген нурлари.....	202
35-§. Радиоактивлик. Радиоактив нурланиш табиати.....	208
36-§. Резерфорд тажрибаси. Атом тузилиши.....	212
7-БОБ. Атом ядроси.....	217
37-§. Ядовий ўзаро таъсир, ядро кучлари. Масса дефекти, атом ядросининг бөгланиш энергияси.....	218
38-§. Ядро реакциялари. Радиоактив емирилиш.....	224
39-§. Оғир ядроларнинг бўлиниши. Занжир реакция. Ядро реактори	228
40-§. Термоядро реакцияси. Радиоизотоплар, радиациядан ҳимояланиш.....	233
41-§. Элементар зарралар	239
Хулоса. Оламнинг замонавий физик манзараси.....	245
42-§. Физика ва астрономиянинг фалсафий маъноси.....	246
43-§. Экологик маданият.....	250
Қўшимчалар. Лаборатория ишлари ва жадваллар	255
1-қўшимча. Лаборатория ишлари	256
№1 лаборатория иши Текис тезланувчан ҳаракатдаги жисмнинг тезланишини аниқлаш	256
№2 лаборатория иши Горизонтал ташланган жисмнинг ҳаракатини текшириш	257
№3 лаборатория иши Математик маятник ёрдами билан эркин тушиб тезланишини аниқлаш	258
№4 лаборатория иши Сиртки тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлаш	259
1-қўшимча. Жадваллар.....	261
2-қўшимча. Юлдузли осмоннинг сурилма харитаси	264
Машқларнинг жавоблари	265
Уй вазифасининг жавоблари	265
Фан кўрсаткичлари.....	267
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	268
Тасвирий материалларга ҳаволалар	269

Оқулық басылым

**Назифа Анваровна Закирова
Руслан Рауфович Аширов**

ФИЗИКА

**Умумтаълим мактабларининг
9-синфи учун дарслик**

(өзбек тілінде)

Бас редакторы	К.Караева
Редакторлары	Ж.Кулдарова, Т.Базарханова
Техникалық редакторы	В.Бондарев
Көркемдеуші редакторы	Е.Мельникова
Суретші-безендіруші	О. Подопригора
Беттегендер	Л.Костина, С.Сулейменова, Г.Илишева
Мәтінін өзбек тіліне аударған	Н. Шукуралмева
Компьютерде өзбек тілінде беттеген	Г.Жадыранова

«Арман-ПВ»

Алматы қ., Ақсай-1А м/а, 28Б үй.

Тел.: 8 (727) 316-06-30, 316-06-31. E-mail: info@arman-pv.kz

«Жазушы» баспасы

050009, Алматы қаласы, Абай даңғылы, 143.

Тел.: 8 (727) 394-41-55, 394-41-59. E-mail: zhazushi@mail.ru

ИБ №7437

Басуға 16.09.2019 ж. қол қойылды. Пішімі $70 \times 100 \frac{1}{16}$.
Қағазы оғсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Оғсеттік басылыш.

Баспа табағы 17,0. Шартты баспа табағы 22,1.

Таралымы 6800 дана. Тапсырыс №

ISBN 978-601-200-670-4



9 786012 006704