

Закирова Н. А.
Аширов Р. Р.

ФИЗИКА

Умумтаълим мактабларининг
9-синфи учун дарслик

9



2019



ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3 я 72
3 16

*Қозғистон Республикаси
Таълим ва фан вазирлиги тасдиқлаган*

Ўзбек тилидаги наирга «Жазушы» наирёти тайёрлаган

Закирова Н.А., Аширов Р.Р.

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

ISBN 978-601-200-670-4

«Физика» дарслиги асосий ўргатаълим босқичининг 9-синфларига мўлжалланган янгиланиш доирасидаги таълим дастурига мувофиқ ёзилган. Дарслик материалларини баён қилишда ўқитишнинг илмийлиги ва ўқувчиларнинг ёш хусусиятлари эътиборга олинган.

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3 я 72

© Закирова Н.А., Аширов Р.Р., 2019
© «Арман-ПВ» баспасы, 2019

Барча ҳуқуқлари химояланган.
Босмаҳона рухсатисиз қўчириб
босиб чиқаришга бўлмайди.

Ўзбек тилине «Жазушы» баспасында
аударылды, 2019

ISBN 978-601-200-670-4

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



Ёдга тушинг!

Ўзлаштирилган материални такрорлаш учун топшириқлар



Эксперимент

Синфда бажариладиган экспериментал топшириқлар



Диққат қилинг!

Мураккаб топшириқларни бажаришга ёрдам берадиган ўқув материаллари



Бу қизиқ!

Мавзуга оид қўшимча ахборотлар



Жавобини айтинг

Физик ҳодисалар маъносини тушунтириш талаб этиладиган саволлар



Муҳим ахборот

Мавзунини чуқурроқ тушуниш учун керакли ахборотлар



Эслаб қолинг!

Эслатма



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

Сўз боши

Хурматли ўқувчилар! 9-синфга мўлжалланган ўқув материаллари физиканинг асосий курси дастурини тамомлайди. 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 Куёш 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 объектлар – 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 топшириқлар тавсия этилган. Топшириқлар 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 топшириқлар тадқиқот ишларини ўрганишга ёрдам беради.

Лаборатория ишлари, жадвалда келтирилган катталиқлар, 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 тушунчаларининг физик маъносини тушунтира оласиз;
- тезлик ва кўчишларни қўшиш теоремаларидан фойдаланишни; векторларни қўшиш ва айиришни бажаришни, векторни скалярга кўпайтиришни;
- векторнинг координаталар ўқиға проекциясини аниқлашни, векторни ташкил этувчиларға ажратишни;
- кўчишни, тезликни, тезланишни шу катталикларнинг вақтға 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 вақтға боғлиқлиги графикларини ясашни ва уларни тушунтиришни;
- эркин туришни 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 марказға интилма тезланиш формуласини қўллашни ўрганасиз.

1-§. Механик ҳаракат

Кутиладиган натижа

Ушбу маевзуну ўзлаштирганда:

- моддий нуқта, санок системаси (тизими), механик ҳаракатнинг нисбийлиги тушунчаларининг физик маъносини тушунтиришни, тезлик ва кўчишнинг кўшиш теоремаларини қўллашни ўрганадиз.

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 сайёралар, комета ва метеорлар, сунъий йўлдошлар ва космик кемалар бир-бирига нисбатан ҳаракатланади. Поездлар, автомашиналар, дарёдаги сувлар, ҳайвонлар ва кушлар механик ҳаракат қилади.

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



1-топшириқ.

Механик ҳаракатга иккита мисол келтиринг.



2-топшириқ

1. Жисм ҳаракатини тавсифлайдиган катталикларни вектор ва скаляр катталиқ деб иккига бўлинг. Катталикларнинг белгила-нишини ва ХБС даги ўлчов бирликларини ёзинг. Кўчиш ва босиб ўтилган йўлнинг қиймати бир хил бўладиган шартни кўрсатинг.



Ёдга тушинг!

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



Жавобини айтинг

1. Нима учун Ернинг Куёш атрофидаги ҳаракатида унинг ўлчамларини эътиборга олмаса ҳам бўлади?
2. Ким ўқни қўли билан тўхтата олади?
3. Қандай шароитда қия ёққан ёмғир томчилари автобуснинг ёнидаги ойнасидан тик оқади (1-расм)? Қандай шароитда ёмғир оқими қия бўлади (2-расм)?



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



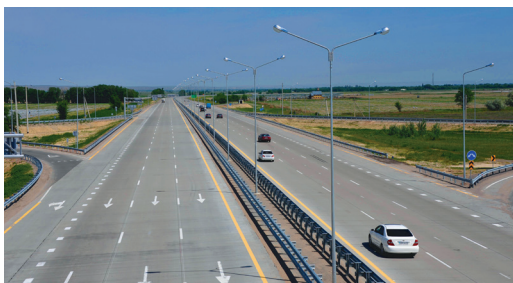
2-расм. Автобус ёнидаги ойнасидан ёмғирнинг қия оқиши



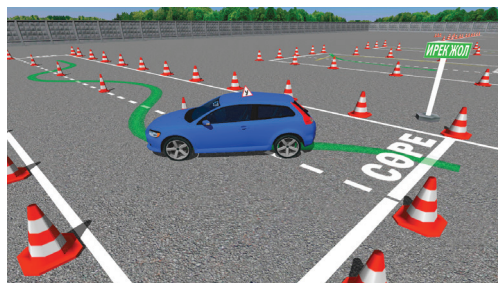
Жавобини айтинг

Қандай шароитда автомобилни моддий нуқта деб қараш мумкин?
Талдиқўрғон – Алмати йўналишида ҳаракатланаётган вақтдами ёки автомобилни бошқариш имтиҳонини топшираётгандами (3, 4-расмлар)?

Кинематика – механиканинг жисмлар ҳаракати сабабларини эътиборга олмайдиган бўлими.



3-расм. Талдиқўрғон – Алмати тош йўли



4-расм. Автомобилни бошқариш имтиҳонининг топширилиши

II. Моддий нуқта

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



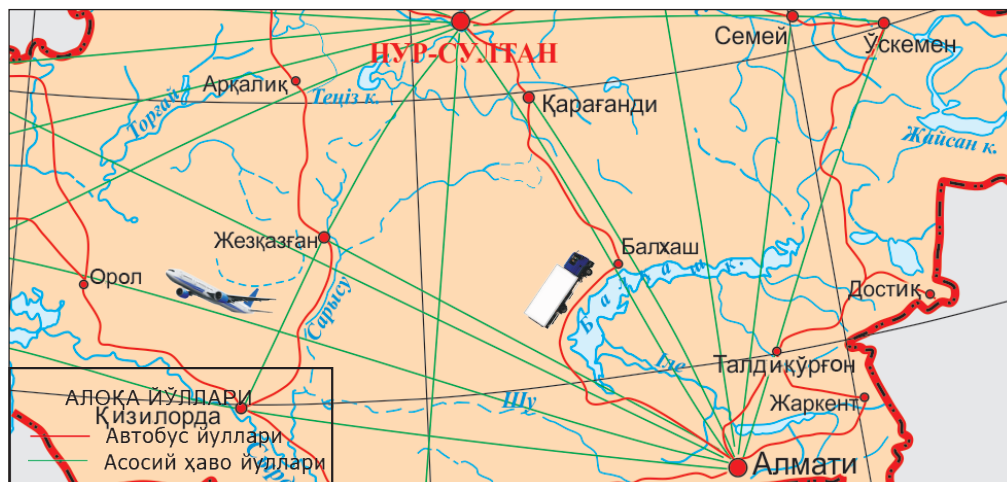
3-топшириқ.

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 нуқтасига, ҳаракат турига, жисмнинг тезлигига, ҳаракат вақтига боғлиқ

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

Бир манзилдан иккинчи манзилга қатнай-
диган автобус ҳаракати қаралаётганда уни
моддий нуқта деб ҳисоблаш мумкин. Автобус
паркка кирганда автобуснинг ўлчамлари эъти-
борга 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 ўрганганда
саноқ жисми билан боғланган координаталар
tizimini танлаб олиш зарур.

Саноқ жисми деб ҳаракатдаги жисмга нисба-
тан қараладиган жисмга айтилади.

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

*Координаталар тизими, саноқ жисми ва
ҳаракат вақтини аниқлайдиган асбоб – саноқ
tizimini ташкил қилади.*

IV. Механик ҳаракатнинг нисбийлиги

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

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



Эксперимент

Гуруҳларга бўлиниб,
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 ҳара-
катланаётган гуруҳга
нисбатан қандай
ўзгаради?*
3. *Нима учун жисм ҳара-
катини тавсифлаганда
саноқ тизимини кўрса-
тиш керак?*



5-топшириқ

Автомобиль шарққа
қараб 20 м/с тезлик билан
ҳаракатланмоқда.

- 1) Кузатувчи ва автомобиль
орасидаги масофа 50 м
бўлганда, автомобилнинг
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,
автомобилнинг координата-
лари қандай бўлади?

ечишда танлаб олинган саноқ тизимини кўрсатиш зарур.

V. Тезлик ва кўчишларни кўшиш теоремаси

Агар жисм мураккаб ҳаракатда бўлса, масалан, йўловчи ҳаракатланаётган поезднинг тамбурига йўналса, унинг тезлиги перронга нисбатан нисбий ва кўчирма тезликнинг геометрик йиғиндисига 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 тизимнинг қўзғалмас саноқ тизимига нисбатан тезлиги. Йўловчининг поездга нисбатан тезлиги $\vec{v}_{\text{нисбий}}$ нисбий тезлик дейилади.

Геометрик йиғинди алгебраик йиғиндидан векторлар йўналишини ҳисобга олиш билан фарқланади.

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

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

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

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

(1), (2), (3) формулаларни ҳаракат вақтига кўпайтириб, кўчишларни вектор кўринишда кўшиш формуласини ҳосил қиламиз:

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

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 кўчишларни кўшиш теоремаларини келтириб чиқарамиз.



Жавобини айтинг

Жисмнинг:

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



Ёдга тушинг!

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



6-топшириқ

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 қирғоққа нисбатан тезлиги билан дарё тезлигининг йиғиндисига тенг бўлади (6, 7-расмлар)?



Эксперимент

Координаталар текислигида ўзингиз танлаб олган масштабда «Уй – мактаб» йўл харитасини тасвирланг. Траектория узунлигини 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 пайтда сизнинг қўзғалмас саноқ тизимига нисбатан тезлигингиз 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 кўлидаги 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 ҳаракатлангандаги тезлиги 21 км/соат, оқимга қарши ҳаракатлангандаги 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 бормоқда. Одам қанча вақтда Ерга нисбатан 30 м силжийди?
4. Қайикнинг сувга нисбатан тезлиги дарё оқимининг тезлигидан n марта ортиқ. Оқим бўйлаб ҳаракатга кетган вақт оқимга қарши кетган, сузганга, вақтдан неча марта ортиқ?

1. Ҳаракатдаги метро эскалаторидаги одам Ер билан боғлиқ санок системасида тинч ҳолатда бўла оладими? Жавобингизни тушунтиринг.
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 ўқларидаги проекциялари

Кутиладиган натижалар

Ушбу маъзунни ўзлаштирганда:

- векторни қўшиш ва айиришни, векторни скалярга кўпайтиришни;
- векторнинг координаталар ўқига проекциясини топишни;
- векторни ташкил этувчиларга ажратишни ўрганасиз.



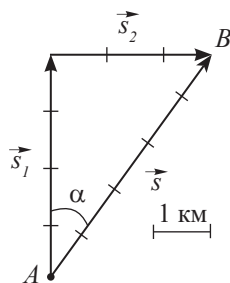
Ёдга туширинг!

Кўчиш – жисмнинг бошланғич вазияти билан охириги вазиятини туташтирувчи йўналтирилган кесма.



Жавоби қандай?

1. Нима учун узоқ юриб ўтган жисмнинг кўчиши нолга тенг бўлиши мумкин?
2. Кўчиш босиб ўтилган йўлдан ортиқ бўлиши мумкин ми?
3. Нега векторларни алгебраик йўл билан қўшишга бўлмайди?



9-расм. Кўчишларни (векторларни) учбурчак қоидаси билан қўшиши

Векторлар устида амаллар бажарганда уларнинг йўналишини эътиборга олиш керак. Иккита векторни қўшганда *учбурчак* ёки *параллелограмм қоидаси* қўлланилади.

I. Векторларни учбурчак қоидаси бўйича геометрик қўшиш

Векторларни учбурчак қоидаси бўйича қўшишни мисоллар ёрдамида кўриб чиқамиз.

Кўй боқиб юрган чўпон шимолга қараб $s_1 = 4$ км, сўнгра шарққа қараб $s_2 = 3$ 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. Алматы вилоятидаги яйлов

Олинган \vec{s} кесма \vec{s}_1 ва \vec{s}_2 кўчишларнинг вектор йиғиндиси бўлиб ҳисобланади:

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

Векторларни қўшишнинг қаралаётган усули уларни қўшиш натижасида пайдо бўлган

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

Ҳосил бўлган учбурчак тўғри бурчакли, s 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 тенг, пропорция тузамиз:

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

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

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

II. Бир неча векторни кўпбурчак қоидаси бўйича геометрик кўчиш

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

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

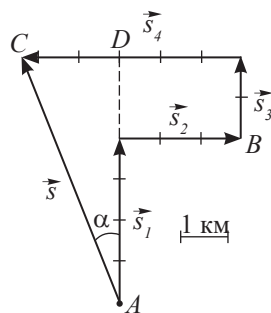
$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \vec{s}_3 + \vec{s}_4. \quad (3)$$

Векторлар йиғиндисининг сон қиймати геометрия қоидалари бўйича аниқланади. Чўпоннинг

Муҳим ахборот

Учбурчак қоидаси

Векторларни қўшиганда биринчи векторнинг охирини иккинчи векторнинг боши билан, уни ўзига параллел жойлаштириб қўйиши керак. Биринчи векторнинг бошини иккинчи векторнинг охири билан қўшадиган йўналтирилган кесма векторларнинг йиғиндиси бўлади. Векторларнинг йиғиндисини аниқлаш учун уларни ўзларига параллел олдинги векторнинг охири кейинги векторнинг боши бўладиган ҳолда жойлаштириши керак. Биринчи векторнинг бошини охириги векторнинг охири билан бирлаштирадиган йўналтирилган кесма векторлар йиғиндиси бўлади.



10-расм. Учбурчак қоидаси бўйича бир неча векторларни қўйиши

1-топшириқ

- 10-расмдаги $\triangle ACD$ учбурчакларнинг томонларини аниқланг. Пифагор теоремаси бўйича чўпоннинг кўчишини топинг.
- АС кесманинг узунлигини ўлчаб ва масштабни қўлланиб, кўчишни аниқлаган ҳолда олинган натижани текширинг.

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

III. Векторларни параллелограмм қондаси бўйича қўшиш

Ҳаракатланаётган автомобилнинг 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 $\vec{v}_{илг}$ тезлик билан илгариланма ҳаракатда ва $\vec{v}_{айл}$ тезлик билан соат стрелкаси бўйича айланма ҳаракатда қатнашади.

Нуқтанинг тезлигини аниқлаш учун векторларга параллел чизиқлар ўтказиб, параллелограмм яшаш 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 $\vec{v}_{илг}$ ва $\vec{v}_{айл}$ векторларнинг йиғиндиси бўлиб ҳисобланади.

$$\vec{v} = \vec{v}_{илг} + \vec{v}_{айл} . \quad (4)$$

IV Векторларни айириш

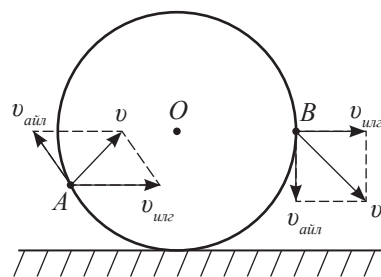
Математика курсидан маълумки, векторларнинг айирмаси – биринчи ва иккинчи векторга қарама-қарши векторнинг йиғиндисига тенг:

2-топшириқ

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

Муҳим ахборот

Бир чизиқда ёки параллел чизиқларда ётган икки вектор *коллинеар векторлар* деб аталади.



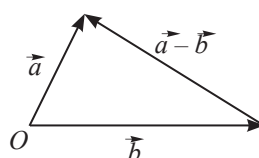
11-расм. Ғилдирак нуқталарининг мураккаб ҳаракати

Муҳим ахборот

Параллелограмм қондаси
Икки векторнинг йиғиндисини аниқлаш учун векторларнинг бошини ўзларига параллел жойлаштириб қўшиш керак ва векторлар билан параллелограмм яшаш керак. Векторларнинг бошланиш нуқтасини қўшимча ясалган томонларнинг кесишиш нуқтаси билан туташтирадиган йўналтирилган кесма векторларнинг геометрик йиғиндиси бўлиб ҳисобланади.

Эслаб қолинг!

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



12-расм. Векторларни айириш

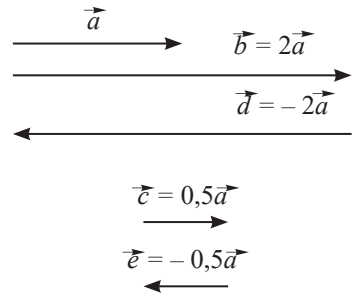
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + (-\vec{v}_2)$$

Векторларни айириш учун камаювчи векторга қарама-қарши вектор ясаб, уни биринчи векторга учбурчак ёки параллелограмм қондаси бўйича қўшиш керак.

V. Векторларни скаляр кўпайтириш

\vec{a} векторни мусбат сонга кўпайтириш натижаси йўналишдош (бир хил йўналган) 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 йўналган бўлади, масалан, $\vec{d} = -2\vec{a}$, $\vec{e} = -0,5\vec{a}$. Натижаловчи векторнинг модули бошланғич вектор модулининг берилган сонга кўпайтмасига тенг.



13-расм. Коллинеар векторлар



14-расм. Тезлик векторини расмда тасвирлаш

VI. Жисм координаталари ва кўчиш проекциялари

Текисликдаги жисмнинг вазияти x ва y координаталар билан аниқланади.

Координаталар текислигида жисмнинг бошланғич вазияти координаталарини x_0, y_0 A нуқта билан, охириги вазиятининг координаталарини x, y B нуқта билан кўрсатамиз (15-расм). Йўналтирилган кесма жисмнинг A нуқтадан B нуқтага кўчишини кўрсатади. S кесма гипотенуза бўлгани учун кўчишнинг сон қийматини Пифагор теоремаси ёрдамида аниқлаш мумкин.

15-расмдан кўришиб турибдики, AC катет s_x кесмага, BC катет эса s_y кесмага тенг. Белгиланган кесмалар мос координаталарнинг айирмаси билан аниқланади:

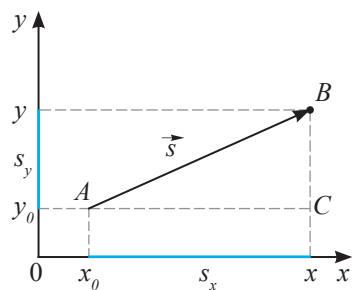
$$s_x = x - x_0; s_y = y - y_0.$$

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

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

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

Жавобини айтинг
Расмда қарама-қарши йўналишда ҳаракатланаётган жисмнинг қандай тасвирлаш мумкин?



15-расм. \vec{s} векторнинг Ox ва Oy ўқларидаги проекцияси

s_x ва s_y кесмалар кўчиш векторининг Ox ва Oy ўқлардаги проекциялари деб аталади.

Агар жисм уч ўлчовли фазода кўчса, у ҳолда унинг кўчиши кўчиш векторининг Oz ўқига s_z проекциясини ҳисобга олган ҳолда аниқланади:

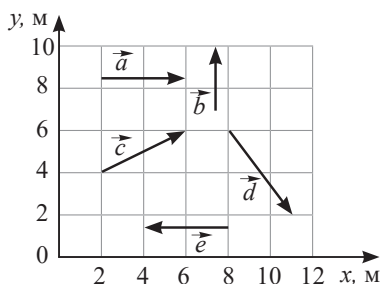
$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2 + s_z^2}$$



4-топшириқ

16-расмда Ox ва Oy 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 таштирувчи кесмадан иборат.

Проекциялар мусбат ва манфий кийматларга эга бўла олади.

VII. Векторларни ташкил этувчиларга ажратиш

Баъзи масалаларни ечишда векторларни ташкил этувчиларга ажратиш тавсия этилади. Бу усул горизонтга (уфқга) бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракатини ўрганишда қўлланилади (17-расм). Агар Ox ва Oy ўқларидаги ҳаракатни алоҳида кўриб чиқсак, масалани ечиш осон бўлади. Жисм тезлигини танлаб олинган ўқларга параллел ташкил этувчи векторларга ажратади. Горизонтал ва вертикал ташкил этувчиларнинг сон кийматлари тригонометрик функциялар ёрдамида аниқланади: $v_x = v \cos \alpha$, $v_y = v \sin \alpha$.



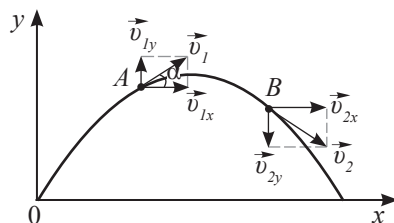
Эслаб қолинг!

Векторнинг бошланғич ва охири нуқталари проекцияларини топиш учун кўрсатилган ўққа ўша нуқталардан перпендикуляр тушириш керак. Агар охири координата бошланғич координатадан катта бўлса, проекциянинг қиймати мусбат бўлади. Бундай ҳолда кўчиш вектори бош нуқта проекциясидан охири нуқта проекциясига ўқ йўналиши бўйича йўналтирилади. Агар охири координата бошланғич координатадан кичик бўлса, проекциянинг қиймати манфий бўлади. Сабаби векторнинг бош нуқтаси проекциясидан охири нуқта проекциясига кўчиши берилган ўқ йўналишига қарама-қарши йўналтирилади.



Жавобини айтинг

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



17-расм. Векторларни ташкил этувчиларга ажратиш



Диққат қилинг!

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



18-расм. Медеу-Шимбулоқ осма йўли



Эслаб қолинг!

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



5-топшириқ

1. 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 ($\sin 15^\circ \approx 0,26$; $\cos 15^\circ \approx 0,96$).
2. Расмда тезлик векторини ва унинг ташкил этувчиларини тасвирланг.

Текшириш саволлари

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



Машқлар

2

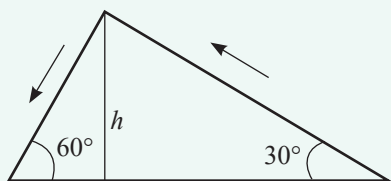
1. Қайиқ кўлда шимоли-шарқий йўналишда 2 км сузиб ўтди, сўнгра шимолга қараб яна 1 км сузди. Кўчиш йўналиши ва модулини геометрик усулда аниқланг.

2. Вертолёт тўғри чизиқ бўйлаб 40 км горизонтал учиб ўтди, шундан кейин 90° га бурилиб яна 30 км учди. Вертолётнинг учиб ўтган йўлини ва кўчишини аниқланг.
3. 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.

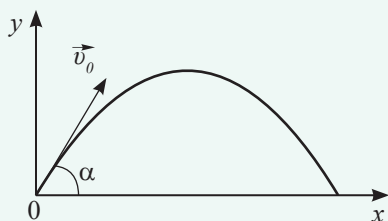
Машқлар

2

1. Бир гуруҳ саёҳатчилар дастлаб шимоли-ғарбий йўналишда 400 м, сўнгра шарққа қараб яна 500 м, кейин шимолга қараб яна 300 м юрдилар. Геометрик усулда гуруҳнинг кўчиш йўналишини ва модулини аниқланг.
2. Саёҳатчи $h = 10$ м баландликка асосидан 30° ли бурчак ҳосил қилиб кўтарилди, сўнгра ўша баландликдан асосига 60° ли бурчак ҳосил қилган қиялик бўйлаб пастга тушди (19-расм). Сайёҳатчининг босиб ўтган йўли ва кўчишининг модули нимага тенг? Жавобини ХБТ да кўрсатинг ва бутун сонгача яхлитланг.
3. 60° ли бурчак остида горизонтга қия отилган жисмнинг бошланғич тезлигини ташкил этувчиларга ажратинг (20-расм). Жисмнинг бошланғич тезлигини 10 м/с деб олиб, ташкил этувчиларнинг сон қийматларини аниқланг.



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



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

Экспериментал топшириқ

Декарт координаталар тизимини хона билан, Ox ўқини пол ва ташқи деворнинг кесишиш чизиғи билан, Oy ўқини пол ва хоналараро деворнинг кесишиш чизиғи билан, Oz ўқини шу деворларнинг кесишиш чизиғи билан мослаштириб боғлаштиринг. Ўз столнинг 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-§. Тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракат. Тезланиш

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзунини ўзлаштиришда:

- *тезлик ва тезланишнинг вақтга боғлиқлиги графигидан кўчиш, тезлик ва тезланишни аниқлашни ўрганасиз.*



Жавобини айтинг

1. Берилган маршрут бўйича поезднинг, автобуснинг ҳаракат графигини тузиш учун қандай тезлик қўлланилади?
2. Автомобилнинг гараждан чиқиш пайтидаги, йўлдаги, тўхташ олдидаги ҳаракатида қандай жиддий фарқ бор?
3. Ҳаракат тезлигининг ўзгаришини қандай катталик билан таъсирлаш мумкин?



1-топшириқ

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



Жавобини айтинг

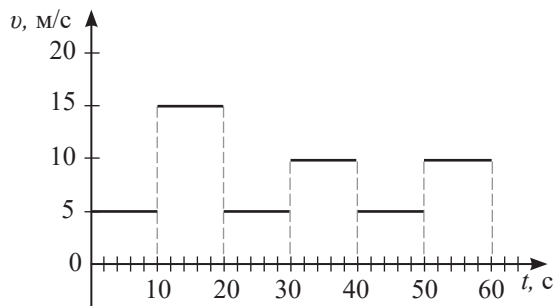
1. Йўлнинг алоҳида қисмида босиб ўтилган йўлни берилган вақт оралиғидаги тезликнинг вақтга боғлиқлиги графигидаги тўғри тўртбурчакнинг юзи сифатида аниқлаш мумкинми?
2. Нима учун йўлнинг биринчи қисмидаги ўртача тезликни бутун босиб ўтилган йўл учун қўллаш мумкин эмас?

I. Нотекис ҳаракат тезлиги

Нотекис ҳаракат да жисмнинг тезлиги ўзгаради. Йўлнинг ҳар қайси қисмида тезлик турлича бўлиши ва айти пайтда алоҳида олинган йўл қисми учун ўзгармас бўлиб қолиши мумкин. Бундай ҳолда ҳаракатнинг ўртача тезлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

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

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



21-расм. Нотекис ҳаракатда тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиги

II. Текис ўзгарувчан ҳаракат.

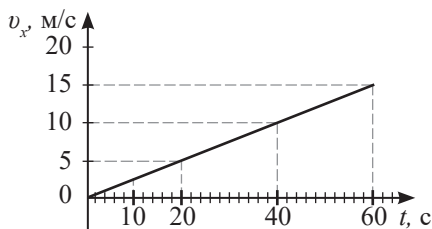
Оний тезлик. Тезланиш

Исталган тенг вақтлар оралиғида тезликнинг бир хил қийматга ўзгаришини кўриб чиқамиз. Бундай ҳаракат тури *текис ўзгарувчан ҳаракат* деб аталади. Ўша вақт оралиғидаги тезлик *оний тезлик* дейилади.

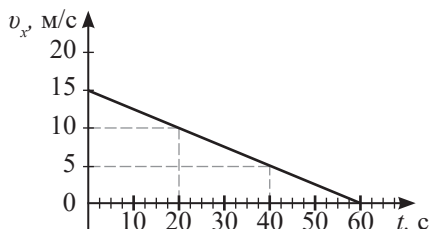
Оний тезлик кўчишнинг шу кўчиш бажарилган вақтга нисбатига тенг (бу вақт оралиғи нолга интилганда). Ушбу таърифни $\Delta t \rightarrow 0$ шартда $v = \Delta s / \Delta t$ формула билан ифодалаш мумкин.

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

Текис ўзгарувчан ҳаракатда бўлган жисм тезлигининг ўзгариш табиатини тавсифлаш учун вектор катталиқ-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 катталиқ. 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 катталиқларнинг йўналиши жисм ҳаракатининг турига қандай таъсир кўрсатишини кўриб чиқамиз. Тезликнинг ўзгариши – охириги ва бошланғич тезлик векторларининг айирмасига тенг:

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

Векторлар айирмасини векторларнинг йиғиндиси шаклида кўрсатамиз:

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



2-топшириқ

- 22 ва 23-расмлардаги график бўйича автомобиль тезланишини аниқланг. Тезланишни ҳисоблаш учун (2) формуланинг Ox ўқига проекциясини қўлланг

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t} \quad (3).$$

- Натيجанинг графикда олинган кийматга боғлиқ эмаслигини исботланг.



Жавобини айтинг

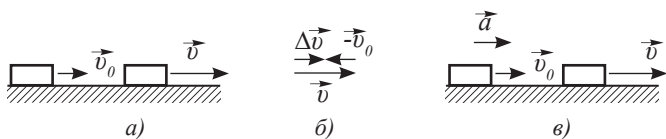
Нима учун ҳаракатланувчи жисм тезланишини тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиги қиялик бурчагининг тангенси сифатида аниқлаш мумкин?

Тезлиги ортиб, тўғри чизиqli ҳаракатланаётган жисм учун тезланиш ва тезликнинг ўзгариш векторлари йўналишини аниқлайлик (24-а расм).

Иккинчи векторнинг бошини биринчи векторнинг охири билан давом эттириб, \vec{v} ва $-\vec{v}_0$ векторларни қўшамиз (24-б расм).

Биринчи вектор бошини иккинчи векторнинг охири билан бирлаштирувчи вектор векторларнинг йиғиндиси бўлади, унинг йўналиши жисм ҳаракати йўналиши билан бир хил, демак, тезланиш вектори жисм ҳаракатининг йўналиши билан бир хил йўналади (24-в расм).

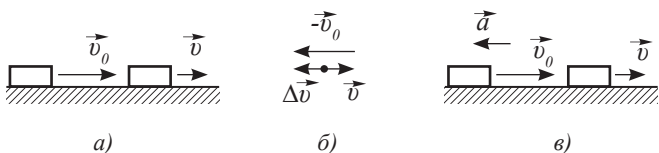
Агар тезланиш вектори билан тезлик вектори бир тўғри чизиqli бўйлаб йўналган ва тезланишнинг қиймати ўзгармас бўлса, жисмнинг ҳаракати тўғри чизиqli текис ўзгарувчан ҳаракат дейилади.



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

4-топшириқ

1. 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

2. 26-расмда берилган графикда жисм текис тезланувчан, текис секинланувчан, текис ҳаракатланадиган оралиқларни кўрсатинг.
3. Ўз мулоҳазаларингизни графикнинг ҳар қайси қисмидаги тезланишни ҳисоблаш орқали текшинг.

3-топшириқ

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

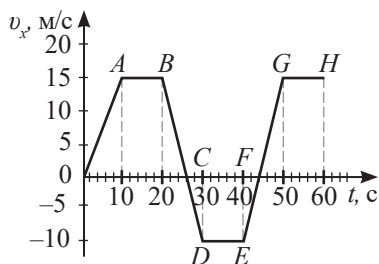
Жавобини айтинг

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

Эслаб қолинг!

Агар тезланиш векторининг йўналиши тезлик векторининг йўналиши билан бир хил ва унинг катталиги ўзгармас бўлса, жисм тўғри чизиqli текис тезланувчан ҳаракатда бўлади (ТТХ).

Агар тезланиш векторининг йўналиши тезлик векторининг йўналишига қарама-қарши ва унинг катталиги ўзгармас бўлса, у ҳолда жисм тўғри чизиqli текис секинланувчан ҳаракатда бўлади. (ТСХ).



26-расм. 4 (2)-топшириқ учун



Жавобини айтинг

1. Вақтнинг қандай пайтида жисм тўхтаган (26-расм)?
2. Тезлик проекциясининг манфий қиймати қандай физик маънога эга?
3. Нима учун тезлик ва тезланишнинг манфий қийматида жисм текис тезланувчан ҳаракатланади (26-расмда CD қисми)?

IV. Текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезланиш ва тезликнинг вақтга боғлиқлиги графиклари

(3) формуладан ҳаракат тезлиги вақтга тўғри пропорционал боғланган, пропорционаллик коэффициенти тезланиш эканлигини аниқлаймиз:

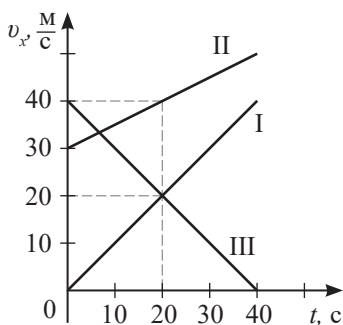
$$v_x = v_{0x} + a_x t \quad (4)$$

Бошланғич тезлик қиймати нолга 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 ўқиға параллел тўғри чизиқдан иборат (27-расм). График тагидаги фигуранинг юзи сон қиймати жиҳатидан t_1 вақтдаги тезлик катталигига тенг.

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

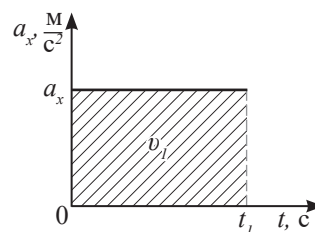


28-расм. I, II ва III жисмлар ҳаракат тезлигининг вақтга боғлиқлиги графиги



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. Тезланишнинг 0x ўқиға проекциясининг вақтга боғлиқлиги графиги



6-топшириқ

Енгил атлетикачининг мусобақа бошлангандан 2 с ўтгандан кейинги тезлигини аниқланг. Унинг тезланиши $4,5 \text{ м/с}^2$ (29-расм).



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

Масалаларнинг натижаларига эътибор беринг ва эслаб қолинг:

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



Муҳим ахборот

Тўғри пропорционал боғланиш графиги тўғри чизиқдан иборат.



Эслаб қолинг!

Агар функция аргументга тўғри пропорционал боғланган бўлса, унинг ўртача қийматини берилган ораликдаги бошланғич ва охири қийматларининг ўрта арифметици сифатида аниқлаш мумкин.



7-топшириқ

1. 28-расмдаги график бўйича:
 - жисмларнинг бошланғич тезликларини,
 - жисмларнинг 20 с дан кейинги тезликларини, тезланишларини,
 - жисмларнинг 20 с ичида босиб ўтган йўлини аниқланг.
2. Ҳар бир жисмнинг ҳаракат турини айтинг.

Текшириш саволлари

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

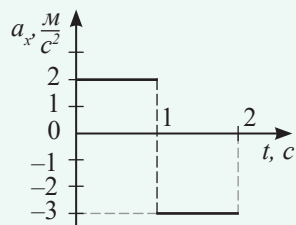


Машқ

3

1. Текис ҳаракатланаётган 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.
2. Ҳаракат бошлангандан 1/6 мин ўтгандан кейин поезднинг тезлиги 0,6 м/с га етди. Ҳаракат бошлангандан қанча вақт ўтганда поезднинг тезлиги 3 м/с га тенг бўлади?
3. Жисм $0x$ ўқи бўйлаб ҳаракатланади. 30-расмда жисм тезланиши a_x проекциясининг вақтга боғланиш графиги тасвирланган. Вақтнинг

бошланғич пайтида $t = 0$ жисм тезлигининг проекцияси $v_{0x} = 3$ м/с га тенг бўлган. $t = 1$ с ва $t = 2$ с пайтлардаги жисм тезлишининг v_x проекциясини аниқланг. Тезликнинг вақтга боғлиқлиги графигини ясанг, жисмнинг босиб ўтган йўлини аниқланг.

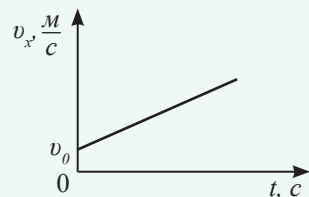


30-расм. 3-машқдаги масала учун

Машқ

3

1. Автомобиль йўлнинг биринчи ярмини 36 км/соат, иккинчи ярмини 15 м/с тезлик билан юриб ўтди. Автомобилнинг ўртача тезлигини км/соатларда ҳисобланг.
2. Велосипедчи қияликка қараб $0,3$ м/с² тезланиш билан ҳаракатланмоқда. Агар унинг бошланғич тезлиги 4 м/с бўлса, $1/3$ мин дан кейин велосипедчининг тезлиги қандай бўлади?
3. 31-расмда жисм тезлиги модулининг вақтга боғлиқлиги графиги берилган, жисм ҳаракатининг табиатини аниқланг. Жисм тезланиши модулининг вақтга боғлиқлиги графигини ясанг.



31-расм. 3-машқдаги 3-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

Ушбу мавзунини ўзлаштирганда:

- масалалар ечишда тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлик ва тезланиш формулаларини қўллашни;
- тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги координаталар ва кўчиш тенгламаларидан масалалар ечишда фойдаланишни;
- кўчишнинг вақтга боғлиқлиги графигидан кўчишни аниқлашни ўрганасиз.

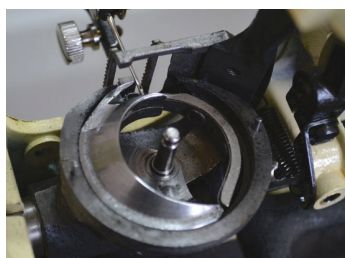
Кинематиканинг асосий вазифаси – исталган вақтда жисмнинг фазодаги вазиятини аниқлашдан иборат. Бу вазифани бажариш учун жисм координатасини аниқлаш керак. У жисм ҳаракатининг турига, тезланишига, тезлигига, кўчишига боғлиқ.

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.



Жавобини айтинг

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



32-расм. Тикув машиналарида игна ва тикув қайиғи қурilmаси ҳаракатини соzлаш

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



Ёдга туширинг!

Текис ҳаракат формулалари:

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

$$s_x = v_x \cdot t.$$

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



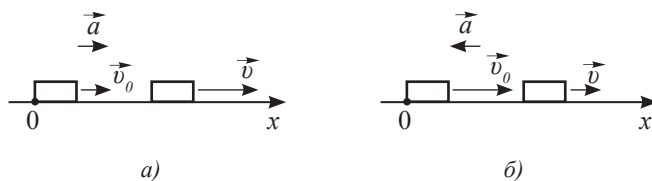
1-топшиқ

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 проекцияланиши ва вектор кўринишида ёзилган формулалар бир хил бўлади. Масалан, 3-§ даги (1) формуладан келиб чиққан тезлик формуласи вектор кўринишида 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 турларидаги тезлик ва тезланиш векторлари тасвирланган. Ҳаракат $0x$ ўқига нисбатан қаралади.



33-расм. ТТХ ва ТСХ да тезлик ва тезланиш 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 тезланиш проекцияси манфий бўлади. Демак, тезликни ҳисоблаш формуласи бундай кўринишга эга: $v = v_0 - at$.

II. Текис ўзгарувчан ҳаракатда жисмнинг кўчишини ҳисоблаш формуласи

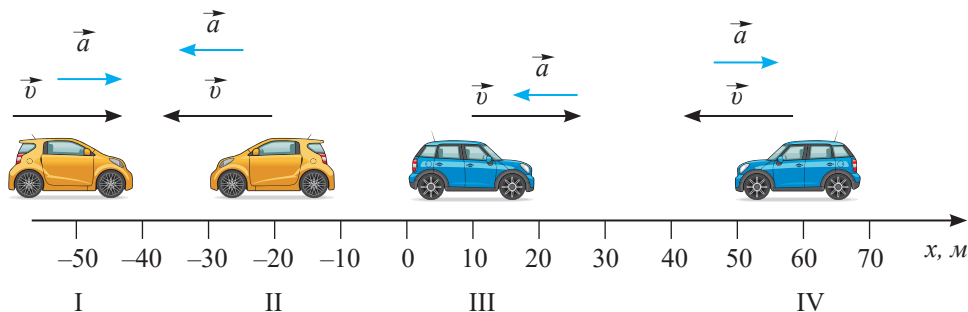
Жисмнинг текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлигининг ўртача қийматини, жисмнинг бошланғич ва охириги ҳаракат тезликларининг ўрта арифметиғи кўринишида ифодалаймиз:



2-топшириқ

34-расмда тасвирланган 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 тенг $v_0 = 0$ деб олиб, проекция ишораларини эътиборга олган ҳолда, модуллари бўйича тезликнинг ватга боғлиқлиғи тенгламасини ёзинг.
3. Тенгламани бошланғич тезлик нолга тенг бўлмайдиган ҳоллар учун ёзинг.



34-расм 2-топшириқ учун

$$v_{\text{ўрт}} = \frac{v_{0x} + v_x}{2}$$

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

$$v_{\text{ўрт}} = \frac{v_{0x} + v_{0x} + a_x t}{2} = v_{0x} + \frac{a_x t}{2}.$$

Уни жисм кўчишини ҳисоблашга доир $s_x = v_{\text{ўрт}} t$ формулага қўямиз, натижада қуйидаги 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-топшириқ

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

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

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

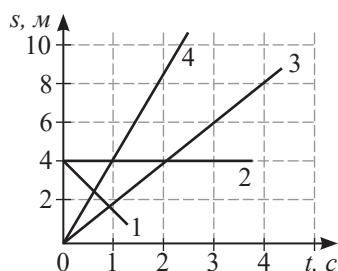
$$v_{3x} = -2 + 0,5t;$$

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

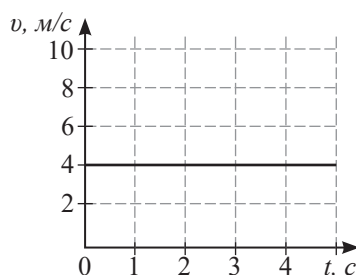


4-топшириқ

35 ва 36-расмлардаги текис ҳаракат (ТХ) 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 тезлиkning 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 кўчишни ҳисоблаш формуласига қўямиз:

$$s_x = v_{\text{ўрт}} t = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot \frac{v_x - v_{0x}}{a_x} = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}.$$



Жавобини айтинг

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

Олинган ифода ҳаракат вақти 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 шартда 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 қуйидаги формула орқали боғланади:

$$x = x_0 + s_x.$$

Кўчишнинг вақтга боғлиқлигини ҳисобга олиб, жисмнинг ҳаракат қонунини оламир:

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

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

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

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

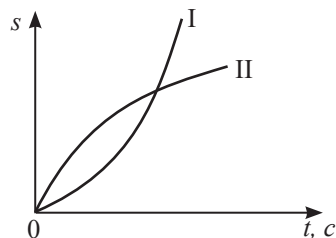
Ҳаракат қонуни – ҳаракат табиатини аниқлашга имкон беради. Агар тезлик ва тезланиш проекцияларининг ишоралари бир хил бўлса, ҳаракат текис тезланувчан, агар ишоралари қарама-қарши бўлса, у ҳолда текис секинланувчан ҳаракат бўлади.

V. Жисмларнинг учрашиш жойини ва вақтини аниқлаш

Жисмларнинг учрашиш шarti – улар координаталарининг тенглашиши $x_1 = x_2$. Тенгликни вақтга нисбатан ҳисоблаб, учрашиш вақтининг қийматини оламир.

VI. Жисм кўчишининг ҳаракат вақтига боғлиқлиги графиги

Жисм кўчишининг вақтга боғлиқлиги графиги парабола тармоғи бўлиб ҳисобланади (37-расм). $0x$ 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.



37-расм. Текис ўзгарувчан ҳаракатдаги кўчишининг вақтга боғлиқлиги графиги

Эслаб қолинг!

1-жадвал. Текис ўзгарувчи ҳаракатни тавсифловчин катталикларнинг формуллари

Тезланиш	$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$
Ўртача тезлик	$v_{\text{ўрта}} = \frac{v_0 + v}{2}$ (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	$x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$

5-топшириқ

Кутаётган кузатувчига нисбатан автобус ҳаракатининг тенгламаси $x = 5 + 5t + 2,5t^2$. Автобус дастлабки 3 с да текис тезланувчан, сўнгра текис ҳаракатланди.

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 секунддан кейинги кўчишнинг қийматини аниқланг.

5-топшириқ

Текис ўзгарувчан ҳаракат учун бошланғич тезликсиз кўчишни 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 етишини аниқланг. Автомобиль ҳаракатни бошлаганда улар орасидаги масофа 240 м бўлган. Автомобиль велосипедни қувиб ўтадиган нуқта координатасини кўрсатинг.

Берилган:

$a = 10 \text{ м/с}^2$

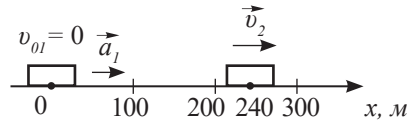
$v_{01} = 0$

$v_2 = 10 \text{ м/с}$

$l = 240 \text{ м}$

Ечилиши:

Расмда ҳаракатланаётган жисмлар вазиятини тасвирлаймиз.



$\Delta t = ?$

$x = ?$

0x ўқини ҳаракат йўналиши бўйлаб йўналтирамиз, координатанинг санок боши сифатида автомобилнинг вазиятини оламиз.

Текис тезланувчан ҳаракат учун жисмларнинг ҳаракат қонуни:

$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$, $x_{01} = 0$ ва $v_{0x} = 0$ бўлгани боис, автомобиль учун қуйидаги 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 қувиб етганда уларнинг координаталари бир хил бўлади:

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

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

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

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

Иккинчи жавоб масаланинг шартини қаноатлантормайди. (2) тенгламага вақт қийматларини қўйиб, координатани топамиз:

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

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

Текшириш саволлари

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

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

1. Вагон текис секинланувчан ҳаракатланмоқда. Унинг бошланғич тезлиги 54 км/соат, тезланиши 0,3 м/с² га тенг. Вагон тўхтагунга қадар қанча масофани босиб ўтади? Жавобни ХБТ бирлигида беринг.
2. Автомобиль ҳаракатни 2 м/с² ўзгармас тезланиш билан бошлади. Унинг тезлиги 72 км/соатга етганда қанча йўл босиб ўтганини аниқланг.
3. Икки автомобилнинг шосседаги ҳаракати $x^1 = 2t + 0,2t^2$ ва $x_2 = 80 - 4t$ тенгламалар билан берилган. Ҳаракатни тасвирлаб,
 - а) автомобилларнинг учрашиш вақтини ва урнини;
 - б) вақт саноғи бошлангандан 5 мин ўтгандан сўнг улар орасидаги масофани;
 - в) биринчи автомобиль санок бошида бўлганда иккинчи автомобилнинг координатасини аниқланг.

Экспериментал топшириқ

Қия текисликдан сирпанган жисмнинг биринчи, иккинчи, учинчи секунддаги қўчишини аниқланг. Олинган натижалар орасидаги нисбатни топинг.

$s_1 : s_2 : s_3 = 1 : 3 : 5$ нисбат бажариладими, текширинг.

5-§. Жисмларнинг эркин тушиши. Эркин тушиш тезланиши

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- эркин тушишни тавсифлаш учун текис ўзгарувчан ҳаракатнинг кинематик тенгламаларини қўллашни;
- 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 тушади?
2. Нима учун парашютда тушганда Ерга текис тушишга эришиш мумкин (38-расм)?



38-расм. Парашют билан сакраш



1-топшириқ

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 хулосага келган: «Олтин ё қўрғошин ёки оғирликка эга бошқа жисм бўлагининг тушиши, унинг оғирлиги қанча катта бўлса, шунча тез бўлади». Бир хил баландликдан тушган япроқ олмага қараганда узоқ учади.

Галилео Галилей Аристотель хулосасига 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 хулосага 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 кўчиш нисбати бошлангич тезлик нолга тенг бўлганда тоқ сонлар қаторининг нисбатига тенг.

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



Эксперимент

1. Иккита бир хил қоғоз варағини бир хил баландликдан ташланг. Уларнинг тушиш вақтини аниқланг.
2. Варақлардан бирини шар шаклида ғижимлаб, уларни яна бир хил баландликдан ташлаб, тушиш вақтини таққосланг.
3. Иккинчи варақни ҳам ғижимлаб, тажрибани такрорланг.
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 қузатган 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 қўрғошин, питра, пўкак ва қуш пати солинади.

Найдан ҳавони сўриб олиб, уни тўнкариб қўямиз. 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 натижа-сида Ер сиртига яқин турли кенгликларда эркин тушиш тезланиши турлича бўлишини кўрсатди, кутбларда: $g_n = 9,83 \frac{M}{c^2}$, ўрта кенгликларда $g = 9,81 \frac{M}{c^2}$, 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 қийма-тидан фарқ қилади (2-жадвал).

2-жадвал. Сайёралардаги эркин тушиш тезланиши

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



Жавобини айтинг

1. Нима учун ғижимланган ва силлиқ варақ ерга турли вақтда тушади?
2. Нима учун қоғоз шарлар ерга бир хил вақтда тушади?
3. Нима учун силлиқ варақлар ерга бир вақтда ҳам, турлича вақтда ҳам тушиши мумкин?



39-расм. Турли массали жисмларнинг ҳавосиз фазода тушиши



2-топшириқ

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 милтиқ ўқининг 240 м/с тезлиги билан солиштиринг.

III. Кўчиш тезлигини ва жисмнинг эркин тушиш координаталарини ҳисоблаш

Жисмнинг эркин тушиши – тўғри чизиqli 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 координаталар ўқи Oy деб белгиланади ва шунга мувофиқ y координатаси киритилади (3-жадвал).



3-топшириқ

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

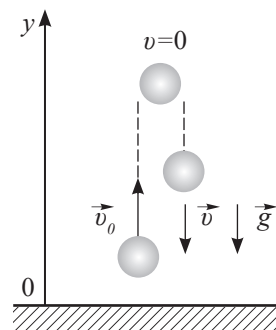
3-жадвал.

Катталиқ	Ҳаракат тури	
	Текис ўзгарувчан	Эркин тушиш – текис ўзгарувчан ҳаракатнинг хусусий ҳоли
Эркин тушиш тезланиши	$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$	$g = 9,81 \frac{M}{c^2}$
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 тушиш тезланиши билан ҳаракатланаётган жисмнинг ҳаракати эркин тушиш дейилади.

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



40-расм. Вертикал юқорига отилган жисмнинг эркин тушиши.

координатанинг Oy ўқини юқорига йўналтирсак, y ҳолда тезланиш проекцияси g_y манфий бўлади.

Тезлик ва кўчиш модулларини ҳисоблаш формуллари бундай кўринишга келади:

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

Мазкур ҳолда ҳаракат қонуни қуйидагича 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).

Oy ўқи бўйлаб тезлик, кўчиш ва координатани ҳисоблаш формуллари кўрсатилган ўқдаги бошланғич тезликнинг ташкил этувчиларидан фойдаланган ҳолда эркин тушиш формуллари 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 Oy ўқи бўйлаб бошланғич тезлик векторининг ташкил этувчиси ноль қийматга эга бўлади (42-расм).

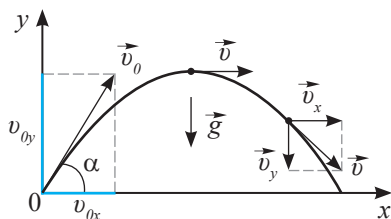
Агар Oy ўқи вертикал пастга йўналган бўлса, ҳаракат тезлиги ва вертикал бўйича кўчиш қуйидаги формула орқали аниқланади: $v_y = gt$; $h_y = \frac{gt^2}{2}$.

Жисмнинг Ox ўқи бўйлаб ҳаракати текис ҳаракат формуласи бўйича ҳисобланади. Ox ўқи бўйлаб ҳаракат тезланишсиз бўлади, тезлик ўзгармас бўлиб қолаверади.

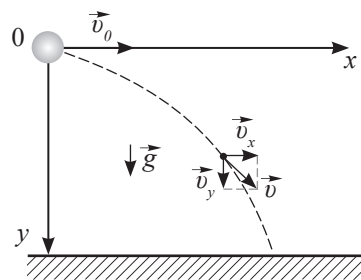


4-топшириқ

- 1) Эркин тушаётган жисм учун;
- 2) вертикал юқорига отилган жисм учун тезлик ва кўчишнинг вақтга 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 вертикал юқорига отилган. Жисмнинг ҳаракат қонунини ёзинг. Жисмнинг отиш нуқтасидан 15 м баландликда бўладиган вақт оралиғини аниқланг.

Берилган:

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$h = 15 \text{ м}$$

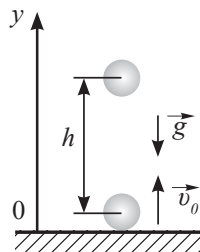
$$y(t) - ?$$

$$\Delta t - ?$$

Ечилиши:

Расмда жисм ва унинг ҳаракатини тавсифловчи катталиқлар векторларини ясаймиз.

0 у ўқини бошланғич тезлик йўналиши бўйича йўналтирамиз.



Текис ўзгарувчан ҳаракат учун ҳаракат қонунини ёзамиз:

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}.$$

Агар координатанинг санок боши сифатида жисмнинг отилиш нуқтаси олинса, y 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 кўрсатилган $y = h$ баландликда 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 кенлигига қараб қандай ўзгаради?
5. Горизонтга бурчак остида отилган жисм ҳаракатини эркин тушиш деб ҳисоблаш мумкинми?

1. 5 м баландликдан бошланғич тезликсиз эркин 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 кўрарилади?
3. Жисм 20 м баландликдан 180 м/мин бошланғич тезлик билан вертикал юқорига отилди. Ҳаракат бошлангандан 2 с ўтгандан кейин тош қандай баландликда бўлади?

1. Тинч ҳолатдан эркин 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, эркин тушиш тезлишини аниқланг. Ўлчаш аниқлигини орттириш учун тажриба ўтказишда нимани ўзгартириш керак?

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

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- Чизиқли ва бурчакли катталиклар тушунчаларини қўллаб жисмнинг айлана бўйлаб текис ҳаракатини тавсифлашни;
- Масалалар ечишда чизиқли ва бурчакли катталикларнинг боғланиш формулаларини қўллашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун велосипедчини ёмғир сувларининг сачрашидан сақлайдиган велосипед қанотларининг ҳажми олдинги ва ортки ғилдирақларида турлича бўлади (44-расм)?
2. Нима учун бир хил тезликда болалар велосипеди педалининг айланишлари сони спорт велосипеди педалининг айланишлари сонидан ортиқ бўлади?
3. Қир ювиш машинасининг турли иш тартиблари қандай амалга оширилади?



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

I. Эгри чизиқли ҳаракат. Босиб ўтилган йўл ва тезлик

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

Агар жисмнинг ҳаракат траекторияси эгри чизиқдан 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. Ўртача тезлик қийматини аниқлашда босиб ўтилган йўлнинг шу йўлни босиб ўтишга кетган вақтга нисбати топилади. *Босиб ўтилган йўл – траектория узунлигидан иборат.* Ҳар қандай 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 айлана бўйлаб текис ҳаракати. Давр ва частота

Агар жисм айлана 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 – N айланиб чиқишга кетган вақт.

Даврнинг ХБТ даги ўлчов бирлиги – секунд:

$$[T] = 1 \text{ с.}$$

Даврга тесқари катталиқ *частота* деб аталади.

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

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

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

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

III. Чизиқли тезликнинг давр ва частотага боғлиқлиги

Жисмнинг айлана 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 айлана бўйлаб тўлиқ бир марта айланиб чиқса, унинг босиб ўтган йўли айлана 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 бўламыз: $v = 2\pi R\nu$.



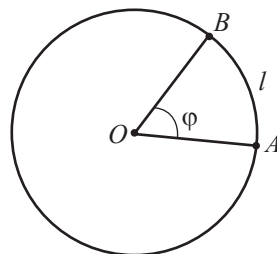
1-топшириқ

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



Жавобини айтинг

Топшириқни бажаришда математиқ курсининг қандай қоидаларидан фойдаландингиз?



45-расм. Айлана радиуси R айлана бўйлаб ҳаракатидаги бурчали кўчиш φ ва босиб ўтилган йўли l .



Муҳим 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 нуктадан B нуктага кўчса, бу кўчишни φ бурчак билан ифодалаш мумкин (45-расм).

Ҳаракатланаётган жисмни айлана маркази билан бирлаштирувчи радиуснинг бурилиш бурчаги бурчакли кўчиш деб аталади.

Бурчакли кўчиш ХБТ да радианларда ўлчанади:

$$[\varphi] = 1 \text{ рад.}$$

Жисмнинг айлана маркази атрофида айланиш жадаллиги бурчакли тезликни тавсифлайди.

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

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

Бу ерда ω – бурчакли тезлик.

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

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 ҳисоблаш формуласи ушбу кўринишга келади:

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

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

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



2-топшириқ

1. Бурчакли кўчиш $\varphi_1 = \pi/4$; $\varphi_2 = 3,14$ рад; $\varphi_3 = 90^\circ$ бўлганда 1 м радиусли айлана ёйи узунлигини аниқланг.
2. Жисм ёйининг узунлиги 6,28 м, радиуси 2 м бўлган айлана бўйлаб бурчакли кўчишини аниқланг.



3-топшириқ

Соатнинг соат ва минут милларининг бурчаклиқ тезлигини аниқланг (46-расм). Уларнинг қийматлари неча марта фарқ қилади? Соат миля учларининг чизиқли тезликлари неча марта фарқ қилади? Нима учун бурчакли ва чизиқли тезликларнинг нисбати турлича бўлади?



46-расм. 3-топшириқ учун



Жавобини айтинг

1. Нима учун жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатини тавсифлаш учун бурчак катталиқларни қўллаш қулай?
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. Кўчиш ва чизиқли тезликнинг йўналиши

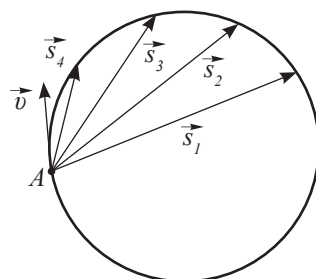
Сизга 7-синф физика курсидан маълумки, кўчиш – жисмнинг бошланғич вазияти билан охириги вазиятини туташтирувчи йўналган кесмадан иборат. Айлана бўйлаб ҳаракатдаги кўчиш ватарни беради (47-расм). Модомики $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ экан, тезлик вектори кўчиш вектори билан бир хил йўналган бўлади, бу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

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

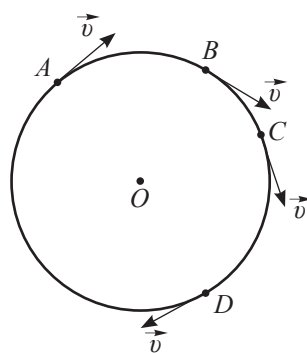
Оний тезлик – жисмнинг берилган вақт моментидаги тезлиги.

Қаралаётган вақт оралиғи қанча кичик бўлса, кўчиш 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 нуктасига ўтказилган уринма йўналиши бўлиб ҳисобланади (48-расм). «Олов ҳалқаси» мушаги учқунларининг ҳаракати бунинг яққол далилидир (49-расм).

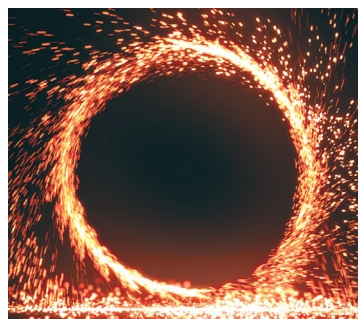
Жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатида тезликнинг йўналиши ўзгаради. Тезликнинг ўзгариш жадаллиги тезланиш билан характерланади. Демак, жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракати текис ҳаракат ҳисобланмайди. Аммо жисм айлана бўйлаб ўзгармас тезлик билан ҳаракатланса,



47-расм. Айлана бўйлаб ҳаракатлан тирилган жисмнинг кўчиши.



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



49-расм. «Олов ҳалқаси» мушаги

бундай ҳаракат айлана бўйлаб текис ҳаракат дейилади. «Текис» сўзи *жисм ҳаракатланаётганда чизиқли тезлик катталиги ўзгармас бўлиб қолаверишини 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 нуқталарининг чизиқли тезлигини топинг.
2. Моддий нуқта радиуси 50 см айлана бўйлаб текис ҳаракатланиб, 10 с ичида унинг узунлигининг ярмини босиб ўтди. Шу нуқта ҳаракатининг 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 винтининг 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.

2. Ернинг сунъий йўлдоши орбитасининг радиусини 4 марта орттирганда айланиш даври 8 марта ортди. Орбита бўйлаб ҳаракатланаётган сунъий йўлдошнинг тезлиги неча марта ўзгаради?
3. Секундомер миллиарининг бурчак тезликлари бир-биридан неча марта фарқ килади? Улар қандай вақт оралиғини ўлчайди (50-расм)?



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

Экспериментал топшириқ

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



а) Харитадаги масофани ўлчашга мўлжалланган курвиметр



б) Қурилишдаги курвиметр

51-расм. Курвиметр

7-§. Марказга интилма тезланиш

Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- масалалар ечишда марказга интилма тезланиш формулаларидан фойдалана оладиган бўласиз



Жавобини айтинг

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



52-расм. Алмати шаҳридаги марказий истироҳат боғидаги занжирли карусель

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



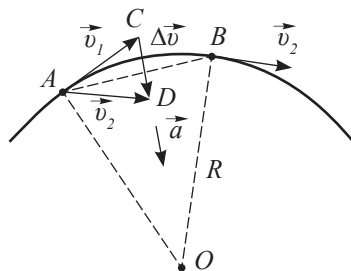
53-расм. Юқори тезликдаги автомобилнинг хавфли бурилишига кириши

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

I. Айлана бўйлаб ҳаракатдаги тезланиш йўналиши

Тезланиш вектори ҳар доим жисм тезлигининг ўзгариш вектори билан бир хил (йўналишдош) йўналган бўлади $\vec{a} \uparrow \Delta \vec{v}$. Бу ушбу тенгликдан 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 нуктага жойлаштирамиз (54-расм). \vec{v}_1 ва \vec{v}_2 векторларнинг учларини бирлаштирамиз, олинган қисмини камаядиган \vec{v}_2 векторга йўналтириб, $\Delta \vec{v}$ векторлар айирмасини оламиз.



54-расм. Тезланиш ва ҳаракат тезлиги ўзгаришининг вектори ва тезланиши айлана марказига йўналган

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



1-топшириқ

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

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

Тезланиш 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 $\triangle OCD$ учбурчакларни кўриб чиқамиз. Улар ўхшаш, сабаби иккала учбурчак тенг томонли ва асослари қаршисидаги бурчаклари тенг. Учбурчакларнинг 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 тезланишни $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ҳисоблаш формуласига қўямиз:

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

Δt вақт ораллигининг 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

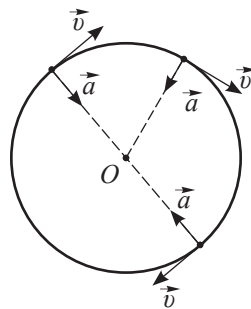
Тезланишни ҳисоблаш формуласига $v = \frac{2\pi R}{T}$

тезликнинг давр билан боғланиш формуласини қўйсақ, бундай ифодани ҳосил қиламиз:

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

2-топшириқ

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



55-расм. Траекториянинг барча нуктасида тезланиш тезликка перпендикуляр йўналган.

Жавобини айтинг

1. Нима учун айлана бўйлаб ҳаракат текис ҳаракат дейилади?
2. Нима учун айлана бўйлаб ҳаракатланаётган жисмнинг тезланиши марказга интилма тезланиш деб аталади?
3. Нима учун тезликка перпендикуляр йўналган тезланиш, тезликнинг сон қийматига таъсир этмайди?

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

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

Ҳосил 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 чизикли тезликларнинг боғланиш формуласини эътиборга олиб, (4) формулани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

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



Бу қизиқ!

Сунъий йўлдошларнинг тезликлари уларнинг қандай баландликда учишларига боғлиқ. Ерга яқинлашганда гравитация ортади, ҳаракат тезлашади. Масалан; NASA Аква сунъий йўлдошига бизнинг сайёрамизни 705 км баландликда айланиб учиб чиқиши учун 99 минут, 35786 км баландликда 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 чизикли тезлиги 2 марта ортирилиб, айлана радиуси 3 марта камайтирилса, жисмнинг тезланиши неча марта ортганини аниқланг.

Берилган:

$$v_2 = 2v_1$$

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

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

Ечилиши:

Берилган катталиклар бўйича марказга интилма тезланишни ифодалаймиз:

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

Олинган муносабатни a_2 тезланишни ҳисоблаш формуласига кўямиз:

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

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 нуқтанинг 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 нуқта 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 таққосланг: 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. Қуёш ўз ўқи атрофида айланганда унинг экватор нуқталарининг тезлиги 2 км/с га тенг. Экватор нуқталарининг марказга интилма тезланишини аниқланг. Қуёшнинг 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 нуқталарнинг тезланишини аниқланг. Ҳисоблашларда $\pi^2 = 10$ деб олинг.
3. Вертолёт винтининг парраги 10 с да 50 марта айланса ва учларидаги нуқталарнинг марказга интилма тезланиши 2 км/с^2 бўлса, вертолёт винти паракларининг узунлигини ХБТ да аниқланг.

Ижодий топшириқ

«Қуёш тизимидаги сайёраларнинг айланиш даврлари ва уларнинг Қуёшдан узоқлиги» жадвалидан фойдаланиб, сайёралар айлана бўйлаб ҳаракатланади деб тасаввур қилиб, уларнинг ўртача орбитал тезликларини ва тезланишини ҳисобланг. Натижани 5-жадвалга киритинг.

4-жадвал. Қуёш тизимидаги сайёраларнинг айланиш даврлари ва уларнинг Қуёшдан узоқлиги

Сайёра	Қуёшдан ўртача узоқлиги, млн км	Қуёш атрофида айланиш даври, сутка ёки йилларда
Меркурий	58	88 сутка
Зухро	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 тезликлари ва тезланишлари

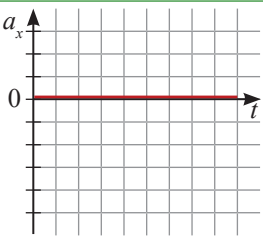
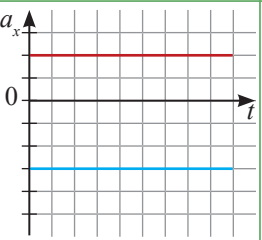
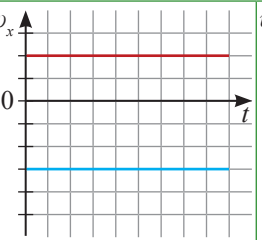
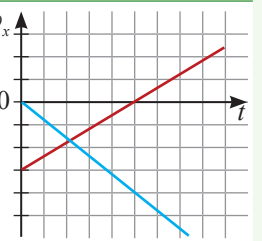
Сайёра	Қуёшдан ўртача узоқлиги	Қуёшни айланиш даври	Орбитал тезли м/с	Тезланиш, м/с ²

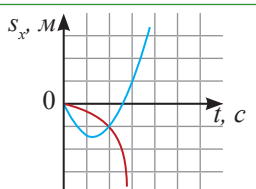

Олинган натижаларни қиёсий таҳлил қилинг.

1-бобнинг хулосаси

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

Текис ва текис ўзгарувчан ҳаракат учун тезланишнинг, тезликнинг, кўчиш ва координатанинг вақтга боғлиқлиги графиклари

Текис ҳаракат	Текис ўзгарувчан ҳаракат	Текис ҳаракат	Текис ўзгарувчан ҳаракат
тезланиш		тезлик	
 <p style="text-align: center;">$a = 0$</p>	 <p style="text-align: center;">$a_x = \text{const}$</p>	 <p style="text-align: center;">$v_x = \text{const}$</p>	 <p style="text-align: center;">$v_x = v_{0x} \pm a_x t$</p>

Текис ҳаракат	текис ўзгарувчан ҳаракат	Текис ҳаракат	Текис ўзгарувчан ҳаракат
кўчиш		координата	
 $s_x = v_x t$	 $s_x = v_x t \pm \frac{a_x t^2}{2}$	 $x = x_0 + v_x t$	 $x = x_0 + v_x t + \frac{a_x t^2}{2}$

Глоссарий

Кинематика – механиканинг жисмларнинг ҳаракатланиш сабабларини эътиборга олмай-диган бўлими.

Оний тезлик – жисмнинг берилган вақт momentiдаги 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 кўчиш – ҳаракатдаги жисмни айлана маркази билан боғлайдиган радиуснинг бурилиш бурчаги.

Бурчакли тезлик – бурчакли кўчишнинг шу кўчишга кетган вақтга нисбати тенг физик катталиқ.

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

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 доирамизни 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:

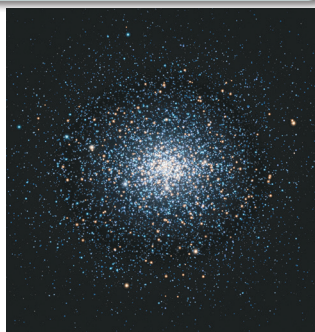
- мутлақ (абсолют) ва кўринувчан юлдуз катталикларини ажратиш кўрсатишни;
- юлдузлар ёрқинлигига таъсир қилувчи омилларни аниқлашни;
- осмон сферасининг асосий элементлари номларини айтишни;
- юлдузли осмоннинг сурилма харитаси орқали юлдузларнинг осмон координаталарини аниқлашни;
- турли кенгликларда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

8-§. Юлдузли осмон

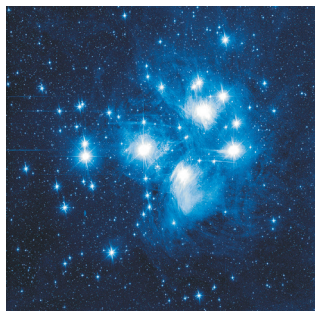
Кутиладиган натижалар

Ушбу мавзуни ўзлаш-тирғанда:

- 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 (Плеяда) юлдуз туркумининг Қуёш 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 сайёраси Қуёш тизимининг таркибига киради. Қуёш бизнинг сайёрамиз кирадиган Сомон йўли Галактикасидаги юлдузлардан бирidir. У Галактика марказидан $2,8 \cdot 10^4$ ёруғлик йилига тенг масофада жойлашган (57-расм).



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

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

Бизнинг Галактикамизда тахминан 10^{12} га яқин турли-туман юлдузлар бўлиб, уларнинг бир қисми шарсимон ва тарқоқ юлдуз тўдаларини ҳосил қилади (58-59-расм). Сомон йўли



Жавобини айтинг

1. Нима учун юлдузлар турлича ярқирайди?
2. Ўлчамлари катта юлдузларни энг ёрқин юлдузлар деб айтиш мумкинми?
3. Ёрқин юлдузлар Қуёшга энг яқин жойлашган деб айтиш мумкинми?



Бу қизиқ!

2014 йил сентябрда эълон қилинган маълумотларга таянсақ, 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>

гардишининг диаметри тахминан 10^5 ёрулик йили ёки $9,5 \cdot 10^{17}$ км га яқин. Сомон йўлининг 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 $1,5 \cdot 10^5$ ёруғлик йилига тенг. Замоновий телескоплар ёрдамида Коинотдаги 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 қилади. Коинот галактикалар тўдаларидан ташкил топган ва улар чексиздир. Галактикаларда диффузияли ва сайёралараро 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 – сайёралардан, юлдузлардан, юлдузлараро моддалардан ва космик нурлардан ташкил топган барча мавжуд моддий дунёдир.

II. Юлдуз туркумлари.

Юлдуз туркумларининг номлари

Қадимдан ёруғ юлдузлар гуруҳларини 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



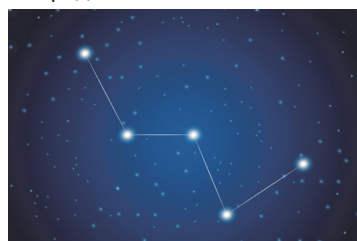
Жавобини айтинг

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



1-топшириқ

Хулқар (Плеяда) 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 аниқлишни арттиришдан иборат.

XVI–XVII асрларда денгиз сайёҳатининг ривожланиши натижасида жанубий ярим шарда юлдузлар юлдуз туркумларига гуруҳланиб, осмонда Корма, Киль, Елканлар, Микроскоп, Телескоп, Циркуль, Компас номли юлдуз туркумлари пайдо бўлди.

Турли даврда ва ҳар бир халқнинг осмонни юлдуз туркумларига бўлишлари турлича бўлади. Қадимги Хитойда осмонни 4 қисмга бўлишган, уларнинг ҳар қайсисида 7 тадан юлдуз туркумлари бўлган. Юлдуз туркумларининг номлари ҳам турлича бўлган. Масалан, Катта Айиқ юлдуз туркумини қозоқ халқи «Жетіқарақшы», рус халқи – «Катта чўмич», эстонлар – «Арава», монғоллар – «Етти қария» деб атаганлар (63-расм).

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

Юлдуз туркумлари – осмоннинг юлдузлар гуруҳи 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 туркумлари номлари билан боғлиқ бўлади. Орион юлдуз туркумидаги Бетельгейзе юлдузининг номи «Паҳлавоннинг елкаси» деган маъносини англатади. Катта Айиқнинг тўртта юлдузи вазиятига қараб мана бундай номларга эга бўлган: Мерак – «қорин», Мегрец – «думнинг боши», Фекда – «бўкса», Мицар – «ўрта».



Муҳим ахборот

Юлдузларнинг ёркирашини ушбу формула орқали ҳисоблашга бўлади:

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

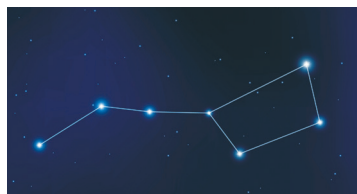
L – юлдузнинг ёркинлиги

R – юлдузнинг радиуси

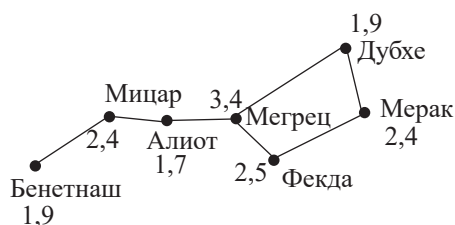
T – юлдуз сиртидаги

ҳарорат

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



63-расм. Катта Айиқ юлдуз туркуми



64-расм. Катта айиқ юлдуз турхумида ёруғ юлдузларнинг шойлашиши

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

1603 йили немис астрономи И. Байер юлдузларни уларнинг равшанлиги камайиб бориши тартибида юнон алфавитининг ҳарфлари билан белгилади. Юлдузнинг тўлиқ белгиланиши ҳарфдан ва юлдуз туркумларининг номларидан иборат бўлди. Масалан: Темир қозик 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 катталикки деб атаганлар. Юлдуз катталиклари орасидаги фарқ бирга тенг бўлса, уларнинг кўринма ёруғлиги бир-биридан 2,5 марта фарқ қилади. Биринчи ва олтинчи юлдуз катталиги равшанлигидаги фарқ 100 мартага 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 тенг эканлиги аниқланди (6-жадвал). Масалан, Куёшнинг кўринма юлдуз катталиги $m = -26,6$; Сириус (Сумбула)ники $m = -1,58$.

6-жадвал. Катта 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	γ	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, кўринма юлдуз катталикларини юлдузнинг ҳақиқий қийматидаги равшанлигининг кўрсаткичи сифатида қабул қила олмаймиз. Астрономияда «кўринма юлдуз катталиги» тушунчасидан бошқа «абсолют юлдуз катталиги» тушунчаси ҳам қўлланилади.

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

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

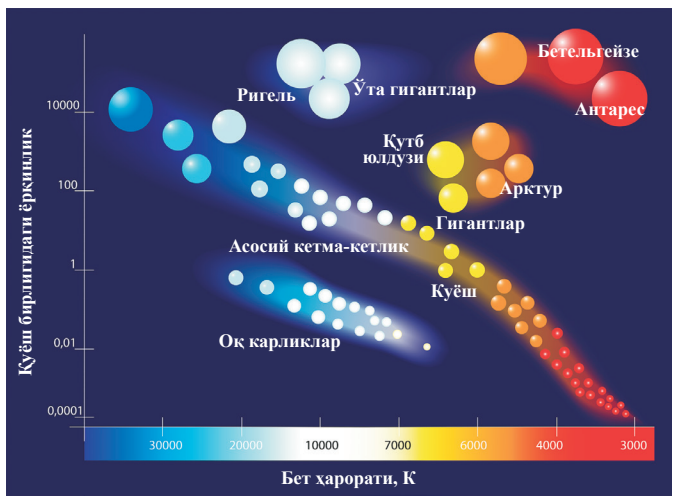
V. Юлдузларнинг ёрқинлиги

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.

Куёшнинг 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-расми ва Катта Айиқ юлдузларининг кўринма абсолют юлдуз катталиклари жадвалига қаранг. Юлдузлар қандай шартларга мувофиқ белгиланганлигини аниқланг.



65-расм. Герцшпрунг-Рассел диаграммаси

Бу қизиқ!
Герцшпрунг-Рассел диаграммасида юлдузларнинг жойлашиши уларнинг ёшига боғлиқ. Юлдузлар ўз умрининг кўп қисмини асосий кетма-кетликда ўтказади. Сўнгра Куёшга ўхшаш юлдузлар қизил гигантларга, жуда катта юлдузлар – қизил ўта гигантларга айланади.

Текшириш саволлари

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

★ Машқ

8

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

🏠 Машқ

8

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

Экспериментал топшириқ

Катта Айиқ юлдуз туркуми юлдузларини кузатинг. Юлдузларнинг бир-бирига нисбатан вазиятини эслаб қолинг. Юлдузларнинг равшанлигини таққосланг.

Ижодий топшириқ

«Турли халқларнинг юлдуз туркумлари тўғрисидаги афсона ва асотирлари» мавзусида маъруза тайёрланг.

9-§. Осмон сфераси, осмон координаталари тизими

Кутиладиган натижа

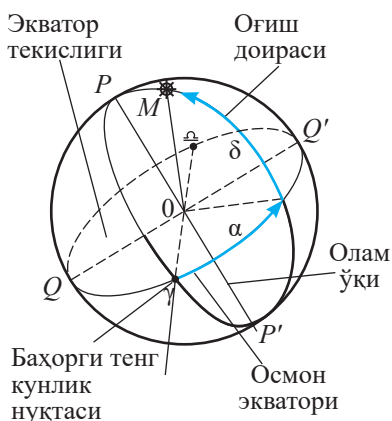
Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

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



Жавобини айтинг

1. Нима учун юлдузли осмонни кузатганда қуёш билан соатни кўрсатиш керак?
2. Юлдузларни аниқлай олишнинг аҳамияти нимада?



66-расм. Осмон сфераси



Жавобини айтинг

1. Нима учун юлдузларнинг экваториал координаталари сутка давомида ўзгармайди?
2. Нима учун юлдузларнинг координаталари узоқ вақт 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 ҳар қандай нуқтани биз кўрсатилган кенглик ва узунликнинг кесишмасидан топа оламиз. Юлдузлар харитасини тузиш учун экваториал координаталар: b оғиш ва d тўғри чиқиш киритилган. Оғиш – кенгликка, тўғри чиқиш узунликка ўхшаш. Тўғри чиқиш d юлдузда жойлашган баҳорги тенг кунлик нуқтасидан бошлаб ўлчанади. Қуёш бу нуқтага 22 мартда келади. Маълум бир ўлчамга эга Ер билан солиштирганда юлдузлар олами чексиз, шунинг учун юлдузларни тасвирлашда «Осмон сфераси» тушунчаси киритилади.

Осмон сфераси – бу радиуси ихтиёрий олинган ва ҳамма ёриткичларнинг кўринма вазиятлари тушириладиган 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 қутб P деб аталади, у қутб юлдузи яқинида жойлашган. Жанубий ярим шарда жойлашган кузатувчи учун осмон сферасининг олам ўқи билан кесишиш нуқтаси жанубий қутб P' деб аталади.

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

Экватор текислигининг OQ' осмон сфераси билан кесишиш чизиғи осмон экватори деб аталади. Қутблар ва кузатиладиган M ёриткич орқали ўтувчи сферанинг катта айланаси *оғиш доираси* дейилади.

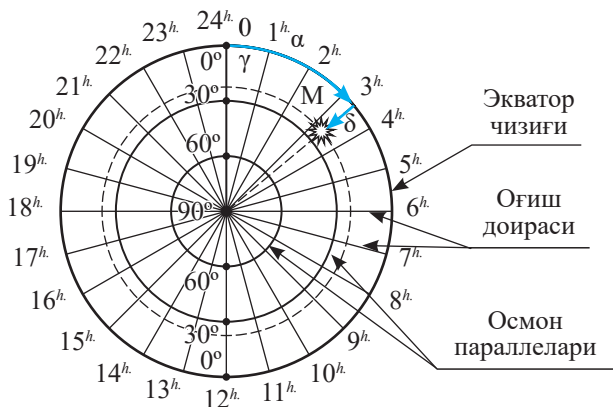
Оғиш – кенглик доираси бўлаб ёриткичнинг осмон экватори текислигидан бурчак узоқлиги.

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

Тўғри чиқиш – баҳорги тенг кунлик нуқтасидан юлдуз жойлашган оғиш доирасигача бўлган бурчак узоқлиги.

Тўғри чиқиш осмон сферасининг суткалик айланишига қарама-қарши экватор чизиги бўйича аниқланади.

Тўғри чиқиш вақтнинг ўлчов бирлигида ўлчанади, осмон сферасининг суткалик айланиши 24 соат бўлгани учун, у 0^h ва 24^h оралиқда ўзгаради. Кузатувчи 0 нуқтада деб ҳисоблаб, 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 қўлланилади.



1-топшириқ

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



2-топшириқ

Экваториал координаталар тизимида координаталари $\alpha = 4^h 34'$; $\delta = 16^\circ 28'$ 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 чиқиш қийматларини киритинг.
4. Тўғри чиқиши 0 соат оғиш доираси атрофида экватор чизигидан бошлаб, 0° дан 90° гача оғиш 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. Қутб юлдузи турли кенгликларда турлича баландлиқда жойлашади (66-расм). Баҳорги тенг кунлик нуқтасида жойлашган Бузоқ юлдуз туркуми горизонт чизиғининг 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 нуқтаси билан кесишиш нуқтаси зенит Z , пастки нуқтаси билан кесишиш нуқтаси эса надир Z' деб аталади. Текислик осмон сферасини тенг иккига бўлади. Текисликнинг осмон сфераси билан кесишиш чизиғи математик ёки ҳақиқий горизонт чизиғи дейилади (68-расм).



68-расм. Юлдузларни кузатиш учун керакли горизонтал координаталар тизими

Математик горизонт чизиғида бундай нуқталар жойлашган: N – шимолий, S – жанубий, W – ғарбий ва E – шарқий. Шимолий – N нуқтаси Қутб юлдузидан горизонт чизиғига ўтказилган вертикал чизиқда жойлашган. Шимолий ва жанубий нуқталарни туташтирувчи NS тўғри чизиғи туш чизиғи дейилади. Тушки вақтда жисмларнинг сояси шу чизиқ бўйлаб ётади. Олам ўқлари зенит ва надир нуқталари орқали асосий осмон меридиани ўтади.

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



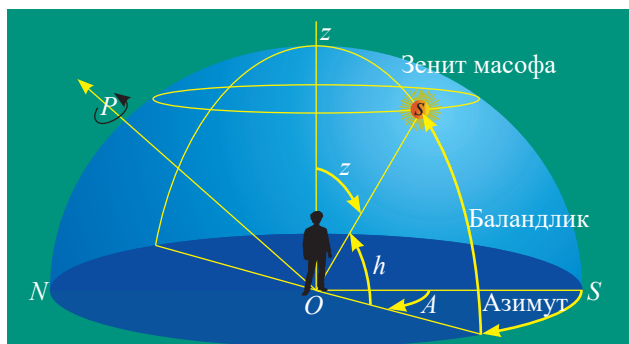
Жавобини айтинг

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 халқини юлдузларга қараб йўл топишга, яйловлар билан қишловлар ўрнини аниқ топишга ўргатди. Халқ ичида энг таниқли юлдузлар Қутб юлдузи, Катта Айиқ – Етти қароқчи, Плеяда – Хулқар, Арслон, Кассиопея – Қора курт, Сириус – Сумбула, Сомон йўли. Халқимиз қадимдан Қутб юлдузини қўзғалмас ва доимо шимолни кўрсатишини билганлар. Плеядадан вақтни ва йўналишни аниқлаш учун фойдаланганлар.



69-расм. Юлдуз азимутини жанубий нуқтадан вертикалгача горизонтал чизи гарбий йўналишида аниқланади. Баландлик – горизонт 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 нуқтасидан вертикалгача бўлган бурчак масофа.

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

III. Юлдузли осмоннинг сурилма харитаси

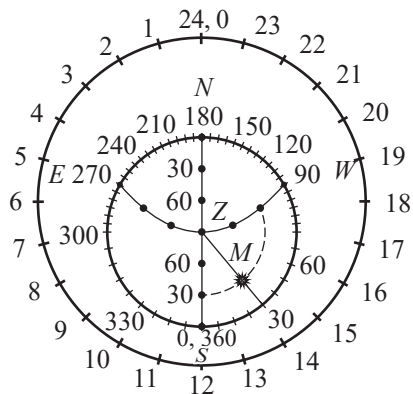
Ернинг суткалик айланишига боғлиқ ҳолда юлдузли осмон кўриниши муттасил ўзгариб туради. Юлдузли осмоннинг сурилма харитаси (ЮОСХ) ихтиёрий вақтдаги юлдузли осмон манзарасини аниқлашга имкон беради. У икки қисмдан: харитадан ва қоплама доирадан иборат. Хаританинг чеккасида ойлар ва кунлар қоплама доиранинг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



3-топшириқ

1. 70-расмдаги М нуқтанинг горизонтал координатларини аниқланг.
2. 10 октябрни 21:00 сутка вақти билан мослаштириб, қоплама доирани юлдузлар харитасига қўйинг. Пегас юлдузининг азимутини 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 чизиғи бўйлаб азимут, меридиан бўйлаб баландлик киритилади.

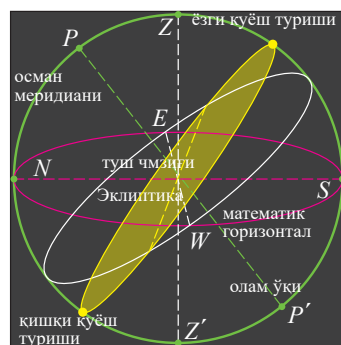


70-расм. Қоплама доира орқали юлдузларнинг баландлиги ва азимутини аниқланг

IV. Қуёшнинг юлдузли харитадаги ўрнини аниқлаш

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

4-топшириқ
ЮОСХ да эклиптика бўйлаб ҳаракатланиб, йил мобайнида ордидан Қуёш ҳаракатланадиган юлдуз туркумларини атанг. Улардан қайси бири зодиакал юлдуз туркумига таалуқли эмас.



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

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

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

Текшириш саволлари

1. Осмон сфераси деб нимага айтилади? Унинг асосий нуқталарини, чизиқларини ва текисликларини айтинг.
2. 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 киритилган?
6. ЮОСХ нима учун керак?
7. Эклиптика нима? Юлдузли харитада Қуёшнинг 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 Қуёшнинг 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

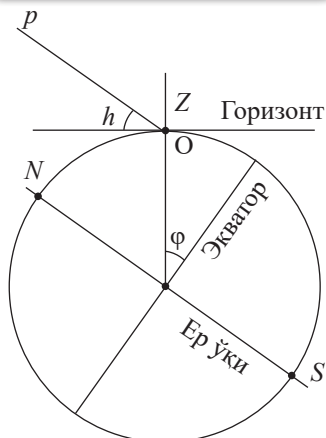
«Шимолий ярим шарда йўналиш кўрсатувчи юлдузлар».
«Астрономик бурчак ўлчагичлар» мавзулари бўйича ахборот тайёрланг.

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

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- ёриткичларнинг турли кенгликлардаги кульминацияси фарқларни тушунтиришни;
- маҳаллий, минтақавий ва дунё вақтини қиёслашни ўрганасиз.



72-расм. Жойнинг географик кенлиги қутб юлдузи баландлигига тенг

I. Жойнинг географик кенлигини аниқлаш

72-расмни кўриб чиқамиз. Кузатувчи Ер сиртида O нуқтада жойлашган. Турар жой кенлиги 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 кенлигига тенг.

Олам қутби яқинида Қутб юлдузи жойлашган, унинг баландлиги бўйича турар жой кенлигини аниқлаш мумкин.

II. $\varphi = 90^\circ$ ли кенликда осмон сферасининг айланиши

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



73-расм. Қуёш ва юлдузларнинг шимолий қутбдаги кўринма ҳаракати



Жавобини айтинг

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

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

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

III. $\varphi = 0^{\circ}$ кенгликда осмон сферасининг айланиши

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

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

Ёзги ва қишки куёш туришида Куёшнинг баландлиги минимал ва $66^{\circ}33'$ га тенг бўлади. Баҳорги ва кузги тенг кунлик кунларида Куёш зенитда жойлашиб, унинг баландлиги $h = 90^{\circ}$ ташкил қилади.

IV. Осмон сферасининг ўрта кенгликларда айланиши

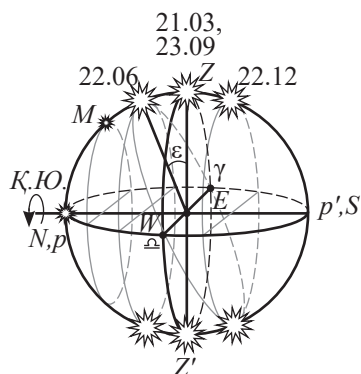
Ўрта кенгликларда координаталар экваториал тизимининг уфқ тизимига нисбатан оғиши жойнинг кенлигига боғлиқ бўлади.

Диққат қилинг!

Турар жойнинг узқлигини вақт бирлигида ифодаланг.

Эслаб қолинг!

Агар жойнинг географик узунлиги 72° бўлса, дунё вақти 14.00 бўлганда маҳаллий вақт бундай ҳисобланади:
 $T_{\lambda} = T_0 + \lambda = 14 \text{ соат} + 4 \text{ соат}$
 $48 \text{ мин} = 18 \text{ соат} 48 \text{ мин}$
 бўлади.



74-расм. Куёш ва юлдузларнинг экватордан қўринадиган ҳаракати

2-топширик

Дунё вақти 8.00 бўлганда маҳаллий вақтни аниқланг.

Эслаб қолинг!

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

Муҳим ахборот

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

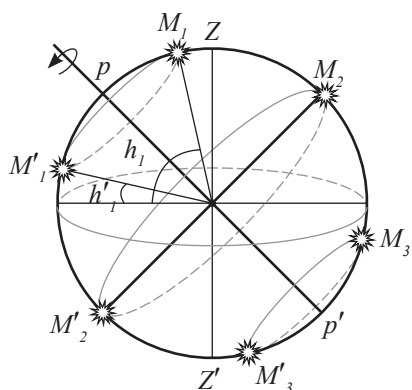
Осмоннинг суткалик айланиши натижасида юлдузлар бир сутка ичида уфқ устида ўз баландлигини ўзгартиради. Юқориги кульминация пайтида юлдузнинг баландлиги максимал, пастки кульминация пайтида эса минимал, M_1 юлдуз учун $h_1 > h_{11}$ бўлади (75-расм).

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

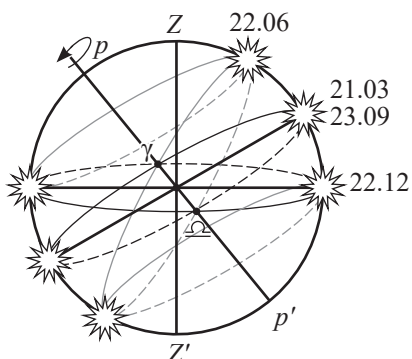
Жойнинг кенлигига боғлиқ ҳолда Қуёш ўша аталган уч гуруҳга ҳам тегишли бўлади. Қутбий доира ортида шимолга қараб параллеллар кенлиги $\varphi = 66^\circ 27'$ бўлганда бир неча ёзги кунда Қуёш ботмайдиган юлдузлар қаторида, шунга мувофиқ, жанубий ярим шардаги кенлиги $66^\circ 27'$, жанубга қараб жойлашиб, 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 узоклиги бир хил, 12 соатга тенг бўлади.



75-расм. Юлдузларнинг ўрта кенликлардоли кўринма ҳаракати



76-расм. Қуёшнинг ўрта кенликдаги 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 узоклиги сифатида Ернинг ўз ўқи атрофида бир марта тўлиқ айланиб чиқиши қабул қилинган. Агар айланиш Қуёшга нисбатан бўлса, сутка – *қуёш 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 ўтиш вақти (77-расм).

Ернинг Куёш атрофидаги ҳаракати нотекис бўлгани учун, сутка узоклиги йил бўйи ўзгариб туради, шунинг учун узоклиги 24 соат бўладиган ўртача куёш суткалари киритилган.

VI. Дунё вақти ва маҳаллий вақт

Куёшнинг асосий осмон меридианидан ўтиш вақти 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 ушбуга тенг бўлади:

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

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

$$24 \text{ соат} = 360^\circ;$$

$$1 \text{ соат} = 15^\circ;$$

$$4 \text{ мин} = 1^\circ;$$

$$1 \text{ мин} = 15';$$

$$4 \text{ с} = 1';$$

$$1 \text{ с} = 15''.$$

VII. Минтақавий вақт

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



77-расм. Юлдузнинг юқориги ва қуйи кульминациялари



Жавобини айтинг

1. Нима учун маҳаллий вақт кенг қўлланилмади?
2. Нима сабабдан соат минтақаларининг маъмурият чегераси юргизилган?
3. Нима учун суткалик санаш 180-дан эмас, 0-ли меридиандан бошланади?
4. Нима учун биз қўлланиб юрган вақт ҳақиқий вақтдан бир соат олдида?

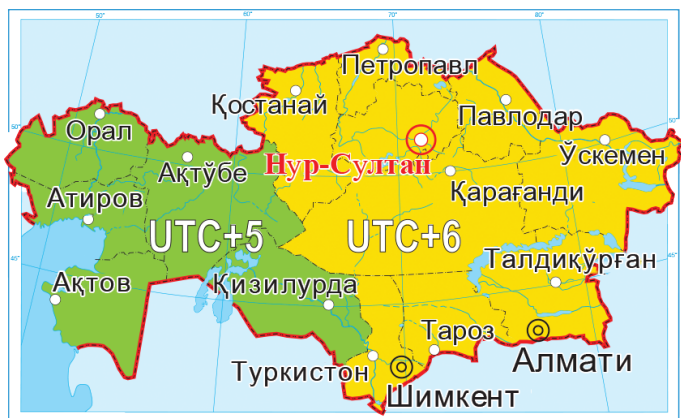
Минтақавий вақтни аниқлаш учун дунё вақтига жойнинг минтақавий тартиб рақами қўшилади: $T_n = T_0 + n$. Бу ерда n – минтақанинг тартиб рақами.

Ҳар 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.

Қозоғистон Республикасида вақт декрет вақт бўйича ҳисобланади. У Қозоғистон 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 Қозоғистон ҳукуматининг Қизилўрда вилоятини тўрт соатли UTC+5 (UTC – Умумжаҳон мувофиқлаштирилган вақт) минтақага ўтказиш тўғрисида лойиҳа тайёрланди.



78-расм. Қозоғистон Республикасининг ҳақиқий соат минтақалари

Текшириш саволлари

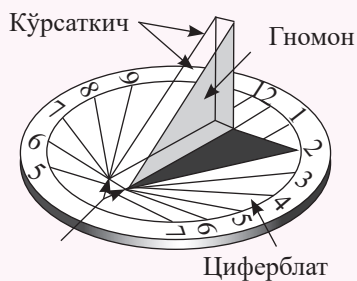
1. Жойнинг кенглиги қандай аниқланади?
2. Қуёш ва юлдузлар шимолий қутбда жойлашган кузатувчига нисбатан қандай ҳаракатланади? Кузатувчи экваторда жойлашса -чи? Қуёш ва юлдузлар ўрта кенгликда қандай ҳаракатланади?
3. Оғиши маълум бўлган юлдузнинг максимал кўтарилиш баландлигини қандай аниқлаш мумкин?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

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

1. Олтоир юлдузининг Нур-султан шаҳридаги ($\varphi = 51^{\circ}12'$) ва Алмати шаҳридаги кузатувчи учун ($\varphi = 43^{\circ}15'$) юқори кульминация баландлигини таққосланг.
2. Дунё вақти 13.00 бўлганда Гривинчдан шарққа қараб 65° ли кенгликдаги маҳаллий вақтни аниқланг.
3. 5 соатли минтақадаги вақт 14.00 бўлгандаги 2 соатли минтақадаги вақтни аниқланг.

Экспериментал топшириқ

1. Қутб юлдузи орқали ўзингиз турган жойнинг кенглигини аниқланг.
2. Гномон (79-расм) ёрдамида туш чизиғи билан ҳақиқий туш вақтини аниқланг. У сизнинг соатингиздаги тушлик вақтига мос келадими?



79-расм. Гномон

Ижодий топшириқ

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

11-§. Куёш тизимидаги сайёраларнинг ҳаракат қонунлари

Кутиладиган натижа

Ушбу маевзунни ўзлаштирганда:

- Кеплер қонунлари асосида Осмон жисмларининг ҳаракатини тушунтира оласиз.



Иоганн Кеплер (1571–1630) – немис математиғи, астроном, механик, оптик, Куёш системасидаги сайёраларнинг ҳаракат қонунли кашф этдл.

I. Коперникнинг гелиоцентрик тизими ва унинг жаҳон миқёсидаги аҳамияти.

Сайёраларнинг кўринма ҳаракати

XV асргача коинот тузилиши тўғрисидаги Клавдий Птолемейнинг оламнинг геоцентрик тизими ҳукмронлик қилди, ўша тизимга кўра оламнинг ўртасида Ер жойлашган эди. Бу тизим бўйича сайёраларгача бўлган масофани аниқлаш ва уларнинг Ерга нисбатан сиртмоқсимон кўринма ҳаракатини ҳисоблашга имкон бўлмади.

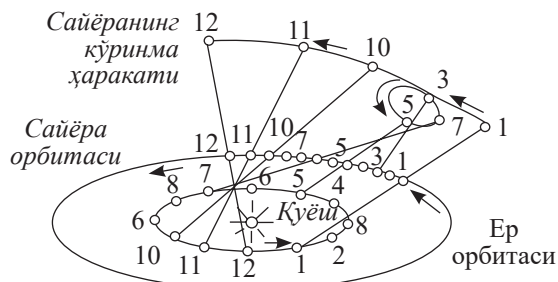
Николай Коперник оламнинг гелиоцентрик тизимини яратди, у оламнинг ўртасига Куёшни жойлаштирди.

Сайёраларнинг сиртмоқсимон кўринма ҳаракатини у ҳаракатдаги Ердан кузатиш билан боғлади. Ер орбитасининг радиуси Марс, Юпитер ва Сатурн орбиталарининг радиусларидан кичик, шунинг натижасида ташқи планеталардан «ўзиб кетиб», биз Ердан уларнинг тескари йўналишдаги сиртмоқсимон ҳаракатини кўрамиз (80-расм). Коперник сайёралар доиравий орбиталар бўйлаб текис ҳаракатланади деб тахмин қилди, шунинг

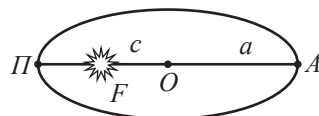
учун унинг ҳисоблашлари Птоломейникидан аниқроқ бўлмади. Коперникнинг ишини кейинчалик немис олими Иоганн Кеплер давом эттирди. Дания астроном Тихо Браге Марс ҳаракатини кузатиш натижалари ва Коперникнинг гелиоцентрик тизими асосида сайёраларнинг ҳаракат қонунини яратди.

II. Кеплернинг биринчи қонуни

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



80-расм. Ташқи-сайёраларнинг кўринма 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 фокусдан O эллипс марказигача бўлган масофа; a – эллипснинг катта ярим ўқи.

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

$$a = \frac{PF + FA}{2}.$$

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

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

$$0 < e < 1.$$

«Сайёраларинг Қуёшдан ўртача узоқлиги ва эксцентриситети» жадвалида Қуёш тизими сайёраларининг эксцентриситетлари берилган. Сайёралар эксцентриситетларининг қиёсий таҳлили натижасида Зухро ва Нептун орбиталарининг айланадан фарқи йўқ эканлигини кўриш мумкин. Орбиталари энг чўзиқ сайёралар Меркурий билан Марсдир.

Астрономияда Ер орбитаси катта ярим ўқининг узунлиги Ердан Қуёшгача бўлган ўртача масофанинг 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 тушинг!

1. Оламнинг тузилишига оид қандай дунёқарашлар сизга маълум?
2. 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 такрорланг. Эксцентриситет 0 дан 1 гача ортганда айлана тўғри чизикқа айланишига ишонч ҳосил қилинг.



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



Диққат қилинг

Меркурий ва Марснинг эксцентриситети Қуёш тизимидаги бошқа сайёралари эксцентриситетидан катта.



Жавобини айтинг

1. Нима учун Меркурийнинг перигелий ва афелий нуқталаридаги тезликлари Ердагига қараганда кўпроқ фарқ қилади?
2. Ернинг Қуёшга яқинлашиши йил фаслларининг алмашишига таъсир кўрсатадими?

Сайёра номи	Ўртача масофа а, а.б	Эксцентриситет, е
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

III. Кеплернинг иккинчи қонуни

Кеплернинг иккинчи қонунида сайёраларнинг ўз траекторияларининг турли нуқталаридаги ҳаракат тезликлари тўғрисида айтилади.

Сайёраларнинг радиус-векторлари тенг вақтлар ичида тенг юзалар чизади.

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

IV. Кеплернинг учинчи қонуни

Кеплернинг учинчи қонуни сайёраларнинг орбитадаги даврлари ва улардан Қуёшгача бўлган масофалар орасида боғланиш ўрнатади.

Сайёраларнинг Қуёш атрофида айланиш 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 сайёранинг айланиш даври; a_1, a_2 – катта ярим ўқлари.

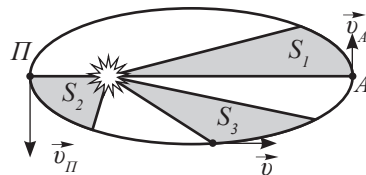
Муҳим ахборот

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

Ньютон умумий массалар маркази атрофида айланма ҳаракатланадиган икки 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 айланиш даври; a – осмон жисмлари орасидаги ўртача масофа; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ – гравитацион доимий.

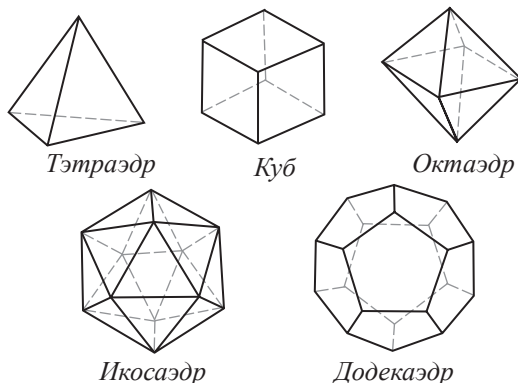


83-расм. Сайёраларнинг радиус-векторлари чизадиган фигураларнинг юзлари бир хил



Бу қизиқ!

Агар сиртида Сатурн жойлашган сферага кубни қўйсақ, унинг сиртига кейинги сферани соладиган бўлсақ, 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 сайёраларининг жойлашишини ўрганишининг дастлабки босқичидаги Қуёш тизимининг модели – Кеплер кубоги

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Урандаги 1 йил давомийлигини топинг.

Берилган:

$$a_{ep} = 1 \text{ а.б.}$$

$$a_y = 19,19 \text{ а.б.}$$

$$T_{ж} = 1 \text{ йил}$$

$$T_y = ?$$

Ечилиши:

Урандаги йил давомийлигини топиш учун Кеплернинг учинчи қонунини қўлаймиз:

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

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) (уй вазифаси) масалалар ечимидан 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

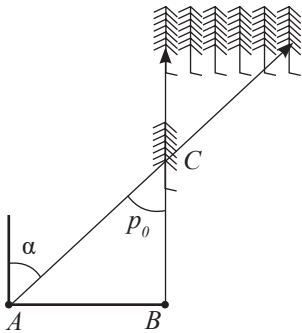
Ушбу мавзунини ўзлаштирганда:

- Қуёш тизимидаги жисмларнинг ўлчамлари ва ораларидаги масофани аниқлаш учун параллакс усулидан фойдаланишни тушунира оласиз.



Жавобини айтинг

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



85-расм. Параллактик силжиши

I Параллакс усули

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

Агар яшаи натижасида тўғри бурчакли учбурчак олинса, у ҳолда параллакс p_0 горизонтал параллакс дейилади.

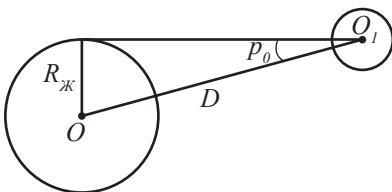
Кузатувчи АВ га кўчганда ва α бурчак ўзгарганда буюмгача бўлган масофани аниқлаш осон бўлади:

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

II Қуёш тизими жисмларигача бўлган масофани ўлчаш

Қуёш тизимидаги 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:

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

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 қуйидаги формула ёрдамида аниқлаш мумкин:

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

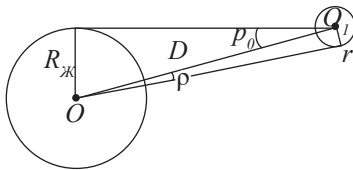
Олинган тенгламаларнинг ўнг томонларини тенглаштириб

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

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:

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



Жавобини айтинг

Нима учун осмон жисмларининг параллакси ўзгаради?



Муҳим маълумотлар

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



1-топшириқ

Чизгич билан транспортёрдан 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 ҳақиқий усулни беради?



2-топшириқ

1. Қуёш тизимидаги осмон жисмларнинг параллакси бўйича уларнинг Ергача бўлган масофасини аниқланг. Ернинг радиуси 6400 км.
2. Уран билан Ернинг орасидаги масофани 2850 млн. Км деб олиб Уранныннг горизонтал параллаксини аниқланг.

Гардиш диаметри осмон жисмининг бурчакли диаметри каби аниқланади:

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

бу ерда d – осмон жисми гардишининг чизикли диаметри.

8-жадвал. Қуёш тизимидаги осмон жисмларининг параллакси

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



3-топшириқ

Адабиёт маълумотномаларидан фойдаланиб, жадвалда Меркуий, Венера, Сатурн, Қуёш ва Ойнинг қандай вазияти учун параллакс берилганини аниқланг.



Эксперимент

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

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

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

Берилган:
 $p_0 = 0,9''$
 $R_{ep} = 6400 \text{ км}$

Ечилиши:

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

$D - ?$

Ҳисоблашларни бажарамиз:

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

Жавоби: $D = 9,8 \text{ а.б.}$

2-масала. Ой 400 000 км масофадан тахминан 0,5° ли бурчакдан кўринадиган бўлса, унинг чизикли диаметри нимага тенг?

Берилган:
 $D = 400000 \text{ км}$
 $P = 0,5^\circ$

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

$d - ?$

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

Жавоби: $d = 3480 \text{ км.}$

Текшириш саволлари

1. Қандай бурчак горизонтал параллакс дейилади?
2. Қуёш тизимидаги 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 нуқтасида (перигелий) Ердан Ойгача масофа 363 000 км, энг узоқ нуқтасида (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 тенг. Бу пайтда унинг бурчак диаметри 32,4". Шу сайёранинг чизиқли радиусини аниқланг.

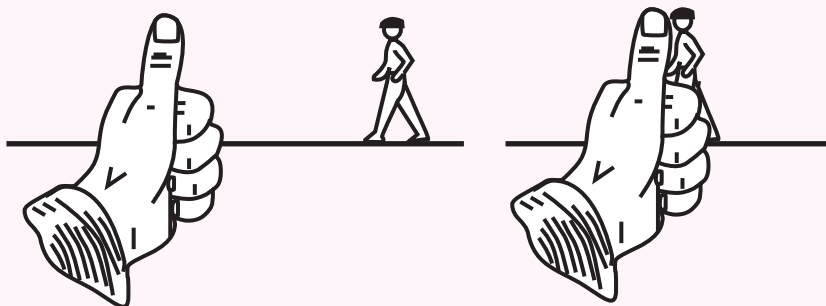
🏠 Машқ

12

1. Агар горизонтал параллакси $p = 18,0''$ бўлса, Икаръ 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 ўннга қараб келаётган одамгача бўлган масофани аниқланг (88-расм).



88-расм. Экспериментал топшириққа

Топшириқни бажариш алгоритми:

- а) Қўлларингизни ўтиб бораётган одам томонга 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 айлантинг.
2. Текисликда керакли яшашларни бажаргандан сўнг, нима учун қадамлар сони 10 га кўпайтирилганини аниқланг. Кўзлар орсидagi масофани 6 см, кўздан бармоқ учигача масофани 60 см деб олинг.
 3. Агар одам чапга ҳаракатланса, тажрибада нима ўзгаради?

Ижодий топшириқ

«Қуёшгача бўлган масофани ўлчаш» мавзусида ахборот тайёрланг.

2-бобнинг хулосаси

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 jismlarigacha 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

Ҳар бир сайёра фокусларидан бирида Қуёш жойлашган эллипс бўйлаб айланади. Сайёраларнинг радиус вектори тенг вақтлар оралиғида бир хил юзалар чизади. Сайёраларнинг юлдуз айланиш даврларининг нисбати улар орбиталарининг катта ярим ўқлари 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 нуқтасидан вертикалгача бўлган бурчақли масофа.

Баландлик h – осмон жисмидан вертикал 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 нуқталардаги сутканинг бир хил пайтдаги вақти.

Коинот – сайёралардан, 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 jismlari проекцияланадиган фаразий сфера.

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

Қуёш суткалари – Қуёшнинг марказий нуқтасининг иккита юқориги ва иккита қуйи кульминация нуқталари оарсидаги вақт.

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

ДИНАМИКА АСОСЛАРИ

«Кинематика асослари» бобида биз тезланиш йўналиши ва сон қиймати жисмнинг ҳаракат турини аниқлашни билб олдик. Ҳаракат турлари ичидан биз тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракат ва айлана 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 таъсирлашиш қонунини ўрганадиган бўлиmidир.

«Динамика» қадимги юнон «dynamos» келиб чиққан 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 тушунтиришни;
- 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 хусусиятларини таққослашни;
- оғирлик майдонида жисм ҳаракати параметрларини ҳисоблашни ўргана-
насиз.

13-§. Ньютоннинг биринчи қонуни, инерциал саноқ тизимлари

Кутиладиган натижа

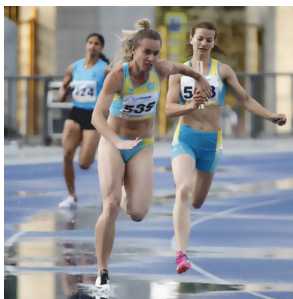
Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- инерция, инертлик, инерциал саноқ тизими тушунчалари маъносини тушунтира оласиз;
- Ньютонинг биринчи қонунини таърифлашни ва уни масалалар ечишда қўллашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

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



89-расм Эстафета таёқчаларини бериш физика қонунларига асосланган



Ёдга туширинг!

Қандай ҳаракат инерция бўйича ҳаракат дейилади?



Диққат қилинг!

Коинотда ҳамма нарса айланма ҳаракат қилади, табиатда инерциал саноқ тизимлари мавжуд эмас.

I Инерция қонуни, жисмларнинг инертлиги

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 тушунтирди. Бошқа жисмлар таъсир кўрсатмайдиган жисм ўзгармас тезлик билан ҳаракатланади ёки тинч ҳолатини сақлайди. Агар унга бошқа жисмлар таъсир этса, жисмнинг тезлиги ўзгаради. Жисмнинг ўз тезлигини ўзгаришсиз сақлаш хоссаси *инертлик* деб аталади. Инертлик хоссаси жисмнинг ҳаракат тезлигини ўзгартириш учун вақт кераклиги билан боғлиқ. Жисм дарҳол тўхтаётган бўлса ҳам, ёки аксинча, ҳаракат тезлигини сезиларли даражада орттира ҳам олмайди.

Инертлик – 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. Таҷриба ва кузатишлар натижасида у баъзи саноқ тизимларида Галилейнинг тасдиғи бажарилмайди деган хулосага 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 ҳаракатланаётган 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 ҳаракатланади 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 саноқ тизими инерциал саноқ тизими деб аталади.

Текис ҳаракатланаётган машинада, поездда ёки теплоходда содир бўлаётган барча ҳодисалар 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 ҳаракатланаётган жисмлар билан боғланган саноқ тизими ноинерциал саноқ тизими дейилади.



1-топшириқ

1. Инерция бўйича ҳаракатга мисол келтиринг.
2. Тинчлик инерциясига мисол келтиринг.
3. Сиз келтирган мисолларда ҳаракатдаги жисмга қандай кучлар таъсир қилади?
4. Сиз келтирган мисоллардан қайси жисм юқори инертликка эга?



90-расм. Йўловчиларнинг инерция бўйича ҳаракати



Жавобини айтинг

Автобус тезлиги кескин камайганда йўловчиларнинг олдинга қараб эгилишларининг сабаби нимада (88-расм)? Тезлик кескин ортганда йўловчилар қандай ҳолатда бўлади? Автобус ўнганга ва чапга бурилганда –чи?



2-топшириқ

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 ҳаракатланаётган машина ноинерциал саноқ тизимига тааллуқли. Унга нисбатан инерция қонуни бажарилмайди.

IV Инерциал саноқ тизимининг модели

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

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

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 тортишиш кучи ишқаланиш кучи таъсирида мувозанатланса (компенсацияланса) автомобиль текис ҳаракатлана олади:

$$F_{\text{торт}} = F_{\text{ишқ}}$$

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

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

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

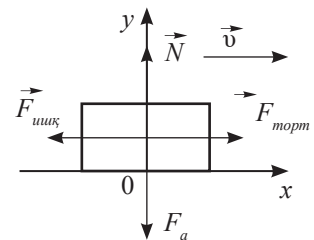
? Жавобини айтинг

Нима учун Ер шароитида Галилейнинг инерция қонунини текшириш мумкин эмас?

6 Муҳим ахборот

Ньютоннинг биринчи қонунини қўлланиб, масалалар ечиш алгоритми

1. Жисмга таъсир этувчи жисмини ва кучларни тасвирлаш.
2. Ньютоннинг I қонунини вектор кўринишида ёзиш (1).
3. Масала ечишга 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 боғлиқ 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 манфий бўлади?

Олинган тенглик Ньютоннинг 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 йиғиндиси 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 брусонки горизонтал ёғоч тахта бўйлаб текис тортилади. Ишқаланиш коэффициентини 0,3 га тенг. Пружинанинг узайишини топинг.

Берилган:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,3$$

$$x = ?$$

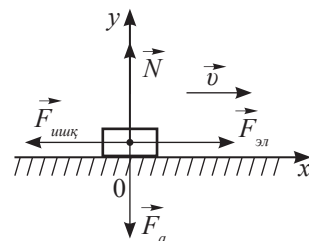
Ечилиши:

Расмда жисмни тасвирлаймиз, унга таъсир этувчи кучларни кўрсатамиз.

Жисм текис ҳаракатланади

$v = \text{const}$, демак, барча кучларнинг

тенг таъсир этувчиси нолга тенг:



$$\vec{F}_{эл} + \vec{F}_{ишқ} + \vec{F}_a + \vec{N} = 0. \quad (1)$$

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

$$-F_{ишқ} + F_{эл} = 0. \quad (2)$$

Кучларни улар боғлиқ бўлган катталиклар орқали ифодалаймиз:

$$F_{ишқ} = \mu N; \quad (3)$$

$$F_{эл} = kx. \quad (4)$$

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

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

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

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

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

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

Жавоби: $x = 6 \text{ см}$.

Текшириш саволлари

1. Инерция деб қандай ҳодисага айтилади?
2. Жисмнинг инертлиги нима? У қандай намоён бўлади?
3. Инерция билан инертликнинг фарқи нимада?
4. Г. Галилей ва И. Ньютоннинг инерция қонунилари таърифларидаги 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 каналар қўлдаги муз сирти бўйлаб текис ҳаракатланмоқда. Массалари 0,2 т каналарнинг музга горизонтал туширган кучларини аниқланг, ишқаланиш коэффициентини 0,2 га тенг.
3. Айвонни таъмирлаётган дурадгор 400 г массали кичик брусокни вертикал деворга горизонтал йўналишда 0,005 кН куч билан қисиб босди. Агар брусок тушиб кетмаса, ишқаланиш коэффициентини нимага тенг?



92-расм. «Қиран-2018» биринчи республика миқёсидаги йиртқич қушлар ва овчилик турнирига 70 дан ортиқ иштирокчилар йиғилди.

🏠 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 ҳаракатланиши учун 1,5 Н куч сарфланади. Магнитни тахта сирти бўйлаб вертикал юқорига ҳаракатлантириш учун қандай куч қўйиш керак?

14-§. Механикада кучлар

Кутиладиган натижажа:

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

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

I Табиатда кучлар

Атрофимиздаги жисмларнинг ўзаро таъсирини физик катталиқ – 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 қобиклари ва атом ядроларининг узоқлашиши 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.



Жавобини айтинг

1. Табиатда қанча куч бор?
2. Масофадан таъсир этувчи кучларни айтинг.
3. Ўзаро таъсирлашувчи жисмларнинг бевосита таъсирлашувида қандай кучлар таъсир этади?



Ёдга туширинг!

1. Оғирлик кучи, эластик кучи, ишқаланиш кучи деб қандай кучларга айгилади?
2. Бу кучлар қандай формулалар билан аниқланади?
3. Қандай ифода Гук қонуни дейилади?
4. Кучлар қандай тасвирланади?
5. Улар қандай асбоб билан ўлчанади?
6. Ўлчов асбобларининг бўлим қийматлари ва кўрсаткичи қандай аниқланади?



1-топшириқ

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



2-топшириқ

1. «Кучларнинг асосий тавсифлари» жадвали бўйича кучларнинг қўйилиш нуқталари ва уларнинг йўналишларини таққосланг.
2. График равишда кучларнинг катталиклари қандай тасвирланишини, бир тўғри чизик бўйлаб бир хил йўналган ва қарама-қарши йўналган кучларнинг тенг таъсир этувчиси қандай аниқланишини ёдингизга тушинг.
3. Учиб келаётган коптокка, сув сиртидаги пўкакка, транспортёр тасмадаги қутига таъсир этувчи кучларни тасвирланг (93-расм).



93-расм. 2-топшириқ учун

II Механика кучларининг асосий тавсифлари

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

9-жадвал. «Кучларнинг 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 паства	
Эластиклик кучи	$F = kx$	Жисмнинг уни деформацияловчи жисм билан уриниш нуқтаси	Жисмнинг мувозанат ҳолатидан оғишига қарама-қарши	
Жисмнинг оғирлиги	$P = mg$ Ҳаракланмайдиган горизонтал таянч ва вертикал осма учун	Таянчнинг сирти ёки ипнинг илиниш нуқтаси	Вертикал паства	

Куч	Сон қийматини ҳисоблаш формуласи	Таъсир нуқтаси	Йўналиши	Расми
Таянчнинг реакция кучи	Ньютон қонунлари билан аниқланади	Жисмнинг массалар маркази ёки жисмнинг сирти ва таянчнинг уриниш нуқтаси	Таянч сиртига перпендикуляр	
Ипнинг таранглик кучи	Ньютон қонунлари билан аниқланади	Жисмнинг массалар маркази ёки жисмнинг илиниш нуқтаси	Ип бўйлаб	
Архимед кучи	$F_A = \rho g V$	Суюқликка ботирилган жисмнинг массалар маркази	Вертикал юқорига	
Сирпаниш ишқаланиш кучи, тинчликдаги максимал ишқаланиш кучи	$F = \mu N$	Жисмнинг массалар маркази (агар ҳаракат илгариланма бўлса)	Жисм ҳаракатининг йўналишига қарама-қарши	

! Диққат қилинг!

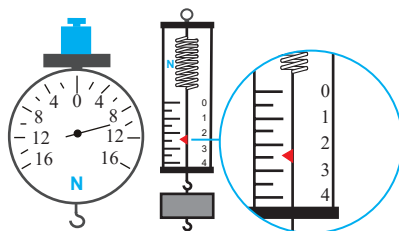
Мунтазам шаклли жисмлар учун массалар маркази симметриялар ўқининг кесишиш нуқтасида жойлашган. Жисмларнинг илгариланма ҳаракатини кўраётганда биз уларни массалар марказига жойлаштириб, моддий нуқта билан алмаштирдик.

Эксперимент

- а) стол сирти бўйлаб текис ҳаракатланаётган;
б) пружинага илинган юкка;
в) сув қуйилган идишга ботирилган жисмга таъсир этувчи кучларни ўлчанг.
- Расмда ўзингиз танлаб олган масштабда ўлчанган кучларни тасвирланг.

3-топшириқ

94-расмда кўрсатилган динамометр шкалаларининг бўлим қиймати ва кўрсаткичларини аниқланг.

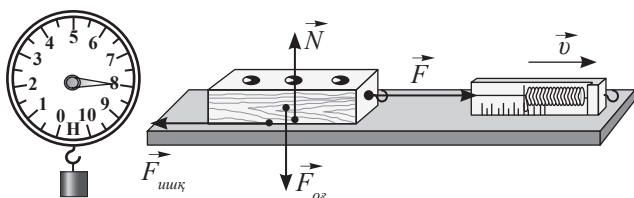


94-расм. 3-топшириқ учун



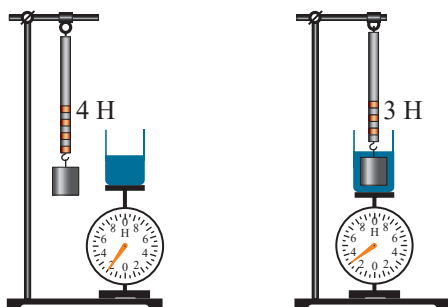
4-топшириқ

Динамометр билан қандай кучлар ўлчанишини аниқланг (95-расм а-в):



а)

б)



в)

в)

93-расм. Динамометр билан кучни ўлчаш



5-топшириқ

Сўзларни тушунтиринг: куч, куч табиати, ўлчов асбоби шкаласининг бўлим қиймати, асбобнинг кўрсаткичи.



Ёдга туширинг!

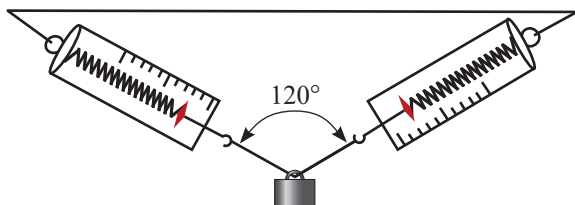
1. Жисмга битта тўғри чизик бўйлаб бир хил йўналишда таъсир этувчи икки ёки бир неча кучларнинг тенг таъсир этувчисини қандай аниқлаш мумкин?
2. Жисмга битта тўғри чизик бўйлаб қарама-қарши йўналишда таъсир этувчи икки ёки бир неча кучнинг тенг таъсир этувчисини қандай аниқлаш мумкин?
3. Агар жисмга қўйилган кучлар модуллари бўйича тенг, йўналишлари жиҳатидан қарама-қарши бўлса, жисм қандай ҳаракатланади? Уларнинг тенг таъсир этувчисини нимага тенг бўлади?



6-топшириқ

Бир-бирига бирор бурчак остида йўналтирилган кучларнинг тенг таъсир этувчиси қандай аниқланади?

Жисмга 120° ли бурчак остида туширилган кучларнинг тенг таъсир этувчисини ва жисм оғирлигини аниқланг (96-расм). Динамометрларнинг бўлим қиймати $0,2$ Н. Расмда кучларни тасвирланг.



96-расм. 6-топшириқ учун



7-топшириқ

Қандай куч тенг таъсир этувчи куч дейилишини ёдингизга туширинг.



Эслаб қолинг

Тенг таъсир этувчи кучни топиш учун векторларни қўшиш қоидадан 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 таъсир этмоқда. Шу кучларни график равишда тасвирланг ва уларнинг тенг таъсир этувчисини топинг.
3. Массаси 20 кг қаттиқ қоғозли кутидаги юкни ташишга мўлжалланган қиялик бурчаги 30° бўлган транспортёр тасма қопламасининг ишқаланиш коэффицентини аниқланг. Шу сиртда 30 кг массали юк тура 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 таъсир этгандаги пружинанинг узайиши l_2 ни аниқланг.
2. Тўртта куч бир тўғри чизик бўйлаб йўналган: чапга 6 Н ва 11 Н, ўнгга 12 Н ва 5 Н. Бу кучларни график равишда тасвирлаб, уларнинг тенг таъсир этувчисини аниқланг.

Экспериментал топшириқлар

Қоғоз билан чизғичдан фойдаланиб, қоғознинг столга ишқаланиш коэффицентини аниқланг. Бажарилган иш бўйича ҳисобот беринг.

Ижодий топшириқлар

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

§15. НЬУТОННИНГ ИККИНЧИ ҚОНУНИ

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзунинг ўзлаштирилганда:

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



Жавобини айтинг

1. Нима учун катта тезлик билан ҳаракатланаётган автомобилнинг олдини кесиб ўтиш мумкин эмас?
2. Қандай ҳолларда автомобиль инерция бўйича ҳаракатланади:
 - двигателни ўчиргандан кейин;
 - автомобилга таъсир этувчи барча кучлар таъсири мувозанатланган бўлса ва унинг тезлиги ўзгармаса?
3. «Бир куч турли жисмларга таъсир қилганда тезликларнинг ўзгариши тенг бўлади» деган фикр тўғрими?



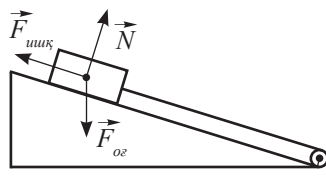
Эксперимент

1. Мавзунинг I ва II бандлари ва 97, 98-расмлар бўйича тажриба ўтказинг.
2. Мавзуда келтирилган таърифларнинг тўғрилигига ишонч ҳосил қилинг.
3. Хатоликларни баҳолаб ва тажриба вақтида катта хатоликларга олиб келадиган омилларни кўрсатинг.
4. 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 боғланишни ўрнатамиз. Улардан бирини кўриб чиқамиз.

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

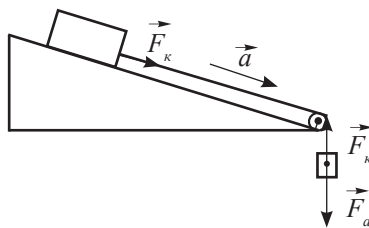


97-расм. Агар кучлар таъсири мувозанатланган бўлса, брусонки текис сирпанади.

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

$$\vec{F}_{\text{ushk}} + \vec{F}_{\text{oz}} + \vec{N} = 0$$

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



98-расм. Брусонки мувозанатланмаган куч таъсирида тезланиш билан ҳаракатланади.

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

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

Формуладан кўчиш тезланишга тўғри пропорционал эканлиги келиб чиқади: $s \sim a$.

Юк массасини ўзгартирмай, унинг бир хил вақт оралиғида қия текисликда кўчишини ўлчаймиз. Ҳа шартларда кўчишлар нисбати тезланишлар нисбати- га тенг бўлади:

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

Юкнинг массасини ўзгартириб, брусонинг бир хил вақтларда кўчишини ўлчаган ҳолда тажриба ўтказамиз. Тажриба натижаларидан юкнинг массаси 2 марта ортганда кўчиш 2 марта ортишига ишонч ҳосил қилиш мумкин. Массани 3 марта орттириш кўчишнинг 3 марта ортишига олиб келади. Демак, *тезланиш жисмга қўйилган, бошқа жисмлар билан мувозанатланмаган кучга тўғри пропорционал боғланган:*

$$a \sim F.$$

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

$$a \sim F_R.$$

Кўрилатган ҳолда тенг таъсир этувчи куч:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_k + \vec{F}_{ик} + \vec{F}_a + \vec{N}.$$

II Жисм массасининг тезланиш

билан боғлиқлиги. Масса – жисм инертлигининг ўлчови

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

Брусочка массасини икки марта орттирсак, унинг кўчиши 2 марта камаяди. Массанинг 3 марта ортиши кўчишнинг 3 марта камайишига олиб келади.

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

III Ньютоннинг иккинчи қонуни

Юқорида олинган хулосаларни бирлаштириб, Ньютоннинг иккинчи қонунини ёзамиз:

Жисмнинг тезланиши жисмга қўйилган барча кучларнинг тенг таъсир этувчисига тўғри пропорционал ва унинг массасига тесқари пропорционал.



1-топшириқ

Тажриба натижалари бўйича тезланишнинг:

- 1) жисмга қўйилган кучга;
- 2) жисм массасига боғлиқлиги графигини ясанг.



2-топшириқ

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



Жавобини айтинг

1. Нима учун жисмга таъсир қилувчи куч жисм массасига ва унинг тезланишига тўғри пропорционал деб тасдиқлаш мумкин эмас?
2. Нима сабабдан жисм массаси тезланиши ва унга таъсир қилган кучга боғлиқ деб айтиш мумкин эмас?

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

Масса скаляр катталиқ бўлгани учун, инерциал санок тизимларида тезланиш билан тенг таъсир этувчи куч (натижаловчи куч) бир хил бўлади $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{F}_R$.

Динамика масалаларини ечишда Ньютоннинг иккинчи қонунининг бундай кўринишидаги ифодашдан фойдаланиш кулай бу ерда:

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

n – жисмга таъсир этувчи кучларнинг сони.

Ньютоннинг иккинчи қонуни динамиканинг асосий тенгламаси дейилади.



Эслаб қолинг

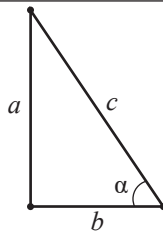
Динамиканинг асосий тенгламасидан фойдаланиб, масалаларни ечиш алгоритми.

1. Жисмни, жисмга таъсир этувчи кучларни, тезланиш йўналишини тасвирлаш.
2. Ньютоннинг II қонунини вектор кўринишида ёзиш (2).
3. Масала ечиш учун кулай координаталар ўқини танлаш.
4. Ньютоннинг II қонунини танлаб олинган ўққа проекция кўринишида ёзиш.
5. Ньютоннинг II қонунини проекция ишораларини эътиборга олиб, модушаклида ёзиш.
6. Кучларни улар боғлиқ бўлган катталиқлар билан алмаштириш.
7. Олинган тенгламани (тенгламалар тизимини) номаълум катталиқларга нисбатан ечиш.
8. Зарур бўлганда кинематика формулаларини қўллаш.



3-топшириқ

Гипотенузанинг қийматига қараб тўғри бурчакли учбурчак катетларининг қийматини ҳисоблаш формулаларини ёзинг (99-расм).



99-расм.



Эслаб қолинг

Ньютоннинг иккинчи қонуни фақат инерциал санок тизимларида бажарилади.



Жавобини айтинг

Қандай санок тизимлари инерциал санок тизими қандай санок тизими эса ноинерциал санок тизим деб аталади?



Муҳим ахборот

Тўғри бурчакли учбурчак ўтқир бурчагининг синуси – бу карама-қарши ётган катетининг гипотенузага

нисбати: $\sin \alpha = \frac{a}{c}$.

Тўғри бурчакли учбурчак ўтқир бурчагининг косинуси бу ёндош ёпишган катетнинг гипотенузага нисбати:

$\cos \alpha = \frac{b}{c}$.



Ёдга тушинг! (§2)

1. Векторнинг танлаб олинган ўққа проекция сини қандай аниқлаш мумкин?
2. Проекция ишорасини қандай аниқлаш мумкин?
3. Проекциянинг сон қиймати қандай аниқланади?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

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

Берилган:

$$\alpha = 30^\circ$$

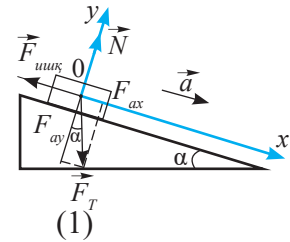
$$\mu = 0,2$$

$$a = ?$$

Ечилиши:

Жисм ишқаланиш кучи, оғирлик кучи, таянчнинг реакция кучи таъсирида тезланиш билан ҳаракатланади. Динамиканинг асосий тенгламасини ёзамиз:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{ишқ}} + \vec{F}_g + \vec{N}$$



Масалани ечиш учун қулай координаталар ўқини танлаб оламиз.

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

Ньютоннинг иккинчи қонунини танлаб олинган ўқларга проекция кўринишида ёзамиз:

$$Ox: \quad ma_x = F_{\text{ишқ}} + F_x + N_x \quad (2)$$

$$Oy: \quad ma_y = F_{\text{ишқ}} + F_y + N_y \quad (3)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

Жавоби: $a = 3,3 \text{ м/с}^2$.

Текшириш саволлари

1. Жисмга қўйилган куч ва тезланиш орасида қандай боғланиш бор?
2. Жисмнинг массаси унинг куч таъсирида олган тезланишига қандай таъсир кўрсатади?
3. Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифланг.
4. 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 кучини 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 коэффициентини 0,2 га тенг бўлса, чананинг массасини аниқланг. Эркин тушиш тезланишини $g = 10 \text{ м/с}^2$ 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 қилади. Нуқта қандай тезланиш билан ҳаракатланади?
3. Жисм горизонтга 30° ли бурчак остида қия текислик бўйлаб сирпанмоқда. Ишқаланиш коэффициенти 0,3 га тенг. Жисмнинг тезланишини топинг. $g = 10 \text{ м/с}^2$. Жавобни меганьютонларда ўнликкача яхлитлаб кўрсатинг.

16-§. Ньютоннинг учинчи қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзунинг ўзлаштирилган шаклида:

- Ньютоннинг учинчи қонунини таърифлаб, уни масалалар ечишда қўллашни ўрганасиз.



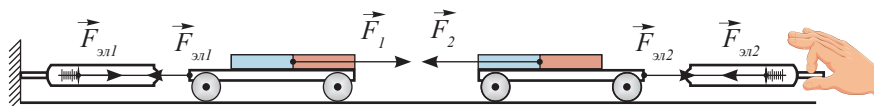
Жавоби қандай?

1. Нима учун қайиқни бортидан итариб жойидан қўзғатиш мумкин эмас?
2. Нима учун барон Мюнхаузен ўзини сочидан тортиб ботқоқдан чиқара олмади (100-расм)?



100-расм. 2-савол учун

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 таъсирлашганда, динамометрларнинг кўрсаткичлари ўзгариб туради, бироқ уларнинг қийматлари ўзаро тенг бўлади (101-расм). Демак, магнитлар ўзаро тенг кучлар билан таъсирлашади.



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 хулосаланг.

I Ньютоннинг учинчи қонуни – жисмларнинг ўзаро таъсири қонуни

Ҳар қандай куч жисмлар таъсирлашгандагина пайдо бўлади, шу билан бирга таъсирлашувчи 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 таъсирлашади.

II Ньютоннинг учинчи қонунини тажрибада текшириш

Ньютоннинг учинчи қонунини тажрибада текшириш учун соддагина тажриба ўтказиш кифоя.

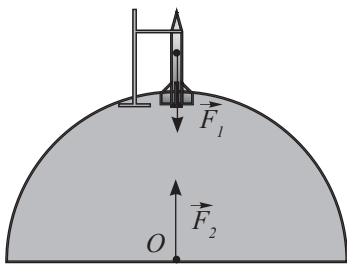
III Жисмларнинг ўзаро таъсир кучларини тасвирлаш

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

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 тенг ва вертикал пастга Ер марказига йўналган оғирлик кучи билан тортади (102-расм).



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

Акс таъсир кучини Ерга, унинг массалар марказига тушираемиз. Кучлар бир тўғри чизик бўйлаб қарама-қарши йўналишда таъсир этади. Демак, кучни вертикал юқорига йўналтираемиз. Унинг ҳам табиати шундай, яъни тортишиш кучи бўлади. Учунчи қонунга асосан, $F_2 = F_1 = mg$ га тенг.

Агар космик кеманинг ва таянч сифатда Ер сиртининг ўзаро таъсирини кўриб чиқсак, у ҳолда ўзаро таъсир кучлари бошқача бўлади.

Кеманинг таянчга бўлган кучи *оғирлик* деб аталади. Жисмнинг оғирлиги таянчга туширилган ва пастга йўналган. У пайдо бўлиш табиати жиҳатидан электромагнит бўлгани учун, бундай куч жуфтнинг 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 арава отни эмас, от аравани тортади?
3. Массалари турлича бўлган шарлар тўқнашганда нима учун массаси кам шар узоқроққа сапчиди?
4. Нима учун икки жисмнинг ўзаро таъсир кучлари ўзаро мувозанатланмайди?
5. Нима учун Ньютоннинг учинчи қонунда таянчнинг реакция кучи оғирлик кучининг жуфти бўла олмайди?

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

IV Ўзаро таъсирлашувчи 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 орқамиздан 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.

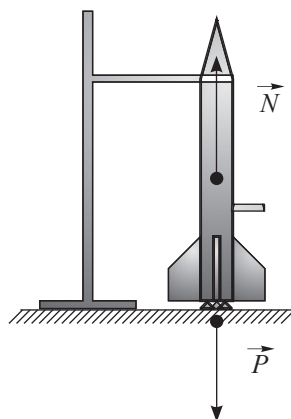
Ернинг массаси инсон массасидан неча марта катта бўлса, унинг инсон билан ўзаро таъсири вақтидаги тезланиши шунча марта кичик бўлади.

V Боғланган жисмлар тизимининг ички кучлари

Бир жисм ёки боғланган жисмлар тизимининг қисмлари ўзаро таъсирлаша олади. Турли қурилмалар, дастгоҳларнинг қисмлари ўзаро таъсирлашади.

Бир жисмнинг ёки боғланган жисмлар тизими қисмларининг ўзаро таъсир 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 таъсир кучлари



2-топшириқ

Массаси 60 кг одам сакраб, Ер билан ўзаро таъсирлашгандаги Ернинг тезланишини аниқланг. Ернинг массасини $6 \cdot 10^{24}$ 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-топшириқ

Ньютоннинг учинчи қонунига суянган 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 мувозанатлайди ва бошқа жисмларга нисбатан ҳаракатланмайди.



4-топшириқ

Ньютоннинг III қонунининг ҳаётда, табиатда, техникада, турмушда қўлланишига 3 та мисол келтиринг.



Диққат қилинг!

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

Бир жисмга қўйилган сон қийматлари тенг, йўналишлари қарама-қарши кучларнинг йиғиндиси нолга тенг.



Бу қизиқ!

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



104-расм. Вертолётнинг учishi

Текшириш саволлари

1. Ньютоннинг III қонунини таърифланг.
2. Ньютоннинг III қонунининг бажарилишини тажрибада қандай текшириш мумкин?
3. Ўзаро таъсирлашувчи 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 қўра тиркамани тортиш кучи тиркама автомобилга таъсир этадиган кучга тенг. 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 юк 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 сиртининг; б) Қуёш билан Марснинг в) кўл тубида ётган тош билан сувнинг ўзаро таъсир кучларини тасвирланг.
2. Қурувчи вертикал деворга ёғоч брусокни тираб турибди. Агар деворнинг реакция кучи 5 Н бўлса, қурувчи брусокка қандай куч билан таъсир кўрсатади?
3. Массалари мос равишда 40 кг ва 50 кг бўлган Марат ва Асхат конькида муз сиртида турибди. Марат Асхатдан 10 Н куч билан итарилди. Болалар қандай тезликка эришадилар?

Ижодий топшириқлар

Агар бир вақтда Ер юзининг барча аҳолиси 1 м/с^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 натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- бутун олам тортиш қонунини таърифлашни ва ундан масалалар ечишда фойдаланишни ўрганасиз.



Эксперимент

Қоғоз шарни горизонтал йўналишда ташланг. Бошланғич тезлик учир масофасига таъсир этадими? Шар ҳаракатини эркин тушиш деб ҳисоблаш мумкинми? Қандай ҳолда шар Ер сиртига қуламайди?



Жавобини айтинг

1. Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракати эркин тушишга 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 тушиш масофаси ортади» Тезликнинг маълум бир қийматида тош траекторияси эгрилигига боғлиқ ҳолда Ерга тушмай ер йўлдошлари каби Ер атрофида ҳаракатланган бўлар эди. Ньютон бундай хулосага келади.

Ойнинг Ер атрофидаги ва сайёраларнинг Куёш атрофидаги ҳаракати бутун олам тортишиш кучи таъсирида юз берадиган эркин тушиш 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 бўлгандagina бажарилади. Бунда массанинг икки марта ортиши кучнинг ҳам икки марта ортишига олиб келиб, кучнинг массага нисбати билан аниқландиган тезланиш ўзгаришсиз қолаверади:

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

Ньютоннинг учинчи қонунига кўра ўзаро таъсирга икки жисм қатнашади, уларнинг ўзаро таъсир кучлари тенг, мос равишда *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 қулай 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 ҳаракатланади, деб ҳисобласак, унинг тезланишини ҳисоблаш қийин эмас.

$$a_{oi} = \frac{4\pi^2}{T^2} R_{ep},$$

бу ерда T – Ойнинг Ер атрофида айланиш даври, $T = 27$ сутка 7 соат 43 мин $= 2,4 \cdot 10^6$ с, R – Ер радиусига тенг Ой радиуси, $R_{ep} = 6,4 \cdot 10^6$ 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 орасидаги масофага тескари пропорционал.

IV Бутун олам тортишиш қонуни.

Гравитацион доимий

Олинган натижаларни бирлаштириб, Ньютон 1687 йили бутун олам тортишиш қонунини таърифлади:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

G – пропорционаллик коэффициенти ёки гравитацион доимий.

Гравитацион доимий бир-биридан 1 м масофада 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 нуқталарни туташтирувчи тўғри чизик бўйлаб йўналган бўлади (105-расм).

Ер ва жисм таъсирлашгандаги бутун олам тортишиш кучи $F = G \frac{Mm}{R_{ж}^2}$ ни оғирлик кучи $F = mg$ билан таққослаймиз.



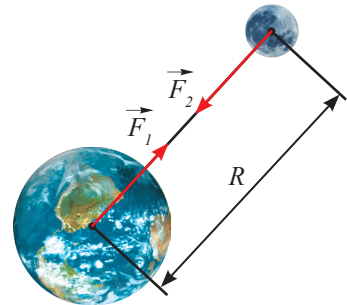
Жавобини айтинг

1. Нима учун Ойдаги эркин тушиш тезланиши Ер сиртидаги эркин тушиш тезланишидан кичик?
2. Нима учун жисмларнинг Ер сиртидаги эркин тушиши уларнинг массаларига боғлиқ эмас?
3. Нима учун Ер сиртида жисмларнинг тортишиш кучи билан таъсирлашишини кузата олмаيمиз?



2-топшириқ

Гравитация майдони кучланганлиги билан эркин тушиш тезланиши тенг эканлигини исботланг.



105-расм. Гравитацион кучлар ўзаро таъсирлашувчи жисмларнинг массалар марказига қўйилган

Бу табиатига кўра биргина куч бўлиб ҳисобланади. Демак:

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

g – Ер сиртидаги эркин тушиш тезланиши, M – Ернинг массаси, R – Ернинг радиуси.



Эслаб қолинг!

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{кг^2}$$

Барча жисмлар бир-бирига улар массаларининг кўпайтмасига тўғри пропорционал ва улар орасидаги масофанинг кавдратига тескари пропорционал бўлган куч билан тортилади.



Эслаб қолинг!

Бутун олам тортишиши қонунининг қўлланилиши чега-ралари

Қонунни қўллаш мумкин:

- а) моддий нукталар учун;
- б) шар шаклидаги жисмлар учун;
- в) ўлчамлари шар ўлчамаидан бир неча марта кичик жисмлар билан таъсирлашувчи катта радиусли шар учун.

Қонунни қўллаш мумкин эмас:

- а) чексиз ўзак ва шарнинг ўзаро таъсири учун;
- б) жисмлар ва чексиз текислик учун.

V Масса – гравитация ўлчови

Эркин тушиши тезланиши сайёра (коинот жисмининг) массасига тўғри пропорционал. Жисмдан узоқлашганда тезланиши масофанинг квадратига пропорционал равишда камаяди. Олинган боғлиқлик массаси ва ўлчамлари маълум бўлган шароитда ҳар қандай осмон жисми сиртидаги эркин тушиш тезланишини аниқлашга имкон беради.

Ҳисоблашлар натижасида эркин тушиш тезланиши Юпитер учун $g \approx 25 \text{ м/с}^2$, Ой учун $g \approx 1,67 \text{ м/с}^2$ га тенг. 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.



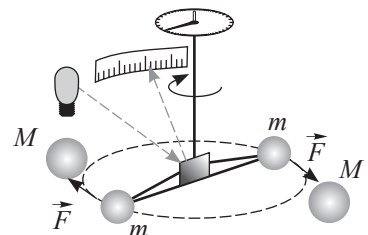
Эслаб қолинг!

Ньютон қонунлари фақат инерциал санок тизимларидагина таъсир қилади.



Бу қизиқ!

Гравитацион доимийни дастлаб тажриба йўли билан 1798 йили инглиз олими Генри Кавендиш аниқлаган. У бу катталикни аниқлаш учун бурама тарозини қўллади. Кулон кучларига қараганда бу тажрибанинг қийинчилиги гравитация кучларининг жуда заифлигида эди. Тажриба учун кўзгули қайтаргичи бўлган жуда ҳам сезгир бурама тарозилар керак бўлди (106-расм). Кавендиш маълум масали шарларнинг ўзаро таъсир кучини пружинанинг айланиш бурчаги орқали аниқлаб, гравитацион доимийни ҳисоблаб чиқди.



106-расм. Кўзгули қайтаргичи бўлган бурама тарози



Муҳим ахбарот

Массага эга ҳар қандай жисм атрофида гравитацион майдон пайдо бўлади. Турли жисмларнинг майдонлари бир-биридан майдон кучланганлиги билан фарқ қилади:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{m_G}, \quad E - \text{гравитацион майдон кучланганлиги};$$

m_G – жисмнинг гравитация массаси – майдон манбаи.



3-топшириқ

Массаси 60 кг одамнинг массалар марказидан 1 м масофадаги гравитацион майдони кучланганлигини аниқланг. Натижани Ер атрофидаги гравитацион майдон кучланганлиги билан таққосланг.



4-топшириқ

Ер марказидан $2R_{\text{ер}}$, $3R_{\text{ер}}$, $4R_{\text{ер}}$, $5R_{\text{ер}}$, $6R_{\text{ер}}$ масофада жойлашган жисмларнинг тезланишини аниқланг. Эркин тушиш тезланишининг масофага боғлиқлигини график равишда тасвирланг.



Муҳим ахбарот

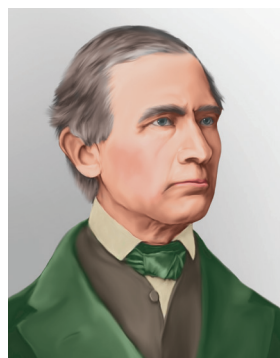
1843 йили инглиз олими Жон Каул Адамс 8-сайёранинг ички орбитасини ҳисоблаб чиқди. Бу сайёранинг мавжудлиги ҳақидаги тахминларга Уран орбитасидаги ўзгаришлар сабаб бўлди. Француз математиги Урбен Леверье 1845–1846 йиллари Адамсдан алоҳида ўз ҳисоблашларини олиб бориб, Берлин обсерваториясининг астрономи Иоганн Готтфрид Галлени сайёрани излаштириш билан шуғулланишга кўндирди. 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 жисм массасига қандай боғланган? Жисмлар орасидаги масофага-чи?
2. Бутун олам тортишиш қонунини таърифланг.

3. Гравитацион доимийни тажрибада аниқлаган ким? У нимага тенг?
4. Гравитацион майдоннинг куч тавсифи қандай?
5. Гравитацион майдон кучланганлиги билан массалар марказидан бўлган масофа орасида қандай боғланиш мавжуд?

★ Машқ

17

1. Ер сиртидан қандай масофада космик кемага таъсир этувчи тортиш кучи Ер сиртига қараганда 100 марта кам бўлади?
2. Ер сиртидан 600 км узоқликда жойлашган массаси 1 кг жисмга таъсир этувчи кучни аниқланг. Ернинг радиуси 6400 км, массаси $6 \cdot 10^{24}$ кг, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$.
3. Венеранинг ўртача зичлиги 5200 кг/м^3 , радиуси 6100 км. Венера сиртидаги эркин тушиш тезланишини аниқланг.

🏠 Машқ

17

1. Ҳар бирининг массаси 10 000 т, бир-биридан 100 м узоқликда жойлашган икки кеманинг тортишиш кучини аниқланг.
2. Марснинг радиуси Ер радиусининг 0,53 қисмини ташкил қилади. Ер сиртидаги эркин тушиш тезланиши маълум бўлса, Марсдаги эркин тушиш тезланишини аниқланг.
3. 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

1. Қуёш ва Қуёш тизими сайёралари майдонларининг кучланганлигини ҳисобланг. Керакли маълумотларни адабиётлардан олинг. Олинган натижаларни қиёсий таҳлил қилинг.
2. Г. Кавендиш ҳақида ахборот тайёрланг.

18-§. Жисмнинг оғирлиги, вазнсизлик

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштиригanda:

- тезланиш билан ҳаракатланаётган жисмнинг оғирлигини аниқлай оласиз;
- вазнсизлик ҳолатини тушунтира оласиз.



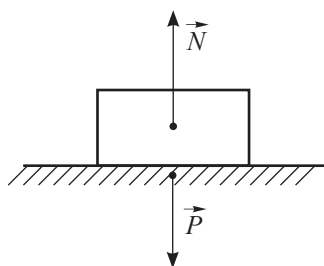
Жавобини айтинг

Нима учун лифт кўтарилиб бўлганда ва эндигина кўтарилга бошлаганда танада енгиллик ҳис қилинади?



Ёдга тушинг!

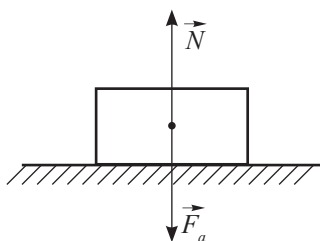
Қандай ҳолларда ана шундай ҳолатни ҳис қиласиз?



108-расм. Жисмларнинг ўзаро таъсир кучлари тенг

I Тинч турган жисмнинг, тўғри чизиқли 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 чизиқли ва текис ҳаракатланаётган 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.

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 чизиқ 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 кучлар қўйилган? Нима учун? а) расмга Ньютоннинг I қонунини б) расмга эса III қонунини қўллаш мумкин?

Жисм осма билан бирга

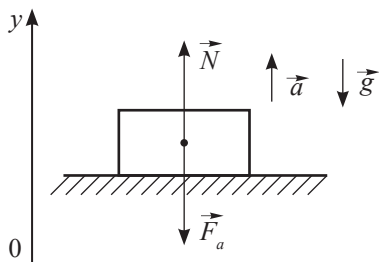
а) тинч ҳолатда бўлганда

б) вертикал юқорига ёки пастга ҳаракатланганда кучларнинг нисбати тўғрисида нима айтиш мумкин?

II Жисм оғирлигининг ортиши.

Ортиқча юкланиш

Жисм ва унинг таянчининг тезланишли ҳаракатида, уларнинг деформацияланиш даражаси ўзгаради, шунга мос равишда ўзаро таъсир кучи ҳам ўзгаради. Жисмнинг тезланиши эркин тушиш тезланишига қарама-қарши йўналган ҳолдаги жисмнинг оғирлигини аниқлаймиз (110-расм).



110-расм. Тезланиш қарама-қарши йўналган, жисмнинг оғирлиги ортади

Бу жисмнинг тезланишли юқорига қўтарилиши ёки секинланувчан пастга тушишига мос келадиган ҳол.

Ўша ҳол учун Ньютоннинг иккинчи қонунини ёзамиз. Жисм оғирлик кучи ва таянчнинг реакция кучи таъсирида тезланиш билан ҳаракатланади:

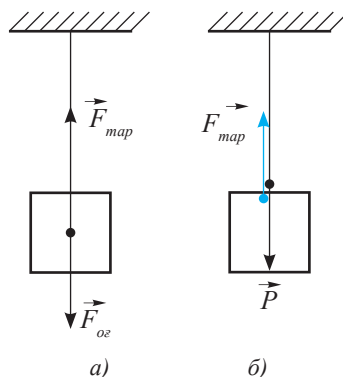
$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F}_{oz}$$

Тенгламанинг Oy ўқига проекцияси:

$$ma_y = N_y + F_{ay}$$

Проекция ишораларини ҳисобга олиб, бундай тенгликни ҳосил қиламиз:

$$ma = N - F_{oz}$$



109-расм 1-топшириқ учун



Эслаб қолинг!

Агар жисм таянч ёки осма билан бирга тинч ҳолатда бўлса ёки тўғри чизикли текис ҳаракатланса, жисмнинг оғирлиги оғирлик кучига тенг бўлади.



Эксперимент

Динамометрга юк илиб, унинг оғирлигини аниқланг. Юк кескин вертикал юқорига ҳаракатланганда динамометр кўрсаткичларини кузатинг. Динамометрни кескин пастга тушириб, бажарган тажрибангизни такрорланг. Натижаларни таққослаб, хулосангизни ёзинг.



Диққат қилинг!

Жисмнинг эркин тушишида оғирлик кучи йўқолмайди, масса ўзгармас катталиқ бўлиб қолаверади.

Таянчнинг жисмга таъсир этувчи кучи:

$$N = ma + F_{oz} = ma + mg$$

$$N = m(g + a)$$

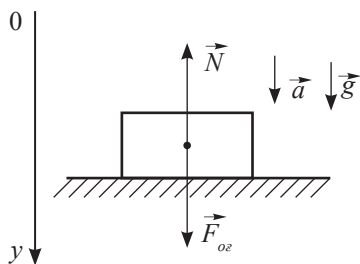
Ньютоннинг учинчи қонунига асосан $P = N$, демак:

$$P = m(g + a)$$

Агар жисм таянч билан бирга (a) тезланиш билан вертикал 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 қиладиган 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 камайди

Агар жисм таянч билан бирга a тезланиш билан вертикал пастга ҳаракатланса, унинг оғирлиги тичликдаги жисмнинг оғирлигидан кичик бўлади.

Жисмнинг оғирлиги 0 га тенг бўладиган ҳолати вазнсизлик деб аталади.

Муҳим ахборот

Тезланувчан ҳаракатни юзага келтирган оғирликнинг ортиши ортиқча юкланиш деб аталади. Ортиқча юкланишни k ҳарфи билан белгилаймиз, у ҳолда:

$$k = \frac{P}{P_0}$$

$$k = \frac{m(g + a)}{mg}$$

$$k = \frac{g + a}{g}$$

$$k = 1 + \frac{a}{g}$$

10 марта ортиқ ортиқча юкланишда жисм эркин тушиш тезланишидан 9 марта катта тезланиш билан ҳаракатланади.

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 $a = g$ ҳаракатланади, бу пайтда жисм вазнсизлик ҳолатида бўлади:

$$P = m(g - a) = m(g - g) = 0$$

Жавобини айтинг

1. Нима учун Ернинг сунъий йўлдошидаги фазогир вазнсизлик ҳолатида бўлади?
2. Нима сабабдан вазнсизлик ҳолатида фазогирнинг оғирлиги нолга тенг, оғирлик кучи эса нолга тенг бўлмайди?
3. Нима учун фазогирлар билан учувчиларни ортиқча юкланишга тайёрлаш тренажерлари центрифугалардан иборат?

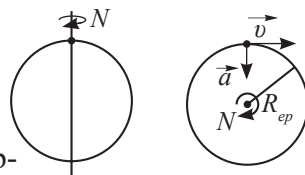


112-расм. Центрифуга кўринишидаги тренажер

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Масала. 1000 т массали жисмнинг қутбдаги ва экватордаги оғирлигини аниқланг. Ернинг радиуси 6400 км.

Берилган:	ХБЖ	Ечилиши:
$m = 1000 \text{ т}$	10^6 кг	Жисмнинг айланиш радиуси
$R_{\text{ж}} = 6400 \text{ км}$	$6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$	қутбда нолга тенг, экваторда
$P_1 = ?$		Ер радиусига тенг.
$P_2 = ?$		Демак, қутбда 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, қутбда ҳам $g = 9,81 \text{ м/с}^2$. Экватордаги жисмнинг ўз ўқи атрофида айланиш тезланиши ушбу формула билан аниқланади:

$$a = \frac{4\pi^2 R_{ep}}{T^2}, \quad T = 24 \text{ соат} = 86400 \text{ с.} \quad \text{Бунда: } P_2 = m \left(g - \frac{4\pi^2 R_{ep}}{T^2} \right)$$

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

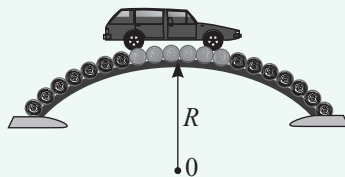
Текшириш саволлари

- 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 кўприкдан ўтган автомобиль оғирлиги $P = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right)$ бўлишини исботланг (113-расм).



113-расм. Қавариқ кўприкда ҳаракатланганда жисмнинг оғирлиги камаяди

- Космик кема 5 м/с^2 тезланиш билан вертикал юқориға.

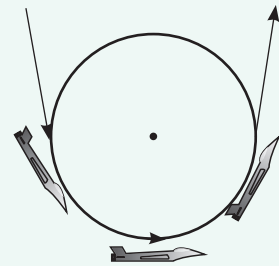
ҳаракатланмоқда. Космонавтнинг массаси 75 кг бўлса, оғирлиги қандай бўлишини аниқланг $g = 10 \frac{M}{c^2}$.

3. 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 килоньютонларда ва ўнликларгача яхлитлаб беринг.

Машқ

18

1. Самолёт пастга қараб учидан чиқиш вақтида траекториянинг пастки нуқтасида учувчи $P = m(g + \frac{v^2}{R})$ ортиқча юкланиш сезишини исботланг (114-расм).



114-расм. Траекториянинг пастки нуқтасида жасминг оғирлиги ортади

2. Космик кема $8,38 \text{ м/с}^2$ ўзгармас тезланиш (Ойга нисбатан) билан вертикал йўналишда секинланувчан ҳаракатланиб, Ойга қўнади. Шу кемадаги массаси 70 кг космонавтнинг оғирлиги қандай?
3. Эгрилик радиуси 40 м қавариқ кўприк орқали массаси 2 т бўлган автобус 36 км/соат тезлик билан ҳаракатланди. Кўприкнинг юқориги нуқтасига автобус кўрсатган босим кучини топинг. $g = 10 \frac{M}{c^2}$ деб олиб, жавобингизни килоньютонларда ифодаланг.

Экспериментал топшириқ

Ерда турадиган тарозидан фойдаланиб, лифт ҳаракатининг бошланғич пайтдаги, унинг кўтарилиш пайтидаги ва тормозланиш вақтидаги ўз оғирлигингизни 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 маевзуну ўзлаштирганда:

- масала ечишда биринчи космик тезлик формуласини қўллаш орасиз;
- космик аппаратлар орбиталарининг ўзига хос хусусиятларини таққослайсиз;
- тортишиш майдонидаги жисмнинг ҳаракат параметрларини ҳисоблай оласиз.



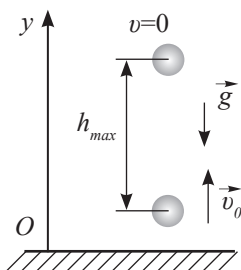
Жавобини айтинг

1. Нима учун эркин тушган жисм вазнсизлик ҳолатида бўлади?
2. ЕСЙ эркин тушади деб тасдиқлаш мумкинми?



1-топшириқ

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 қулай ўқни танлаб олинг.



115-расм. Оғирлик кучи таъсирида жисмнинг вертикал 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 вертикал бўйлаб ҳаракати

Жисмнинг вертикал 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 учир узоқлиги ва x координата текис ҳаракат формулалари орқали аниқланади:

$$l = v_{0x}t \quad (1)$$

ва
$$x = x_0 + l \quad (2)$$

Жисмнинг учир вақти жисмнинг Ер сиртидаги баландлигига боғлиқ бўлган тушиш вақти орқали аниқланади:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3)$$

Бошланғич тезликнинг $0y$ ўқи бўйича ташкил этувчиси нолга тенг. $0y$ ўқи бўйлаб ҳаракат g тезланиш билан бажарилади, ҳаракатни тавсифловчи катталикларни ҳисоблаш 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 Уфққа бурчак остида ташланган жисмнинг ҳаракати

Горизонт (уфқ) га бурчак остида улоқтирилган жисм ҳаракатини тавсифловчи асосий катталиклар: v_{0x} , v_{0y} тезлик ташкил этувчиларини; t учуш вақтини; h_y баландликни ва l учуш узоқлигини аниқлаймиз. Барча кинематик катталиклар ўтган топшириқдаги каби ҳаракатнинг муस्ताқиллиги принципи асосида аниқланади. Жисм $0x$ ўқи бўйлаб ўзгармас (117-расм)

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad (8)$$

тезлик билан ҳаракатланади. $0y$ 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

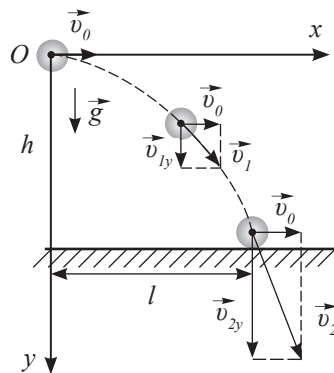
- 1) Жисмнинг траекториянинг юқори нуқтасига кўтарилиш вақти билан тушиш вақти бир хил эканини;
- 2) бурилиш бурчаги 45° бўлганда учуш узоқлиги максимал бўлишини;
- 3) бурилиш бурчаги 30° ва 60° бўлганда учуш узоқлиги бир хил бўлишини исботланг.

Ўдга туширинг!

Турли осмон жисмлари учун эркин тушиш тезланиши турлича бўлади.

Жавобини айтинг

Массаси ва ўлчамлари маълум бўлган осмон жисмининг эркин тушиш тезланиши қандай аниқланади?



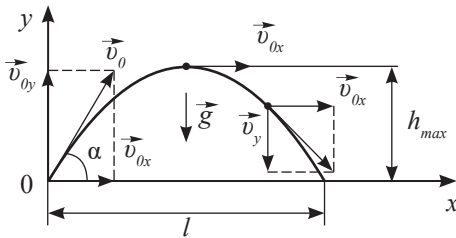
116-расм. Оғирлик кучи таъсирида горизонтал отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси

2-топшириқ

19-§ нинг II бандидаги барча формулаларни ХБТ даги ўлчов бирликларида ифодаланг.

Жавобини айтинг

1. Нима учун жисмнинг эркин тушишида ҳаракат траекторияси тўғри чизиқ, парабола ва айлана бўлади?
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. Горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг оғирлик кучи таъсиридагил ҳаракат траекторияси

Траекториянинг юқориги нуқтасида $v_y = 0$, сўнгра жисм пастга тушиб, текис ҳаракатланади.

Максимал кўтарилиш вақти $v_y = 0$ шарт билан аниқланади, $v_0 \sin \alpha - gt = 0$ шарт бажарилганда:

$$t_{\text{кўтарилиш}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (10)$$

$y=0$ 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 тушиш вақтига мос келади ва учиш узоклигини аниқлайди.

Максимал учиш баландлигини ушбу формула билан топамиз: $h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$

$v_y = 0$ бўлганда жисм юқориги нуқтада тўхтади, (9) формуладан қуйидагига 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:

$$l = (v_0 \cos \alpha)t \quad (13)$$



Жавобини айтинг

Қўшимча бурчаклар учун учиш узоклиги бир хил деб айтиш мумкинми?



Диққат қилинг!

Учиш вақти кўтарилиш вақтидан 2 марта ортик, демак кўтарилиш вақти тушиш вақтига тенг.

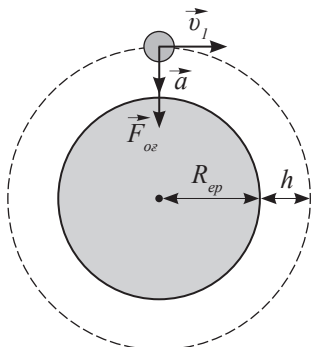


Муҳим маълумот

Математика курсида қандай бурчакларни қўшимча бурчак деб аталишини ёдингизга тушинг. Унинг синуси ва косинуси қандай хоссага эга?

IV Ернинг сунъий йўлдошнинг ҳаракати

Радиуси Ер радиусидан салгина ортик $h \ll R$ (118-расм) орбита бўйлаб ҳаракатланадиган Ернинг сунъий йўлдоши тезлигини аниқлайлик.



118-расм. Ер сунъий йўлдошларининг ҳаракати жисмларнинг эркин тушиш тезлишига мисол бўла олади.

Ҳаракатдаги сунъий йўлдош учун динамиканинг 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 тенгликдан тезликни ифодалаймиз:

$$v = \sqrt{gR} \quad (14)$$

Агар сунъий йўлдош Ер сиртидан Ер радиусига тенг баландликда орбита бўйлаб ҳаракатланаётган бўлса, тезликни ҳисоблашда бутун олам тортишиш қонунини 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 тушинг!

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-топшириқ

1. Бизнинг сайёрамиз 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 олинг.
2. Ер ва Марснинг биринчи космик тезликларида қандай фарқ бор?



5-топшириқ

1. Ер радиусига тенг баландликдаги сунъий йўлдошнинг орбитал тезлигини аниқланг.
2. Орбитал тезлиги биринчи космик тезликдан икки марта кичик сунъий йўлдошнинг учиш баландлигини аниқланг.



Муҳим ахборот

ЕСЙ нинг орбита бўйлаб Ер атрофидаги ҳаракатини характерловчи барча кинематик микдорлар айлана бўйлаб ҳаракатни тавсифлайди.



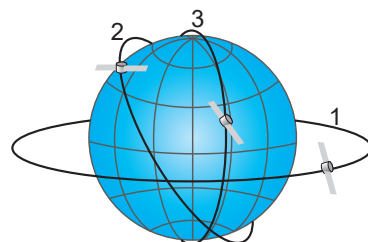
6-топшириқ

Мавзуда кўрилган ҳаракатга атроф-муҳитдан мисол келтиринг.

V Космик аппаратлар орбиталарининг хусусиятлари

Агар Ер сунъий йўлдошининг (ЕСЙ) Ер сиртидан учиб чиқиш тезлиги 11,2 км/с бўлса, у Ернинг тортишиш кучини енгиб, Қуёшнинг йўлдошига айлана олади. Бу тезлик иккинчи космик тезлик деб аталади. Агар жисм тезлигининг қиймати биринчи космик тезликдан катта, иккинчи космик тезликдан кичик бўлса, унинг траекторияси *эллипс шаклида* бўлади. Кеплер қонунлари бажарилади.

ЕСЙ тезликлари баландликка ва Ер атрофида учиб траекториясига боғлиқ. Орбиталарнинг Ер сиртидан масофаси 100 км – $40 \cdot 10^3$ км гача оралиқда бўлади. Пастки Ерга яқин орбиталарда Ернинг тортишиш кучи ва атмосферанинг юқориги қатламларида ишқаланиш бўлганликдан 200 км – 2000 км оралиқдаги масофаларда орбитал тезлик қиймати 6,9 км/с дан 7,8 км/с оралиғида бўлади. Баландлиги 35 786 км геостационар орбитада ЕСЙ нинг тезлиги 3,1 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 чизиғида 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 қилади. Жисмнинг шу вақтдаги тезлигини аниқланг. $g = 10 \text{ м/с}^2$. Жавобни ХБТда ўнликкача яхлитланг.
3. ЕСЙ нинг доиравий орбитасининг радиуси 4 марта орттирилганда, унинг айланиш даври 8 марта ортади. Йўлдошнинг орбита бўйлаб ҳаракат тезлиги неча мартага ўзгаради? Жавобингизни асосланг.
4. Камон отувчи ўқни уфққа 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 учиб ўтганда 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 нуқтаси билан тушиш нуқтаси орасидаги масофани топинг.
4. Сунъий йўлдош Ер сиртидан 600 км баландликда доиравий орбита бўйлаб айланиб учуши учун қандай тезлик олиши керак? Унинг айланиш даври қандай? Оғиш бурчагини ҳисоблаш формуласини мустақил қараб чиқинг.

3-бобнинг хулосаси

Ньютон қонунлари:	Бутун олам тортиш қонуни, биринчи космик тезлик	Тезланиш билан ҳаракатланаётган жисмнинг оғирлиги.
$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0,$ $a = 0, v = const$ $\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m}$ $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{\text{кг}^2}$ $g = G \frac{M}{R^2}$ $v_1 = \sqrt{gR}$ $v_1 = \sqrt{\frac{GM_{\text{жс}}}{R_{\text{жс}} + h}}$	$P = m(g \pm a)$ $k = 1 + \frac{a}{g}$

Ньютон қонунлари:

- Агар жисмга куч таъсир қилмаса ёки кучларнинг таъсири мувозанатланган бўлса, жисм инерциал санок тизимига нисбатан тўғри чизикли текис ҳаракатланади ёки тинч ҳолатини сақлайди.
- Жисм оладиган тезланиш жисмга бўлган барча кучларнинг тенг таъсир этувчисига тўғри пропорционал ва унинг массасига тескари пропорционал.
- Жисмлар модули бўйича тенг 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 чиқадиган механиканинг бўлими.

Инерциал санок тизимлари – инерция қонунлари бажариладиган санок тизими.

Инерциал санок тизимлари – инерция қонуни бажариладиган санок тизимлари.

Кучланганлик – гравитацион майдоннинг жисмнинг ҳар бир килограмм массасига қандай куч билан таъсир этишини кўрсатувчи физик катталиқ.

Вазнсизлик – жисмнинг оғирлиги нолга тенг бўлгандаги ҳолати.

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 минтақа ва халқаро аҳамиятини баҳолашни;
- механик ишни аналитик ва график усулда аниқлашни;
- масалалар ечишда сақланиш қонунини қўллашни ўрганасиз.

20-§. Жисм импульси ва куч импульси. Импульсининг сақланиш қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- «жисм импульси» ва «куч импульси» тушунчаларини фарқлай оласиз;
- Импульсининг 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 орқали таъсир қилувчи кучлар учун ўрин йўқ. Дунёдаги барча ҳодисалар ўзаро таъсирлашувчи заррачалар таъсирида содир бўлади. Бир жисм бошқа жисм билан тўқнашганда унга фақат ўзи йўқотган миқдордагина ҳаракат миқдорини бера олади ва у ўз ҳаракатини қанча орттирса, фақат шунча олиши мумкин. Декарт дунёдаги бошланғич ҳаракат миқдорининг сақланишини қараб чиққан. Фан тарихида бундай тасаввур картезиан номини олган, лотинчада Декарт номи – Картез 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
$$\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad (1)$$

Олинган ифода импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонуни дейилади.

II Жисм импульси ва куч импульси. Жисм импульсининг ўзгариши

Импульс кўринишидаги Ньютоннинг иккинчи қонунда қўлланиладиган жисм импульси, куч импульси ва жисм импульсининг ўзгариш катталikleri тушунчасини киритамиз. Жисм импульси жисм массаси ва ҳаракат тезлигининг кўпайтмасига тенг ва \vec{p} ҳарфи билан белгиланади:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2)$$

Жисм массаси ва тезлигининг кўпайтмасига тенг катталик ҳаракат миқдори ёки жисм импульси дейилади.

Жисм импульси – вектор катталик, унинг йўналиши жисм тезлигининг йўналиши билан бир хил:

$$\vec{p} \uparrow \uparrow \vec{v}$$

Жисм импульсининг ХБС даги ўлчов бирлиги: $[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Импульсининг ўзгариши – жисмнинг охириги ва бошланғич импульсларининг айирмасидан иборат:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 \quad (3)$$

Кучнинг вақтга кўпайтмасига тенг катталик куч импульси дейилади.

Куч импульсининг ўлчов бирлиги:

$$[F \cdot \Delta t] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с}$$

Киритилган катталиклардан фойдаланиб, Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифлаймиз:

Куч импульси жисм импульсининг ўзгаришига тенг.

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p} \quad (4)$$

Олинган ифодадан кўришиб турибдики, жисмга таъсир этувчи кучнинг йўналиши жисм импульсининг ўзгариш йўналиши билан бир хил: $\vec{F} \uparrow \Delta \vec{p}$.

III Жисмларнинг ўзаро эластик таъсирида импульсининг 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 қўллانسак, учинчи қонун куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$m_1 \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_{01}}{\Delta t} = -m_2 \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_{02}}{\Delta t}$$

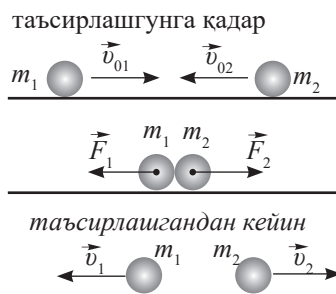
Бу ерда \vec{v}_1 ва \vec{v}_2 – жисмларнинг ўзаро таъсирдан кейинги тезликлари.

Жисмларнинг ўзаро таъсир вақтини олиб ташлаб, куйидаги ифодани оламиз:

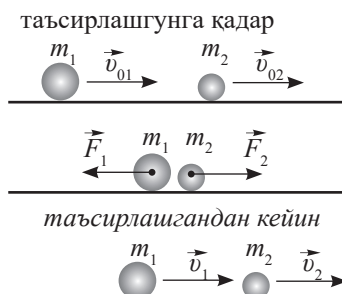
$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01} = -(m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}_{02})$$

ёки
$$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2 \quad (5)$$

Бир жисм импульсининг камайиши бошқа жисм импульсининг айнан шундай қийматга ортишига олиб келади.



120-расм. Қарама-қарши ҳаракатланаётган жисмларнинг эластик ўзаро таъсири



121-расм. Бир хил йўналишда ҳаракатланаётган жисмларнинг эластик ўзаро таъсири

Муҳим ахборот

Векторни мусбат сонга кўпайтирганда унинг йўналиши қандай ўзгаради? Манфий сонга кўпайтирганда-чи?

1-топшириқ

Куч импульси билан жисм импульси ўлчов бирликларининг тенглигини исботланг.

• $1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = 1 \text{ Н} \cdot \text{с} .$

Декарт ўз мулоҳазалари натижасида шундай хулосага келди.

Жисмларнинг ўзаро таъсирга қадар импульсларини тенгликнинг чап қисмига, ўзаро таъсирдан 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 сақланиш қонуни дейилади.



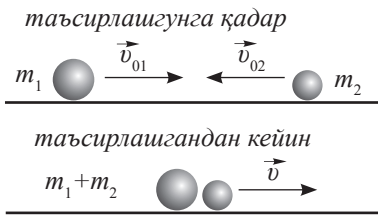
Эксперимент

Ҳаракатланаётган шар билан бир қаторга қўйилган 3 – 4 та шарнинг ўзаро таъсирини тавсифланг. Шарларнинг массалари ва ўлчамлари бир хил бўлиши керак.

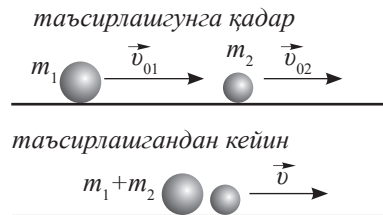
Ёпиқ система жисмлар импульсларининг геометрик йиғиндиси ўзаро таъсирда ўзгармас катталиқ бўлиб қолаверади.

IV Жисмларнинг абсолют ноэластик таъсирида импульснинг сақланиш қонуни

Абсолют ноэластик тўқнашувдан кейин жисмлар бир бутундек бўлиб, бирга ҳаракатланади (122, 123-расмлар).



122-расм. Қарама-қарши ҳаракатланаётган жисмларнинг ноэластик ўзаро таъсири



123-расм. Бир хил йўналишида ҳаракатланаётган жисмларнинг ноэластик ўзаро таъсири

Бундай жисмлар орасида эластиклик кучлари пайдо бўлмайди ва жисмларнинг деформацияси пластик бўлади. Ноэластик ўзаро таъсирда импульснинг сақланиш қонуни куйидаги кўринишда 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 таъсирлашувчи ва ёпиқ системани ташкил қилган жисмлар учунгина бажарилади.

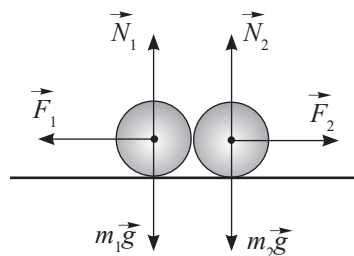
Жисмларнинг ташқи кучлар таъсир этмайдиган системаси ёпиқ система дейилади.



2-топшириқ

1. Ёпиқ системадаги учта жисмнинг эластик ўзаро таъсири учун сақланиш қонунини ёзинг.
2. Агар тўқнашув ноэластик бўлса, формула қандай ўзгаради? Қонунни ёпиқ системадаги учта жисмнинг ноэластик ўзаро таъсири учун ёзинг.
3. Тўрт қисмга бўлинган ҳаракатдаги жисм учун сақланиш қонунини ёзинг.

Ўзаро таъсирлашувчи барча жисмларга Ернинг тортишиш кучи таъсир этгани учун, Ер шароитида жисмларнинг ёпиқ системаси мавжуд эмас. Агар ташқи кучларнинг таъсири бир-бирини мувозанатласа ёки улар системадаги жисмларнинг ўзаро таъсир кучларидан анчагина кичик бўлса, бундай системани ёпиқ деб ҳисоблаш мумкин. Масалан, оғирлик кучининг таъсири таянчнинг реакция кучи билан мувозанатланади (124-расм), ўққа таъсир этувчи босим кучи ернинг тортиш кучидан етарли даражада катта бўлади.



124-расм. Ўзаро таъсирлашувчи иккита жисмнинг ёпиқ системаси



Жавобини айтинг

1. Нима учун бир хил массали, бир-бирига қараб сон қиймати жиҳатидан бир хил тезлик билан ҳаракатланаётган жисмлар импульсини тенг деб олиш мумкин эмас?
2. Граната парчалари портлашга қадар тинч ҳолатда бўлса, граната портлагандан кейин нима учун битта йўналишда 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 қилади.

Берилган:

$$m_1 = 70 \text{ кг}$$

$$m_2 = 35 \text{ г}$$

$$v_2 = 320 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$v_1 = ?$$

ХБЖ

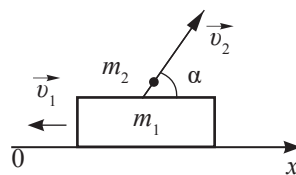
$$3,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Ечилиши:

Ўқ отилгунга қадар тинч ҳолатда бўлади. Жисмнинг импульси нолга тенг бўлади.

Импульсининг сақланиш қонунини ёзамиз:

$$0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2.$$



$0x$ ўқига проекцияси: $0 = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}$.

Проекция ишораларини эътиборга олиб, уларни модуль орқали ифодаласак, қуйидаги тенгликни ҳосил қиламиз: $0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2 \cos \alpha$.

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 бирлигида ўлчанади?
2. Қандай катталик куч 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 қилади?
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 ичида жисмга 4,9 Н куч таъсир этади. Агар куч таъсирида тезликнинг ўзгариши 5 м/с ташкил қилса, 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 натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- табиатда ва техникада реактив ҳаракатга мисоллар келтира оласиз;
- Байқўнир космодромининг давлат ва дунё миқёсидаги аҳамиятини баҳолай оласиз.

I Реактив ҳаракат

Реактив ҳаракатни турли жисмлар амалга ошира олади, масалан бунга табиатдаги сак-кизоёқлар, кальмарлар, медузалар, техникада самолётлар, космик кемалар мисол бўла олади.

Реактив ҳаракат – жисмнинг бир қисмининг ундан қандайдир бир тезлик билан бўлиниши натижасида юзага келадиган ҳаракатдир.



Жавобини айтинг

1. Космик фазода космик кема тезлигини қандай секинлаштириш мумкин?
2. Нима учун ёнғин сўндириш бранспойтини қўлда ушлаб туриш қийин?



К.Э. Циолковский (1857–1935 йй.) – рус олими, тадқиқотчи, мактаб ўқитувчиси. Ҳозирги замон космонавтикаси асосчиси, аэродинамика, ҳавода сузиш бўйича кўплаб ишларнинг муаллифи. Унинг космик кемалар, кеманинг двигателлари, космик учишларга оид таклифлари космик технологияни ривожлантиришга катта ҳисса қўшди.

Биринчи бўлиб фазога космик кемаларни чиқариш учун реактив двигателли кемаларни яшаш мумкинлигини К.Э. Циолковский ассослаб берган. 1903 йили унинг «Олам фазосини реактив аппарат билан тадқиқ қилиш» номли илмий ишлари чоп этилди. У ўз ишида кўп босқичли кемаларнинг ясалишини, суяқ ёқилғи двигателини таклиф қилиб, массаси ўзгарувчан жисмлар ҳаракатининг дастлабки ҳисоблашларини келтириб, кема ва ёқилғи массалари, шунингдек, фазога учиш тўғрисида муҳим ғояларни илгари сурди.

II Реактив двигатель

Реактив двигатель тортиш кучини таянчсиз ёки бошқа жисмлар билан таъсирлашмасдан 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 қилади. Ракета двигателининг содда тури 126-расмда кўрсатилган.

III Реактив ҳаракат тезлиги

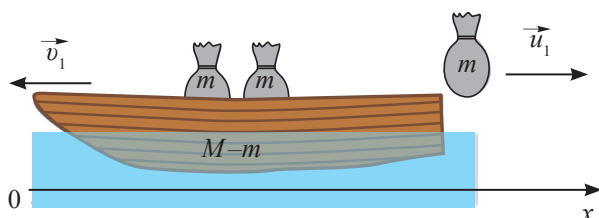
Жисмнинг реактив ҳаракат тезлигини ҳисоблаш учун импульснинг сақланиш қонуни қўлланилади.

Қайикдан 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 биргаликдаги массаси M бўлсин, ҳар бир юкнинг массаси m бўлсин.

Биринчи юк ташлангандан кейин жисмларнинг ёпиқ тизимдаги импульснинг сақланиш қонунини ёзайлик:

$$0 = (M - m) \cdot \vec{v}_1 + m\vec{u}_1$$

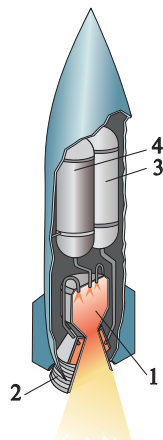
\vec{u}_1 – юкнинг тезлиги, \vec{v}_1 – қолган юкларни бор қайиқнинг тезлиги.



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 қизиқ!

Константин Циолковский 1903 йили сайёралараро ахборотлар учун космик кема моделини яратди. У космик кема учун энг фойдали ёқилғи кислород ва водород аралашмаси деб ҳисоблади.

Векторларнинг йўналишини эътиборга олинган ҳолда танлаб олинган Ox ўқига проекциясида:

$$0 = -(M - m) \cdot v_1 + mv_1$$

Олинган тенгликдан кайикнинг тезлигини топамиз:

$$v_1 = \frac{m}{M - m} u_1 \quad (1)$$



Жавобини айтинг

Нима учун реактив ҳаракатланадиган ёпиқ система қисмлари импульсларининг йиғиндиси 0 га тенг?

IV Космик кема тезлиги

Импульснинг сақланиш қонунидан ёқилғи ёнганда куйидаги муносабат бажарилади:

$$\frac{v_3}{v_T} = \frac{m_0}{M - m_0}$$

бу ёрда m_0 – ёқилғи массаси;

$M - m_0$ – ракетанинг ёқилғисиз космик кема билан биргаликдаги массаси;

v_3 – ракетанинг тезлиги;

v_T – газ оқимининг тезлиги.



3-топшириқ

Агар ёқилғи массаси ракета массасидан 4 марта ортик бўлса, биринчи космик тезлик билан ҳаракатланаётган 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 ёқилғи туридан фойдаланганлигини аниқланг. Ёқилғи махсулоти захарли бўлиб ҳисобланадими? Ракета ёқилғисидан фойдаланиш қандай экологик муоммаларга боғлиқ?



2-топшириқ

Сақланиш қонунидан фойдаланиб, масалалар ечиш алгоритмининг тузинг.



Муҳим ахборот

Замонавий ракеталарда ёқилғининг массаси унинг илк ёқилғи массасининг 90% ни ташкил қилади. Агар ракета массасининг 90% ёқилғи бўлса, қолган қисми фойдали юк, двигателнинг бош қисми, бак ва бошқа элементлар умумий массанинг 10% ни ташкил қилишини билдиради.



128-расм. Юрий Гагарин илк фазогир

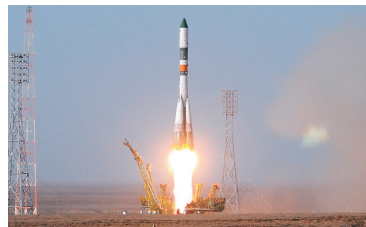
йўлдошлари телеахборотни, уяли алоқаларни амалга ошириш мақсадида фойдаланилади. Космик станцияларда илмий лабораториялар ташкил этилиб, телескоплар жойлаштирилган. Ундаги илмий тадқиқот ишлари Ерда, Куёш тизимида, Коинотда бўлаётган ҳодисаларни чуқур тадқиқ қилишга, улар орасида боғланиш ўрнатишга имкон беради.

Фазога кўтарилиб, илмий тадқиқот ишларга қозоғистонлик космонавтлар ҳам ўз ҳиссаларини қўшдилар (*130-расм*). Т.Аубакиров «Мир» орбитал станциясида ишлади. 1996–2000 йиллари Қозоғистон Президенти ёрдамчиси хизматида ишлади. Т.Мусабаев фазога 3 марта кўтарилди, фазода бўлган умумий вақти 341 кун 9 соату 48 минутни ташкил қилади. 2007–2014 йилларда ҚР Миллий космик агентлиги, 2014 йилдан ҚР Сармоялар (Инвестиция) ва ривожланиш министрлигининг Авиация ва космик қўмитаси раиси бўлди.

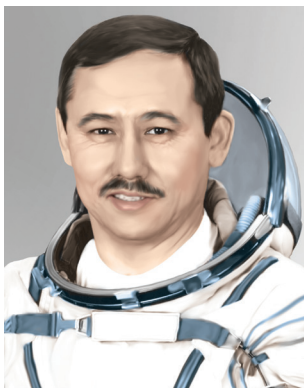


Бу қизиқ!

Байконур космодроми (129-расм) дунедаги биринчи ва энг йирик космодром. Қозоғистонда у Қизилорда вилоятида жойлашган.



129-расм. Байконур космодроми



130-расм. ҚР фазогирлари: Тўқтар Аубакиров, Талгат Мусабаев, Айдин Айимбетов



Бу қизиқ!

Айдин Айимбетов – қозоқ синовчи-фазогир, Қозоғистон Халқ Қахрамони, Қозоғистоннинг ХХК генерал-майори 2015 йилнинг 2-12 сентябрь оралиғида 2 кишили пилотли «Союз ТМА-18» кемасида Халқаро космик станциясига борт инженер сифатида учди. Бу Бойқўнир космодромида учирилган беш юзинчи ракета бўлди. Учиш вақти 9 сутка 20 соат 13 минут 51 секундни ташкил қилди. 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.

Текшириш саволлари

1. Қандай ҳаракат реактив ҳаракат деб аталади?
2. Реактив ҳаракат тезлиги қандай катталикларга боғлиқ?
3. Ракета двигателнинг ишлаш принципи қандай?

★ Машқ

21

1. Космик кеманинг тормозланиши қандай амалга оширилади?
2. Космик кема намунасининг максимал кўтарилиш баландлиги 12,8 м, массаси 200 г ни ташкил қилади, уни учириш вақтида соплодан чиққан газ оқимининг тезлигини топинг. Учириш пайтида 0,5 кг ёқилғи сарфланди. Ҳавонинг қаршилиги ҳисобга олинмасин.

🏠 Машқ

21

1. Милтиқдан ўқ отилган пайтдаги ҳаракатни реактив ҳаракат деб ҳисоблаш мумкинми?
2. Ракета ва ёқилғи массаларининг нисбати 1/6 бўлган ракета намунаси қандай тезлик билан учади? Двигателдаги газ оқимининг тезлиги 8 м/с. Ракетанинг кўтарилиш баландлигини аниқланг.
3. Массаси 100 кг тинч ҳолатдаги аравадан 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 оқимига асосланган реактив двигатель ясанг. Уни ўйинчоқ машинага маҳкамлаб, синаб 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

Кутиладиган натижа

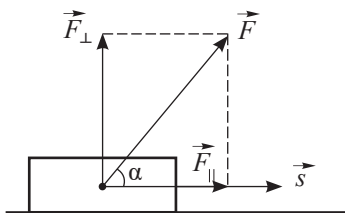
Ушбу мавзуну ўзлаштирганда сиз:

- механик ишни аналитикалик ва график йўл билан аниқлашни;
- иш ва энергиянинг ўзаро боғлиқлигини тушунтиришни ўрганамиз.



Ёдга туширинг!

1. Қандай ҳолатда механик иш бажарилади?
2. Агар таъсир этувчи куч билан жисмнинг кўчиш йўналиши мос келса, бажарилган иш қандай аниқланади?



131-расм. Куч векторини кўчиш йўналиши бўйича параллел ва перпендикуляр ташкил этувчиларга



1-топширик

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 қилайлик (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 равишда иш бажарилади:

$$A = F_{\parallel} \cdot s$$

ёки

$$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha \quad (1)$$

Кучнинг перпендикуляр ташкил этувчиси иш бажармайди, сабаби жисм унинг таъсири йўналишиди ҳаракатланмайди.

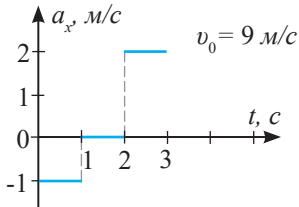
Демак, кўчиш векторига бирор бурчак остида йўналган кучнинг иши, кучнинг кўчиш векторига параллел ташкил этувчисининг иши билан аниқланади.

II Ишнинг график бўйича аниқланиши

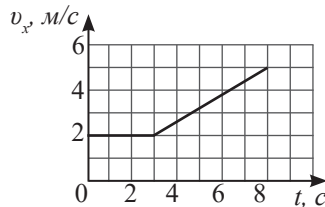
(1) формула асосида тўғри чизиқли ҳаракатланадиган жисмга туширилган кучнинг ишини:

- 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).

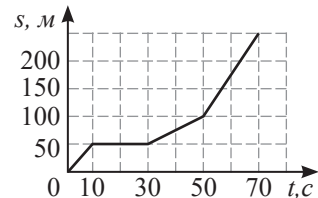
132, г) расмда $F - s$ (куч – босиб ўтилган йўл) диаграммаси берилган. Жисм босиб ўтган йўл билан кучни аниқлайдиган фигуранинг юзи сон қиймати жиҳатидан бажарилган механик ишга тенг эканлигини исботлаш қийин эмас.



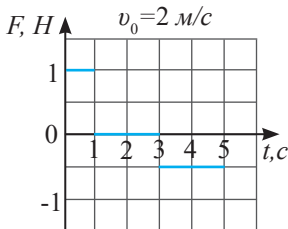
а) тезланишнинг $0x$ ўқига проекциясининг вақтга боғлиқлиги графиги



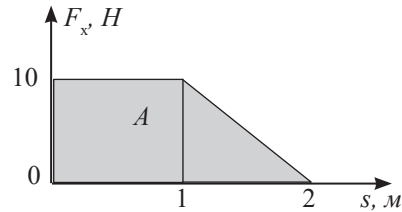
б) тезликнинг $0x$ ўқига проекциясининг вақтга боғлиқлиги графиги



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.

- 1) Жисмга қўйилган кучнинг ишини аниқлаш алгоритмини тузинг; Жисм тўғри чизикли текис ҳаракатланади. Массаси 2 кг жисм учун ҳисоблашларни бажаринг.
- 2) 132 в, г-расмларда тасвирланган графиклардан иш бажарилмаган вақт оралиғини кўрсатинг.

132-расм.

III Кинетик энергиянинг ўзгариш теоремаси

$F = ma$ иккинчи қонунда тезланишни кинематикадан маълум бўлган ушбу муносабат билан алмаштирамиз:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$$

Натижада: $F = m \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}$

Тенгликнинг иккала томонини ҳам s га кўпайтириб, ифодани шакл алмаштирамиз:



Диққат қилинг!

$F - s$ (куч – босиб ўтилган йўл) диаграммада иш, йўлнинг турли қисмларида кучни аниқлайдиган чизиклар тагидаги фигуранинг юзига тенг (132 д) расм).



Жавобини айтинг

Нима учун жисмга таъсир этувчи куч босиб ўтилган йўлга боғлиқ деб тасдиқлаб бўлмайди?



Эслаб қолинг!

(1), (2) ва (3) формуларни табиатдаги ҳар қандай кучни аниқлаш учун қўллаш мумкин.

$$Fs = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (2)$$

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 бундай 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 чизиқ бўйлаб тушади, демак: $A = F \cdot \Delta h$

Жисмнинг кўчишини баландликларининг айирмаси 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

$$E_p = mgh \quad (6)$$

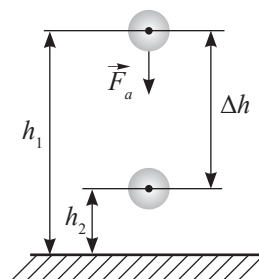
эканлиги бизга маълум: (5) формулани бундай кўринишда ёзамиз:

$$A = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad (7)$$

Оғирлик кучи таъсирида жисмнинг Ер билан ўзаро таъсири натижасида потенциал энергияси ўзгариб, иш бажаради.

! Диққат қилинг!

Куч таъсирида жисмнинг кинетик энергияси ўзгаради, иш бажарилади.



133-расм. Оғирлик кучининг иши жисмнинг Ер сиртидан жойлашиши сатҳининг айирмаси билан аниқланади.

🔍 Эксперимент

Ўзингизнинг иккинчи қаватга кўтарилганда бажарган ишингизни аниқланг. Олинган натижани таққослаб, нима учун уларнинг турлича бўлишини тушунтиринг.

V Эластиклик кучининг иши



4-топшириқ

Берилган параграфнинг IV қисми асосида эластиклик кучининг ишини ҳисоблаш 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 ёднгизга туширинг:

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (9)$$

VI Ишқаланиш кучининг иши

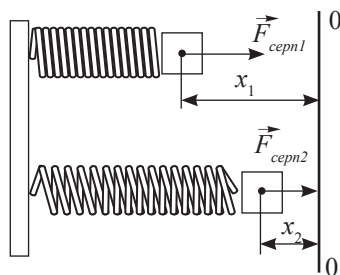
(1) формуладан ишқаланиш кучининг ишини ҳисоблаш формуласини оламиз. Горизонтал сирт учун ишқаланиш кучи $F_{ишқ} = \mu N = \mu mg$, ишқаланиш кучининг йўналиши билан жисмнинг кўчиш йўналиши орасидага бурчак 180° эканлигини эътиборга олсак:

$$A = \mu mgS \cdot \cos\alpha \quad \text{ёки} \quad A = -\mu mgS. \quad (10)$$



Саволларга жавоб беринг

1. Нима учун эластик кучнинг ишини аниқлаганда унинг ўртача қийматини қўллаш зарур?
2. Эластик кучи билан оғирлик кучи мусбат ва манфий бўлиш мумкинлигини сабаби нимада?
3. (7) формула бўйича эластик кучини аниқлаш мумкинми?



134-расм. Эластик кучининг иши жисмнинг узайишининг (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:	ХБЖ	Ечилиши:
$m = 2$ кг		Эластиклик кучининг иши: $A = -\frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2). \quad (1)$ Пружинани чўзувчи ташқи кучларнинг иши қарама-қарши йўналган, демак, у қарама-қарши ишорага эга: $A = \frac{k}{2}(x_2^2 - x_1^2).$
$x = 4$ см	$4 \cdot 10^{-2}$ м	
$x_1 = 2$ см	$2 \cdot 10^{-2}$ м	
$x_2 = 12$ см	$12 \cdot 10^{-2}$ м	
$A = ?$		

Юк осилганда пружина эластиклик кучи оғирлик кучига тенг бўлгунча чўзилади: $F_{эл} = F_a$ ёки $kx = mg$. Бундан:

$$k = \frac{mg}{x} \quad (2)$$

(2) ифодани (1) ифодага қўйиб ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$A = \frac{mg}{2x} (x_2^2 - x_1^2); \quad A = \frac{2 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} (144 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}) \text{ м}^2}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 3,5 \text{ Дж}.$$

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 кучларининг иши қандай аниқланади?
4. Нима учун ишқаланиш кучининг иши манфий қийматга эга?

★ Машқ

22

1. Қурувчи 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 чанғичи 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 м³ тупроқни 20 м баландликка кўтариб ташлайди. Экскаватор ковшининг тупроқсиз оғирлиги 20 кН. Тупроқнинг зичлиги 1500 кг/м³ 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 қўчиш йўналиши билан чанага қўйилган куч орасидаги бурчакка боғлиқлигини текширинг. Чана бир хил масофага кўчса қиялик бурчагининг ўзгариши бажарилган ишга қандай таъсир қилади?

23-§. Энергиянинг сақланиш ва айланиш қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзунинг ўзлаштирилганда:

- масала ечишда энергиянинг сақланиш қонунидан фойдаланишни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун кучнинг қийматлари ўзгарувчан бўлса, Ньютон қонунларини қўллаш нотўғри натижаларга олиб келиши мумкин?
2. Қандай қонунлар ўзгарувчан кучларнинг ўзаро таъсири вақтида масала ечишга имкон беради?



Ёдга тушинг

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 таққослаганда:

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = -(mgh_2 - mgh_1) \quad (1)$$

ёки

$$E_{k2} - E_{k1} = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad (2)$$

Жисм тушаётганда унинг кинетик энергияси ортади, потенциал энергияси эса камаяди.

Иш – жисмларнинг ўзаро таъсирлашувида энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланишининг ўлчови бўлиб ҳисобланади.

II Ер билан ўзаро таъсирлашувчи жисмлар учун тўлиқ механик энергиянинг сақланиш қонуни

(1) формуладаги жисмнинг биринчи ҳолатига мос келадиган энергияни ўнг томонга, иккинчи ҳолатига мос келадиган энергияни чап томога ўтказамиз:

$$\frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 \quad (3)$$

ёки

$$E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1} \quad (4)$$

Кинетик ва потенциал энергияларнинг

ийгиндиси 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 E_p – жисм ёпиқ тизимидаги тўлиқ механик энергия сақланиш қонунининг турлича ёзилишлари бўлиб ҳисобланади.

Тортилиши кучлари билан ўзаро таъсирлашиши вақтида жисмларнинг ёпиқ тизимининг тўлиқ механик энергияси ўзгармас бўлиб қолаверади: $E = const$.



Муҳим ахборот

Энергиянинг сақланиш қонуни жисмнинг энергияси ҳеч қачон йўқолмайди ва йўқдан бор бўлмайди, у фақат 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 (ихтиёрӣ ёпиқ траекторияда бажарган иши 0 га тенг бўладиган кучлар) этадиган ёпиқ тизимнинг тўлиқ механик энергияси ўзгармас катталиқ бўлиб ҳисобланади. Ньютон механикасидаги энергиянинг сақланиш қонуни шундай таърифланади.

Ёпиқ ёки яққаланган тизим деб ташқи кучлар таъсир этмайдиган физик тизимга айтилади. Бу тизимда атроф-муҳит билан энергия алмашиш содир бўлмайди, тизимнинг энергияси ўзгаришсиз қолади, яъни сақланади. Бундай тизимда фақат ички кучлар таъсир қилади 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 чўзилиш, санокнинг нолинчи сатҳи даражаси сифатида олинган сиртга нисбатан жойлашиш тавсифлари берилган масалалар учун жисмлар тизимининг икки ҳолатини тасвирланг.
2. Жисмлар тизимининг ҳар қайси ҳолатининг тўлиқ энергиясини ёзинг.
3. Сақланиш қонуни асосида тўлиқ энергияларни тенглаштиринг.
4. Олинган тенгламадан масаланинг шарти бўйича номаълум катталиқни аниқланг, унинг қийматини топинг.

III Эластиклик кучи билан ўзаро таъсирлашувчи жисмлар учун тўлиқ 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:

$$A = F_{\text{сепн}} (x_1 - x_2) \quad (7)$$



Диққат 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.



Эксперимент

Метрли тасмадан фойдаланиб, вертикал юқорига улоқтирилган шарнинг улоқтириш пайтидаги тезлигини аниқланг.

бунда
$$F_{эл} = \frac{kx_1 + kx_2}{2} = \frac{k}{2}(x_1 + x_2) \quad (8)$$

(8) ифодани (7) ифодага қўйсақ:
$$A = \frac{k}{2}(x_1 + x_2) \cdot (x_1 - x_2)$$

Силжишлар йиғиндисининг улар айирмасига қўпайтмасини 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 таққослаб, сақланиш қонунини бундай кўринишда ёзамиз:

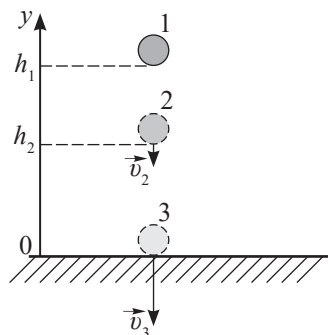
$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} \quad (11)$$

ёки
$$E_{к1} + E_{p1} = E_{к2} + E_{p2} \quad (12)$$

Эластиклик кучлари билан ўзаро таъсирлашув вақтида жисмлар ёпиқ тизимининг тўлиқ механик энергияси ўзгармас (доимий) катталиқ бўлиб қолаверади: $E = const$.

2-топшириқ

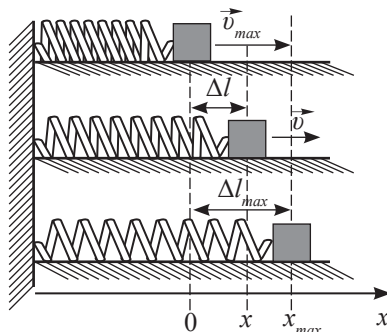
Шар – Ер жисмлар тизимининг учта ҳолати учун тўлиқ механик энергияни аниқлаш формуласини ёзинг (135-расм).



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 кучининг 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 қўлланиши кашфиётлар яратилган. Энергиянинг сақланиш қонуни асосида энергиянинг бир турдан иккинчи турга айлантиришга мўлжалланган техник қурилмалар лойиҳаланган. Техникада импульснинг сақланиш қонуни қўлланилган асосий йўналиш ракетасозликни ривожлантириш бўлди. Сақланиш қонунлари фан ва техникада кенг қўлланилади.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Баландлиги 0,8 м силлиқ қия текисликдан сирпанган жисмнинг ерга тушиш тезлигини аниқланг.

Берилган:

$$h = 0,8 \text{ м}$$

$$v_0 = 0$$

$$v = ?$$

Ечилиши:

Ер – жисм тизимининг икки ҳолатдаги тўлиқ механик энергиясини аниқлаймиз:



1-ҳолат. Қия текисликнинг юқориги нуқтасидаги тўлиқ механик энергия потенциал энергияга тенг, $v_0 = 0$ бўлгани учун кинетик энергия нолга тенг: $E_1 = mgh$.

2-ҳолат. Қия текисликнинг асоси потенциал энергия нолга тенг, тўлиқ энергия кинетик энергияга тенг: $E_2 = \frac{mv^2}{2}$

Энергиянинг сақланиш қонуни асосида: $E_1 = E_2$; $mgh = \frac{mv^2}{2}$

$$v = \sqrt{2gh}; v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ м}} = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

Жавоби: $v = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

Текшириш саволлари

1. Қандай энергия тўлиқ механик энергия деб аталади?
2. Қандай тизим ёпиқ тизим деб аталади?
3. Тўлиқ механик энергиянинг сақланиш қонунининг моҳияти нимада?
4. Қандай кучлар таъсирида тизимнинг тўлиқ механик энергияси камаяди?

★ Машқ

23

1. Ер сиртидан вертикал юқорига отилган 250 г массали коптокнинг кинетик энергияси 49 Ж га тенг. Қандай баландликда унинг кинетик энергияси потенциал энергияга тенг бўлади? Ер сиртидаги потенциал энергияни нолга тенг деб олинг.
2. Ўйинчоқ тўппончанинг пружинаси 9,8 Н куч таъсирида 4 см сиқилди. Массаси 1 г ўқ вертикал юқорига отилганда, 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 енгилш 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, тўрға урилди ва тўр 6,4 см эгилди. Шайбанинг тўрға таъсир этган максимал кучини аниқланг. Эластиклик кучи тўрнинг узайишига тўғри пропорционал эканлигини ҳисобга оламиз.

Ижодий топшириқ

«Табиатда ва техникада сақланиш қонунлари» мавзусида ахборот тайёрланг.

4-бобнинг хулосаси

Куч импульси ва жисм импульси формулалари	Реактив ҳаракат формулалари
$\vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}$	$v_1 = mu_1 \cdot \frac{1}{M - m}$ $\frac{v_3}{v_T} = \frac{m_0}{M - m_0}$
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 таъсирлашув вақтидаги жисм импульсларининг геометрик йиғиндиси 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 этиш вақтининг кўпайтмасига тенг катталик.

Тўлиқ механик энергия – кинетик ва потенциал энергияларнинг йиғиндиси.

Иш – жисмларнинг ўзаро таъсирлашувида энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиш ўлчови.

Реактив ҳаракат – жисмнинг бир қисми ундан қандайдир бир тезлик билан ажралган вақтдаги жисм ҳаракати.

ТЕБРАНИШЛАР ВА ТЎЛҚИНДАР

Бу бобда биз тебранма ҳаракатни, тебранишни тавсифловчи катталиклар қандай аниқланишини кўриб чиқамиз. Механик тебранишлар ва жисмларнинг айлана 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 боғлиқлигини 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 усулларини тавсифлашни;
- ультратовуш ва инфратовушнинг, электромагнит тўлқинлар диапазонларининг қўлланилишини, ёруғлик дисперсиясини тавсифлашни ўрганадиз.

24-§. Тебранма ҳаракат

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- эркин ва мажбурий тебранишларга мисоллар келтиришни;
- амплитудани, давр ва частотани тажрибада аниқлашни;
- формула бўйича даврни, циклик частотани ва фазани ҳисоблашни ўрганасиз.



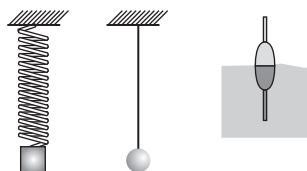
Жавобини айтинг

Тебранма ҳаракатни ҳаракатнинг бошқа турларидан қандай белгилари бўйич ажратиш мумкин?



1-топшириқ

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 ҳаракатга таъриф беринг.



137-расм. Тебраниш тизимлари

I Тебранма ҳаракат, эркин ва мажбурий тебранишлар

Атрофимиздаги кўпигина жисмлар такрорланадиган ҳаракатлар қилади. Масалан, юракнинг уриши, шамол эсганда дарахт шохларининг тебраниши, автомобиль ойнасини тозалагичининг такрорланадиган ҳаракати орқали ойнани тозалаши ва б.қ. такрорланиб туради.

Вақт ўтиши билан даврий равишда такрорланадиган ҳаракатлар *тебранма ҳаракат* деб аталади.

Даврий равишда ўзгарадиган ташқи куч таъсир этганда, ҳар қандай жисм тебранма ҳаракатга келади. Ойна тозалаганда биз даврий равишда кучнинг йўналишини ўзгартириб тураемиз. Двигателдаги поршень ёниш маҳсулотларининг даврий равишда такрорланиб турадиган босимига учрайди.

Даврий равишда ўзгариб турадиган ташқи кучлар таъсирида пайдо бўладиган тебранишлар мажбурий тебранишлар дейилади.

Ташқи кучларнинг таъсирисиз тебранма ҳаракат қиладиган жисмлар тизими мавжуд. Бундай тизимларга пружинадаги жисм, ипга осилган жисм, мусиқа асбобининг таранг тортилган ипи, бир томони қистириб қўйилган пластина (137-расм) киради. Шу тизимларни тинч ҳолатдан чиқарадиган бўлсак, улар эркин тебранма ҳаракатланади.

Тизим мувозанат вазиятидан чиқарилгандан сўнг, тизимда ички кучлар таъсирида содир бўладиган тебранишлар эркин тебранишлар деб аталади.

Ипга осилган ёки пружинага маҳкамланган юкнинг тебраниши эркин ҳаракатга мисол бўла олади. Бу тизимлар мувозанат вазиятидан

чиқарилгандан сўнг жисм ташқи кучлар таъсирисиз тебранадиған шароитлар пайдо бўлади.

Эркин тебрана оладиган жисмлар тизими тебраниш тизими деб аталади.

II Тебраниш амплитудаси

Ипни 0 вертикал ҳолатидан оғдириш орқали тизимни мувозанат вазиятидан чиқарайлик (138-расм).

Мувозанат вазияти – тебраниш тизимининг 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 ҳаракатланади қаби x ҳарфи билан белгиланади.

III Тебраниш частотаси ва даври

Тебраниш ҳаракат қиладиған тизимларнинг асосий тавсифлари *давр* ва *частота*.

Давр – тизимнинг бир марта тўла тебраниши учун кетган вақт.

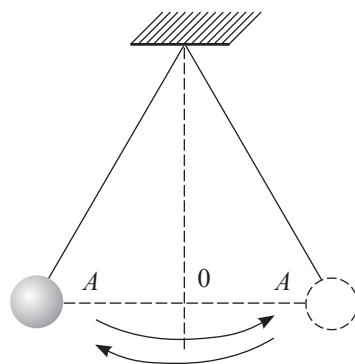
Давр T ҳарфи билан белгиланади ва секундларда ўлчанади:

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

бунда t – тебраниш вақти;
 N – тебранишлар сони.

2-топшириқ

Тебраниш тизимларига мисоллар келтириб, уларни дафтарингизга чизинг.



138-расм. Бир даврда жисм траекториянинг барча нуқталаридан икки марта ўтади

Жавобини айтинг

Нима учун тебраниш тизимлари ташқи кучлар таъсирисиз тебрана олади?

3-топшириқ

1. Эркин тебранишларни бир устунга, мажбурий тебранишларни иккинчи устунга ёзинг: двигатель цилиндридаги поршень, тикув машинасининг игнаси, куш учиб кетгандан сўнг дарахт шохининг ҳаракати, чолғу асбобининг торлари.
2. Ҳар бир устунни ўз мисолингиз билан тўлдиринг.

Жавобини айтинг

Нима учун тебраниётган 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.

$$\nu = \frac{N}{t} \quad (2)$$

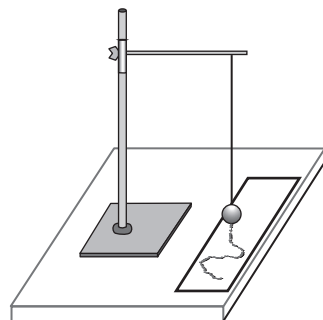
(1) ва (2) формулалардан давр ва частота – ўзаро тескари катталиқлар эканлигини кўриши мумкин:

$$T = \frac{1}{\nu} \quad (3)$$

ёки
$$\nu = \frac{1}{T} \quad (4)$$

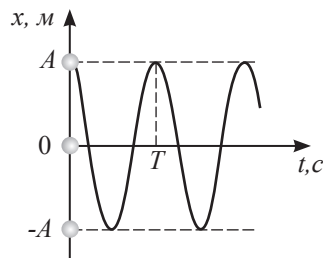
IV Гармоник тебранишлар

Узун ипга осилган жисм тебранишининг тармоқларини кўриб чиқайлик (139-расм). Жисм сифатида кичкина тешиги бор шарни оламыз, тешикни кум билан тўлдирамыз. Куми бор шар қўйилган пластинани ўзгармас тезлик билан тебраниш текислигига перпендикуляр йўналишда ҳаракатлантирсак, унда тўлқинли чизик ҳосил бўлади (140-расм). Математикада бундай чизик синусойда ёки косинусоида дейилади.



139-расм. Ипдаги жисм тебранишини ёзиши қурилмаси

Синус ёки косинус қонунига мувофиқ содир бўладиган тебранишлар гармоник тебранишлар деб аталади.



140-расм. Гармоник тебраниш графиги – косинусоида

Эксперимент

Проекцион аппарат ёрдамида ипга осилган, пружинага осилган, айлана бўйлаб ҳаракатланаётган жисмларнинг ҳаракатини кузатинг. Уларнинг ҳаракат траекторияларини таққосланг. Кузатилган ҳаракатларнинг ўхшашликларини аниқланг.

Жавобини айтинг

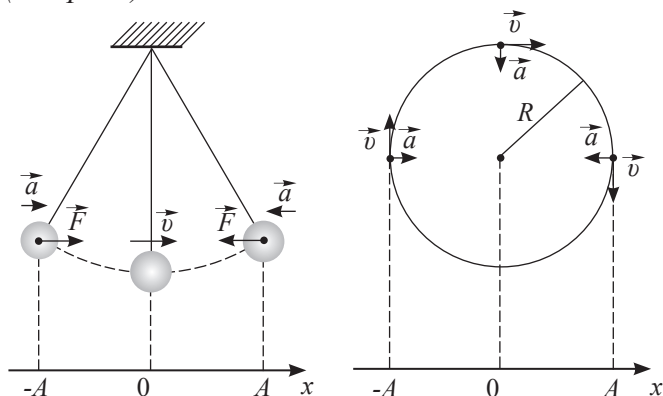
Нима учун айлана бўйлаб ва тебранма ҳаракат учун давр ва частотани ҳисоблаш формулалари бирхил?

Эслаб қолинг!

$$[\nu] = \frac{1}{c} = 1 \text{ Гц}$$

V Гармоник тебранишларнинг геометрик модели

Айлана бўйлаб ҳаракатланаётган жисм проекцияси тебранма ҳаракатнинг геометрик модели бўлиб ҳисобланади. Айлана маркази атрофида ҳаракатланадиган жисмнинг максимал оғшиларининг проекцияси айлана радиусига тенг: $A = R$ (141-расм).



141-расм. Инга осилган жисм тебраниши билан айлана 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

Айлана бўйлаб ҳаракатда ω катталик бурчак тезлик, тебранма ҳаракатда циклик частота деб аталади. \sin ва \cos функцияларнинг қийматлари ҳар 2π сайин такрорланиб туради:

$$\omega = 2\pi\nu \quad (5)$$

формуладан циклик частота 2π секунд ичида содир бўлган тебранишлар сони билан аниқланиши келиб чиқади.

Циклик частота – 2π секунд ичидаги тебранишлар сони.

φ бурчакли кўчиш тебранма ҳаракатда «тебраниш фазаси» деб аталади. Айлана бўйлаб ҳаракат аги φ бурчакли кўчиш ва тебраниш фазасини ҳисоблаш формуллари 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 – тебраниш тизими ҳолатини аниқлақйдиган катталик.

Мухим маълумот

Математика курсида:

- 1) синусоиданинг ва косинусоиданинг даври 2π , бу 2π -дан сўнг барчақийматларнинг қайталанишини, яъни бир тебраниш тугаб, кейингиси бошланади деганини билдиради.
- 2) $2\pi = 360^\circ$ тўлик бурчак.

Ёдда сақланг!

Циклик частотанинг ХБТдаги ўлчов бирлиги:

$$[\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad [\varphi] = 1 \text{ рад}.$$

4-топшириқ

Циклик частота давр билан боғланиш формуласини; тебраниш фазасини аниқлаш формуласинидаги катталикини ва уларнинг ўлчов бирликларини ёзинг.

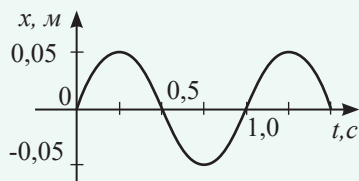
Текшириш саволлари

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 келтиринг.
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 ичида 50 марта тебраниди. Маятникнинг тебраниш даври ва частотасини аниқланг.
2. 142-расмдаги график бўйича пружинали маятникнинг тебраниш амплитудасини, даврини, частотаси ва циклик частотасини аниқланг. Фазаларнинг қандай қийматларида силжиш амплитуда қийматига етади?

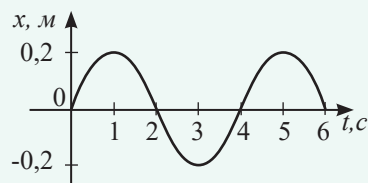


142-расм. 24-машқдаги 2-масаланинг тебраниш графиги

🏠 Машқ

24

1. 0,5 мин ичида 24 марта маятникнинг даврини ва частотасини аниқланг.
2. 143-расмда тасвирланган график бўйича 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

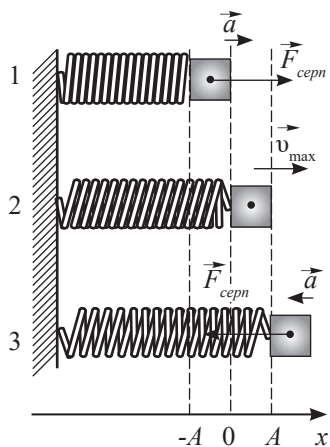
Ҳовлидаги арғимчоқнинг тебраниш даврини аниқланг. Тебраниш амплитудасининг жисм массасига боғлиқлигини аниқланг.

25-§. Тебранишларда энергия айланиши. Тебранма ҳаракат тенгламаси

Куиладиган натижа:

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- тебраниш жараёнида энергиянинг сақланиш қонунини таъсифлашни, гармоник тебранишлар графиклари бўйича координаталар, тезлик ва тезланиш тенгламаларини ёзишни ўрганасиз:



144-расм. Тезланиш максимал силжиш нуқталарида, тезлик жисм мувозанат вазиятидан ўтиши 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 тўхтайдди:

$$E_1 = E_3 = \frac{kA^2}{2}. \quad (1)$$

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 йиғиндисига 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

1. Мувозанат вазиятидан чиқарилган тебраниш тизими қандай энергия турларига эга бўлади?
2. 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 қўлланиш мумкин: $A = R$ айланиш радиуси билан тебраниш амплитудасининг тенг 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 кўринишга келади.

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}. \quad (9)$$

Агар нолинчи сатҳ даража сифатида жисмнинг барқарор мувозанат ҳолатидаги жойлашишини қабул қилсак (145-расм), у ҳолда жисмнинг оғиш вақтидаги кўтарилиш баландлиги кўрйидагига тенг 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 фойдаланишга бўлмайди?



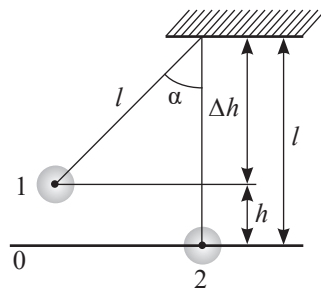
2-топшириқ

Тебранма ҳаракатланаётган ипга осилган жисмнинг ихтиёрий вақтдаги тезлигини ҳисоблаш топиш формулаларини ёзинг.



Ёдга тушуринг!

Гук қонуни ва билан Ньютоннинг иккинчи қонунини таърифланг.



145-расм. Математик маятникнинг тебраниши: 1) мувозанат вазиятидан максимал оғиши 2) жисмнинг мувозанат нуқтасидан ўтиши

Максимал кўтарилиш баландлиги мувозанат вазиятидан максимал оғиш бурчаги билан (10) формула бўйича аниқланади. (11) формуладан жисмнинг мувозанат вазиятидан ўтаётгандаги ҳаракатининг максимал тезлигини ифода-лайлик:

$$v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}} . \quad (12)$$

IV Тебранувчи жисм координатаси. Тебранма ҳаракат тенгламаси

Геометрик моделдан фойдаланиб тебранётган жисм координатасини аниқлаймиз (146-расм). Ox ўқининг санок нуқтасини айлана маркази билан мослаштирамиз. Бу нуқта жисмнинг барқарор мувозанат ҳолатига мос келади. Жисм M нуқтага жойлаштирилсин, унинг Ox ўқидаги координатаси ушбуга тенг бўлади:

$$x = R \cdot \cos \varphi$$

ёки

$$x = A \cdot \cos \omega t . \quad (13)$$

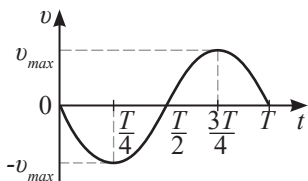
Олинган жисмнинг координаталари аниқлаш тенгламаси *тебранма ҳаракат тенгламаси* деб ата-лади.

Косинус функциясининг аргументи $\varphi = \omega t$ тебранишлар фазаси бўлиб ҳисобланади, у тизимнинг ҳолатини тавсифлайди.

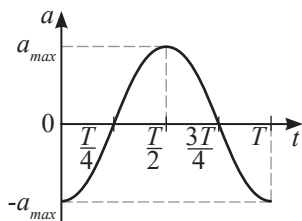
$t = 0$, $\cos \omega t = 1$, $x = A$, бу тебранишлар максимал оғиш вазиятидан содир бўлишидан далолат беради.

$t = \frac{T}{4}$, $\cos \omega t = \cos \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} = \cos \frac{\pi}{2} = 0$, $x = 0$ бўл-ганда, чорак (тўртдан бир) даврдан кейин жисм мувозанат вазиятидан ўтади.

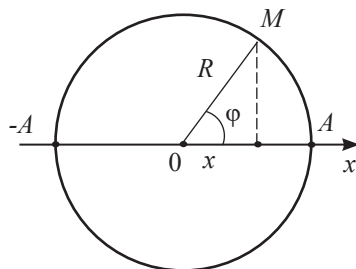
147-расмда косинусоида графиги берилган.



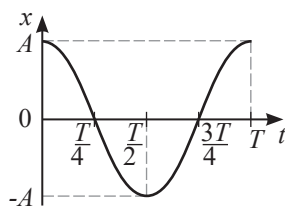
148-расм. Тебранувчи жисм ҳаракат тезлигининг вақтга боғлиқлиги графиги



149-расм. Тебранувчи жисм тезланишининг вақтга боғлиқлиги графиги



146-расм. Тебранма жараёнининг геометрик модели



147-расм. Тебранувчи жисм координатасининг бир давр ҳажмидаги вақтга боғлиқлиги графиги



3-топшириқ

148, 149-расмлардаги тезлик билан тезланиш-нинг вақтга боғлиқлиги графикларини кўриб чиқинг. Жисм координатасининг вақтга боғлиқлиги графиги 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 формулаларини 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 қийматида тезлик нолга тенг, мувозанат вазиятда эса тезлик максимал бўлгани боис. (147–148-расмлар) тезлик учун:

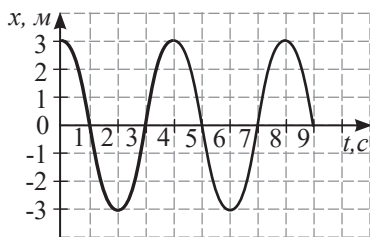
$$v = -v_{\max} \sin \omega t. \quad (15)$$

Бу формулалардаги тезланиш ва тезликнинг максимал қийматларини жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракати формулалари орқали аниқлаймиз:

$$a_{\max} = \omega^2 A, \quad a_{\max} = \frac{4\pi^2}{T^2} A, \quad a_{\max} = 4\pi^2 \nu^2 A \quad (16)$$

$$v_{\max} = \omega A, \quad v_{\max} = \frac{2\pi}{T} A, \quad v_{\max} = 2\pi \nu A, \quad (17)$$

Бунда $R = A$.



150-расм. 5, 6-топшириқларга



Жавобини айтинг

3-топшириқнинг хулосаси келтирилган графиклар билан тасдиқланадими?



Жавобини айтинг

Жисм мувозанат вазиятидан ҳаракатлана бошласа, тебраниш тизимининг тенгламаси қандай ўзгаради? У тезлик ва тезланишнинг вақтга боғлиқлиги тенгламаларига қандай таъсир этади?



4-топшириқ

150-расмдаги график бўйича тебраниш амплитудасини, даврини, циклик частотасини аниқлаб, гармоник тебранишлар тенгламасини ёзинг.

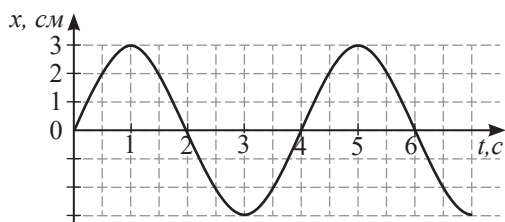


5-топшириқ

Силжишнинг вақтга боғлиқлиги графиги бўйича тебранишдаги жисм тезланиши ва тезлигининг максимал қийматларини аниқланг (150-расм). Тезлик ва тезланишнинг вақтга боғлиқлиги графикларини ясанг.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Силжишнинг вақтга боғлиқлиги графиги 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:

$A = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$

$T = 4 \text{ с}$

Циклик частотани, тезланиш ва тезликнинг максимал қийматларини ҳисоблаш учун ушбу формуларни қўлланамиз:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; a_{\max} = \omega^2 A; v_{\max} = \omega A.$$

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 кўринишга 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:

$$v = v_{\max} \cos \omega t; v = 0,05 \cos \frac{\pi}{2} t.$$

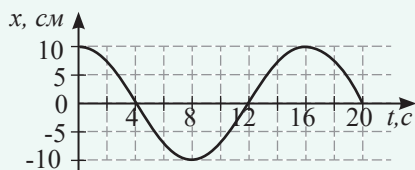
Жавоби: $x = 0,03 \sin \frac{\pi}{2} t$; $v = 0,05 \cos \frac{\pi}{2} t$; $a = -0,07 \sin \frac{\pi}{2} t$.

Текшириш саволлари

1. Пружинали маятник тебранаётган энергиянинг қандай айланишлари амалга ошади?
2. Тебранма ҳаракатнинг максимал оғиш ҳолати тенгламасини ёзинг. Тенгламага қандай катталиклар киради?
3. Қандай ҳаракат тебранма ҳаракатнинг геометрик модели бўлиб ҳисобланади?
4. Тебранма ҳаракатдаги тезланиш ва тезликнинг максимал қийматлари қандай аниқланади?

1. Бикрлиги 250 Н/м пружинада 400 г массали юк тебранмоқда. Тебраниш амплитудаси 15 см. Тебранишнинг тўлиқ механик энергиясини ва юк ҳаракатининг максимал тезлигини аниқланг.
2. Тебранувчи маятنيгик узунлигини 3 марта камайтириб ва амплитудасини 2 марта орттирганда унинг тўлиқ механик энергияси неча марта ўзгаради?
3. Барча керакли ҳисоблашларни бажариб, соат маятниги учун координатанинг, тезланиш ва тезликнинг вақтга боғлиқлиги графигини тасвирланг. Тебраниш амплитудаси 5 см, даври 1с.

1. Маятник узунлиги 20 см, максимал оғиш бурчаги 10° бўлса, механик соат маятнининг максимал тезлигини аниқланг.
2. Тебранаётган жисм координатасининг вақтга боғлиқлиги графиги бўйича ҳаракат тенгласини ёзиш ҳамда тезлик ва тезланишнинг вақтга боғлиқлиги графигини ясаш учун керакли барча катталикларни аниқланг.



151-расм. 25-топшириқдаги (уй иши) 2-масалага

Экспериментал топшириқ

Ҳовлидаги арғимчоқнинг максимал тезлигини аниқланг. Ҳисоблашлар учун керакли катталикларни ўлчашларни бажаринг.

Ижодий топшириқ

1. «Табиатда ва техникада тебраниш жараёнлари».
2. «Асбоб торларини тебраниш тизими сифатида қўлланиш» мавзулари бўйича ахборот тайёрланг.

26-§. Математик ва пружинали маятникларнинг тебранишлари

Кутиладиган натижа:

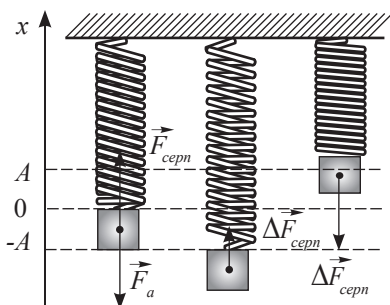
Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- турли тебраниш тизимларида тебранишларнинг пайдо бўлиш сабабларини тушунтира оласиз; маятникнинг тебраниш даврининг турли параметрларга боғлиқлигини текшира оласиз.



Жавобини айтинг

Нима учун совуқ хонадаги соат аниқ вақтдан ўзади, иссиқ хонада, аксинча, аниқ вақтдан орқада қолади?



152-расм. Пружинали маятник эластиклик кучи таъсирида тебранади



Ёдга тушинг!

Пружинали ва математик маятникларнинг тебраниш даври тебраниш амплитудасига қандай боғланган бўлади?

I Гармоник тебранишлар бажарилиши учун керакли шартлар

Гармоник тебранишлар амалга ошиши учун керакли шартлари кўриб чиқамиз. Бунинг учун мисол тариқасида пружинага осилган жисмдан иборат пружинали маятникни ва вазнсиз узун илга осилган кичкина оғир жисмдан иборат математик маятникни оламиз.

Пружинага юк осганда пружина чўзилади. $F_a = F_{эл}$ бўлганда пружина чўзилиши тўхтади (152-расм). Пружинали маятник учун бу мувозанат ҳолати бўлиб ҳисобланади. Пружинани чўзиб, маятникни мувозанат ҳолатидан чиқарамиз. У пружинанинг x қўшимча деформацияси натижасида пайдо бўлган.

$$(\Delta F_{эл})_x = -kx \quad (1)$$

эластиклик кучи таъсирида тебранма ҳаракатлана бошлайди.

Эластиклик кучи жисмнинг силжишига пропорционал ва унга қарама-қарши йўналган.

Мувозанат ҳолатида жисм тўхтамайди, балки инерция бўйича ҳаракатини давомэттиради, пружина сиқилади. Эластик кучи йўналишини силжишига қарама-қарши томонга қараб ўзгартиради. Унинг қиймати пружинанинг сиқилиши ортган сари ортади.

Жисм секин ҳаракатланиб тўхтади 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):

$$\vec{F}_R = \vec{F}_k + \vec{F}_a.$$

ΔABC дан тенг таъсир ита тенг кучнинг модули қуйидагига тенг эканлиги келиб чиқади:

$$F_R = F_a \operatorname{tg} \alpha = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

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 ифода-лаймиз, 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 кўямиз. Силжишнинг $0x$ ўқига проекцияси манфий эканлигини эътиборга олсак:

$$F_R = -\frac{mg}{l} x . \quad (4)$$

Математик маятник силжишига пропорционал ва ишораси бўйича унга қарама-қарши тенг таъсир этувчи куч таъсирида гармоник тебранади.

Биз бу хулосани силжиш бурчагининг қиймати жуда кичик бўлган ҳол учун олдик, шунинг учун математик маятник учун ушбу шартлар кўйилади: *математик маятникнинг ипи вазнсиз ва узун бўлиб, оғирлик кучи ипга осилган жисмнинг марказига туширилгани учун, барча масса жисмнинг ичида тўпланиши керак.*

II Пружинали маятникнинг тебраниш даври ва хусусий частотаси

Пружинали маятник учун Ньютоннинг иккинчи қонунини ёзайлик:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{эл} .$$

$0x$ ўқига проекциясини:

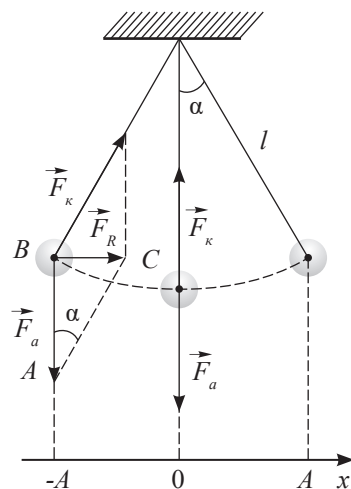
$$ma = F_{эл} .$$

Тезланишни $a = \omega^2 x$ бурчак тезлик орқали ифодалаб, $F_{эл} = kx$ 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 этуви куч: оғирлик кучи ва ипнинг таранглик кучи таъсиридаги тебраниши



Эксперимент

Тажриба орқали узунликлари 0,5 м, 1 м, 1,5 м ва 2 м бўлган математик маятникнинг тебраниш даврини аниқланг. Узунликлари 0,5 м ва 2 м бўлган маятникларнинг тебраниш давларини тоққосланг.



Эксперимент

Тажриба орқали бикрликлари бирҳил, бироқ юкларнинг массалари 100 г, 200 г, 300 г, 400 г бўлган пружинали маятникларнинг давларини аниқланг. Юкларнинг массалари 100 г ва 400 г маятникларнинг тебраниш давларини таққосланг.

Бурчак тезликликнинг давр билан боғланиши ушбу формула орқали кўрсатилади: $\omega = \frac{2\pi}{T}$,
демак, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ёки $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. (6)

✓ Эслаб қолинг

Гармоник тебранишлар жисмнинг силжишига тўғри пропорционал ва унга қарама-қарши йўналган куч таъсирида ҳосил бўлади. (1-формула), (4-формула).

Ⓔ Эксперимент

Тажриба орқали бикрликлари турлича, юқларининг массалари бир хил бўлган пружинали маятникнинг даврини аниқланг. Пружиналар бикрликларининг нисбатларини уларнинг тебранишлар давларининг нисбати билан таққосланг.

III Математик маятникнинг даври ва хусусий частотаси

Математик маятник учун аввалгидек мулоҳаза 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-топшириқ

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 йўллари таклиф этинг.

↻ 2-топшириқ

(6) ва (8) формулалардан пружинали ва математик маятникларнинг хусусий тебраниш частоталарини ҳисоблаш формулаларини ифодаланг. Уни ν_0 ҳарфи билан белгиланг. Пружинали ва математик маятникнинг тебраниш частотаси ва даврини ўзгартириш учун нима қилиш керак?

✓ Эслаб қолинг!

Пружинали маятникнинг тебраниш даври фақат юқнинг массаси ва пружинанинг эластиклик коэффициентига боғлиқ. У тебраниш амплитудасига боғлиқ эмас.

✓ Эслаб қолинг!

Математик маятникнинг даври фақат маятникнинг узунлиги ва гравитацион майдон кучланганлигига боғлиқ.

Ⓔ Муҳим ахборат

Иррационалликдан қутулиш учун тенгламанинг иккала томонини квадратга кўтариш керак.



3-топшириқ

(6) ва (8) формулалардан массани, бикрлик коэффициентини, маятник узунлигини ҳисоблаш формулаларини ифодаланг.



4-топшириқ

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 қуйидагига 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:

$$l = \frac{4 \text{ с}^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot 3,14^2} \approx 1 \text{ м.}$$

Жавоби: $l = 1 \text{ м.}$

Текшириш саволлари

1. Гармоник тебранишлар қандай ҳолларда бажарилади?
2. Пружинали маятникнинг даври ва хусусий частотаси қандай катталикларга боғлиқ?
3. Математик маятникнинг даври ва хусусий частотаси қандай аниқланади?

1. Бикрлиги 160 Н/м пружинага осилган 400 г массали юкнинг тебраниш частотасини аниқланг.
2. Агар пружинага осилган 30 г массали юк 1 минут ичида 300 марта тебранса, пружинанинг бикрлигини анақланг.
3. Агар бир хил вақт оралиғида бир математик маятник 10 марта, иккинчи маятник 30 марта тебранса, улар узунликларининг нисбати қандай бўлади?

1. Бикрлиги 250 Н/м пружина 16 с ичида 20 марта тебранса, юк массасини аниқланг.
2. Агар бир хил вақт оралиғида биринчи математик маятник 50 марта, иккинчи маятник 30 марта тебранади. Агар бири иккинчисидан 32 см қисқа бўлса, маятникларнинг узунликларини аниқланг.

Экспериментал топшириқ

1. Магнит хоссага эга темир бўлагини ипга боғланг. Олинган магнитнинг тебраниш даврини аниқланг.
2. 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 натижа:

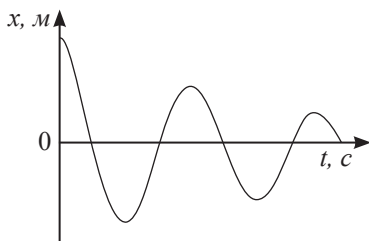
Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- эркин ва мажбурий тебранишларга мисол келтиришни;
- график бўйича мажбурий тебранишлар амплитудасининг мажбурловчи куч частотасига боғлиқлигини таърифлашни;
- резонанс ҳодисасини тавсифлашни ўрганасиз.

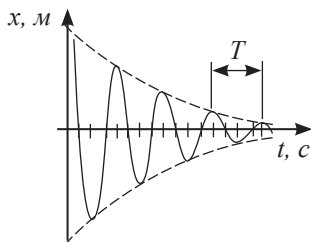


Жавобини айтинг

1. Қандай тизимлар тебраниш тизими деб аталади?
2. Қандай тебранишлар эркин тебранишлар деб аталади? Қандай тебранишлар мажбурий тебранишлар деб аталади?



154-расм. Эркин сўнувчи тебранишлар учун силжишнинг вақтга боғлиқлиги графиги



156-расм. Тебранишлар графиги ва силжишнинг амплитуда қийматларининг уринмаси

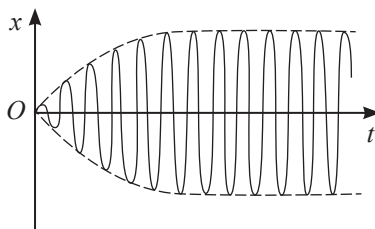
I Сўнувчи тебранишлар

Эркин тебранувчи тебраниш тизимининг энергияси муҳитнинг қаршилик кучи таъсирида ички энергияга айланади, тебраниш амплитудаси камаяди (154-расм).

Вақт ўтиши билан амплитудаси камайдиган тебранишлар сўнувчи тебранишлар деб аталади.

Сўнувчи тебранишлар даврий эмас, сабаби уларда физик катталиклар қиймати такрорланмайди. Физик катталиклар бир хил тебранишлар қийматга эга бўладиган вақт қисми *тебранишларнинг шартли даври* деб аталади.

Тебраниш тизими энергиясини ел учун энергия исрофи ўрнини тўлдириш керак ва даврий равишда ўзгариб турадиган ташқи куч таъсир этиши керак. Агар куч таъсири тебраниш тизими қаршилик кучини енгиб чиқадиган энергия исрофи ўрнини тўлдирадиган бўлса, амплитуда ўзгармас катталик бўлиб қолади (155-расм).



155-расм. Амплитудаси барқарор мажбурий тебранишлар учун силжишнинг вақтга боғлиқлиги графиги



Диққат қилинг!

Силжишнинг амплитуда қийматларини туташтирувчи чизиқ амплитуда қийматларнинг уринмаси деб аталади (153-расм).



1-топшириқ

10-жадвални тебраниш турларининг мисоли билан тўлдириңг.

10-жадвал. Тебраниш турлари

Тебраниш тури	Сўнувчи	Сўнмас
Эркин		
Мажбурий		

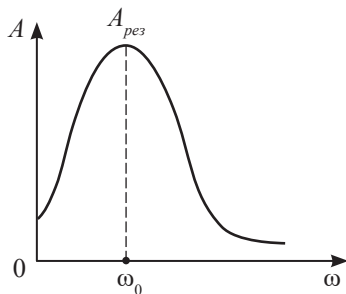
II Резонанс

Тебраниш амплитудасининг даврий равишда 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 равишда таъсир этувчи ташқи куч частотаси билан тебраниш тизимининг хусусий частотасининг тенг бўлиши резонанс шarti бўлиб ҳисобланади: $\nu_{\text{таш}} = \nu_0$.

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



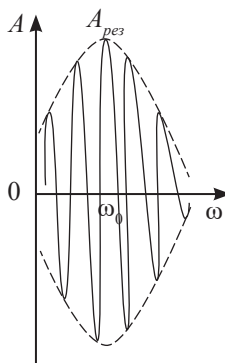
Эксперимент

Математик ва пружинали маятникларни тебранма ҳаракатга келтириңг. Тебраниш амплитудаларининг ўзгаришини кузатиңг. Амплитуданиң камайиш сабабини тушунтириңг. Математик маятник (пружинали маятник) нинг тебраниш даврини ва силжишининг амплитуда қийматларини беш давр ичида аниқланг. Силжишининг вақтга боғлиқли графигини тасвирланг. Маятникни сувга тушириб тажрибани такрорланг. Тажриба натижаларини таққосланг. Олинган натижаларни тушинтириңг. Силжишининг амплитуда қийматларини айланиб ўтадиган чизиқ юргизинг.



Жавобини айтиңг

Тебранишлар амплитудаси ўзгармас бўлиб қолиши учун нима қилиш керак? Қандай шартларда амплитуда бошланғич қийматидан ичик ёки катта бўлиши мумкин? Тажрибада ўз мулоҳазангизга ишонч ҳосил қилиңг: маятникка даврий равишда таъсир этиңг.



158-расм. Резонанс эгри чизиги – силжишининг амплитуда қийматларининг уринмаси

Тебраниш системаси мажбурий тебранишлар мажбурловчи кучнинг частотаси билан содир бўлади.

159-расмда муҳит қаршилигининг турли қийматлари учун резонанс эгри чизиғи кўрсатилган. Агар муҳитнинг қаршилиги юқори бўлса, резонанс ҳодисаси кузатилмайди ва мажбурий тебранишлар частотасининг ортиши билан монотон равишда сўна бошлайди (1-эгри чизиқ). Частота ортганда барча резонанс эгри чизиқлар учун амплитуда қийматларт нолга интилади. Мажбурловчи кучнинг йўналиши ва зарари тебраниш тизими мувозанат вазиятидан силжиб улгурмайди (159-расм).

III Резонанс ҳодисасининг фойдаси ва зарари

Бизнинг атрофимиздаги жисмларнинг барчаси 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 соғлиқка зарар етказиши мумкин. Мана баъзи мисоллар.

Резонанс ҳодисалари тоғ жинслари ва материалларини майдалаш ва бўлиш учун ишлатилади. Бўлиниши керак бўлган материалларнинг мажбурий тебранма ҳаракати вақтида инерциал кучлар кучланиш ва йўналишини даврий турда ўзгартириб турадиган деформацияни вужудга келтиради. Резонанс шароитида улар катта катталиқка эга бўлиб, тоғ жинсларини буза олади. Резонанс бетон деворларни перфораторли дрель ёрдами билан бурғилашда шундай ролни бажаради. Шу сабабли йўл бўйидаги чуқурга тушган автомобилни аста-секин тебратиб, тебраниш амплитудасини кучайтириб, олдигина ўзи ҳаракатланган вақтдагина итарилади. Қуру сутнинг сувда эриш технологияси ҳам резонанс ҳодисасига асосланган.

Бу қизиқ!

Москва шаҳридаги Останкино минораси 12 м гача бўлган амплитудада тебрана олади.



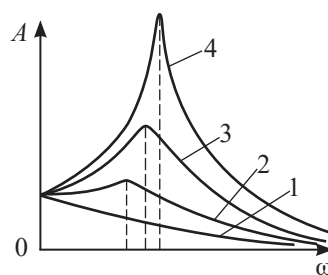
Жавобини айтинг

1. Нима учун эркин тебранишлар Ер шароитида сўнувчи тебранишлар бўлиб саналади?
2. Қандай шартларда эркин тебранишлар сўнувчи тебранишлар бўлмайди?
3. Мажбурий тебранишлар нима учун сўнмас бўлиб ҳисобланади? Қандай шартларда улар сўнувчи бўла олади? Мисол келтиринг.



Бу қизиқ!

Агар муҳитнинг қаршилиги бартараф этилса, мажбурий тебранишлар амплитудаси қандай ўзгаради?



159-расм. Резонанс эгри чизиғи муҳитнинг қаршилигига боғлиқ

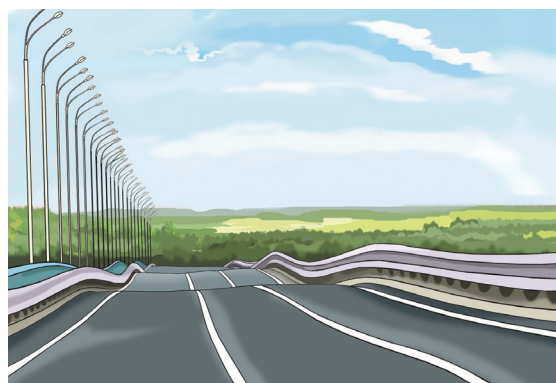


Жавобини айтинг

1. 159-расмда ташқи муҳитнинг қаршилиги энг кичик бўлган графикни топинг.
2. Нима учун частота ортганда резонанс эгри чизиқлари ноль қийматга яқинлашади?



*160-расм. Америкадаги Такома кўпригининг бузилиши:
1940 йил*



*161-расм. Волгоград кўпригининг бетон тўлқинлари.
2010 йил*

Резонанс ҳосил қилиши мумкин бўлган хавфли ҳолларни ёддан чиқармаслик керак. Ер силкиниши ёки сейсмик тўлқинлар, қаттиқ вибрация ҳосил қиладиган техник қурилманинг ишлаши бинонинг бир қисмининг ёки батамом бузилишига олиб келиши мумкин. Денгиз остидаги ер силкиниши катта резонанс тўлқинларни, цунамиларни ҳосил қилиши мумкин. Механик тебранишлардаги резонанснинг зиёни кам бўлган мисолларга юрган вақтда челақдан сувнинг сочилишини, рельсларнинг бириккан жайларида вагоннинг, юк кўтарувчи кранда юкнинг тебраниши, баланд осмон ўпар бионларнинг чайкалишини келтириш мумкин. Юқори баландликда Осмон ўпар бионларнинг темир бетон каркаси шамол босимида чидамли

Муҳим ахборат

Кўприкларнинг бузилиш тарихидан бир неча маълумот:
1750 йили Франциянинг Анжер шаҳри яқинида 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 келтирди (160-расм).
2010 йили Россиядаги Волгоград шаҳрида кўприкнинг бузилишига оз қолди. Бетон тўлқинларининг тебраниш амплитудаси 1 метрга етди (161-расм).

1-топшириқ

Кўприклар бузилишининг олдини олиш йўллари ни 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. Иншоот тебраниши нейтраллашади ва сўнади.

Бу қизиқ!

Резонанс ҳодисаси нафақат қуруқликда, балки денгизда, хатто ҳавода ҳам бўлиши мумкин. Мисол учун: эшак валининг баъзи айланиш частоталарида барча кемалар резонансга киради. Авиация ривожланишини бошларида авиация двигателлари самолётнинг баъзи қисмларини кучли резонансга олиб келиб, у ҳавода сочилиб кетган.

2-топшириқ

Баланд иншоотларни қуришда Қозоғистон шаҳарлари аҳолиси учун атли қандай хавфсизлик чоралари қўрилганини аниқланг (162-расм).



162-расм. Нур-султаон шаҳрида 210 м баландликдаги Зубаржзат квартали,

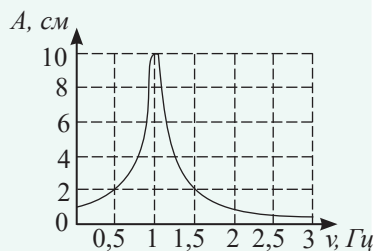
Текшириш саволлари

1. Нима учун эркин тебранишлар сўнувчи тебранишлар бўлиб ҳисобланади?
2. Резонанс деб нимага айтилади?
3. Қандай шароитларда резонанс пайдо бўлади?
4. Нима учун инсон юрагининг тебраниши билан таққослаш мумкин бўлган паст частотали тебранишлар инсон соғлиги учун зарарли бўлиб ҳисобланади?

★ Машқ

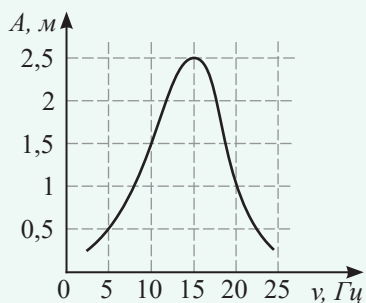
27

1. Поезд узунлиги 25 м рельслар бўйлаб ҳаракатланаётганда вагон бўғинларида мажбурий тебранишларга олиб келадиган зарба олади. Агар вагоннинг хусусий вертикал тебранишлари даври 1,25 с бўлса, поезднинг қандай тезлигида резонанс пайдо бўлади?
2. 163-расмдаги график система тебранишларининг хусусий частотасини, тебраниш даври ва силжишнинг амплитуда қийматини аниқланг.



163-расм. 27-машқдаги 2-масалага

1. Массаси 1 кг юкли маятник пружинасининг учига тебраниш частотаси 16 Гц ўзгарувчан куч туширилган. Пружинанинг бикрлиги 0,4 кН/м бўлса резонанс кузатиладими?
2. 164-расмдаги график бўйичасистеманинг хусусий частотасини, тебранишлар даврини ва силжишнинг амплитуда қийматини аниқланг.



164-расм. 27-машқдаги (уй вазифаи) 2-масалага.

Ижодий топшириқ

1. «Резонансинг зарарли намоён бўлишлари».
2. «Инсон хизматидаги резонанс».
3. «Частота аметрнинг тузилиши ва ишлаш принципи».
4. «Биорезонанс даволаш» мавзуларида ахборот тайёрланг.

28-§. Эркин электромагнит тебранишлар

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- тебраниш контурида эркин электромагнит тебранишларни сифатли тавсифлашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун уйлардаги электр тармоқларидаги ток ўзгарувчан ток деб аталади?
2. Нима учун электр асбобларини уловчи розеткаларда ўзгарувчан ток манбаидагидек «мусбат» ва «манфий» ишоралари кўрсатилмаган?



Ёдга туширинг!

Қандай ҳаракат тебранма ҳаракат деб аталади?



Эслаб қолинг

Қозоғистон ҳудудида электр тармоқларида 50 Гц частотадаги электромагнит тебранишлардан фойдаланилади.



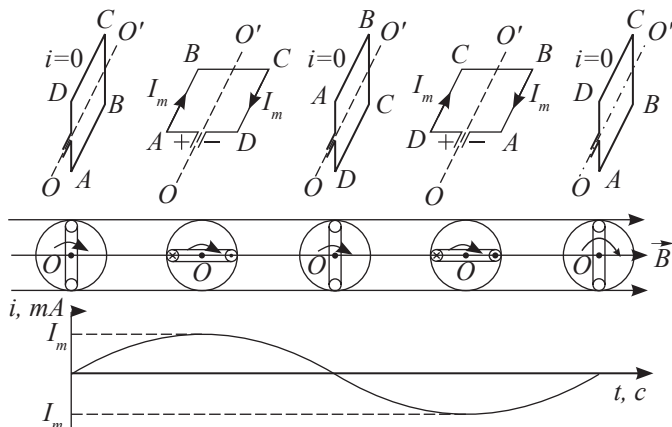
1-топшириқ

Электр тармоғидаги sanoat токининг циклик частотасини аниқланг.

I Электромагнит тебранишлар.

Ўзгарувчан ток

Электромагнит тебранишларни ўрганишни бошлаганда, уларни зарядланган зарраларнинг даврий равишда такрорланадиган ҳаракати деб тахмин қилиш мумкин. Демак, элетр токининг йўналиши билан ток кучининг қиймати даврий равишда ўзгариб туриши керак. Бундай ток рамканинг магнит майдонида айланиши вақтида пайдо бўлади. Электормагнит индукция ҳодисасини туфайли рамкада йўналиши ҳар ярим айланиш сайин ўзгариб турадиган ток пайдо бўлади. Шундай қилиб, рамканинг бир марта айланишида тўлиқ бир марта тебраниш содир бўлади (165-расм).



165-расм. Рамканинг бир жинсли магнит майдонда айланиши

Ўзгарувчан ток генераторининг ишлаш принципи электромагнит индукция ҳодисасига асосланган. Унинг трубина таъсирида айланувчи ротори кўплаб рамкалардан ташкил топган. Генератор занжирда мажбурий электромагнит тебранишларга мисол бўла оладиган ўзгарувчан ток ҳосил қилади. Бу ток кучи, кучланиш, электр заряди каби катталиклар билан тавсифланади. Ўзгарувчан ток занжирида уларнинг қийматлари ўзгариб туради.

Электр заряди, ток кучи ва кучланишнинг даврий равишда ўзгариши **электромагнит тебранишлар** деб аталади.

II Эркин электромагнит тебранишлар. Тебраниш контури

Қандайдир ташқи 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 қаршиликда электр энергия ички энергияга айланади.

! Диққат қилинг!

Индуктив ғалтак энергияни магнит майдон энергияси турида сақлай оладиган спиралсимон кичик актив қаршиликка эга ўтказгичдан иборат.

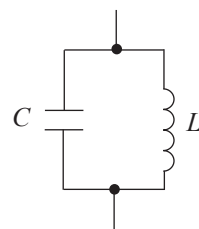
Индуктив ғалтак ўзгарма токни яхши ўтказади, шу билан бирга ўзгарувчан токка қаршилик кўрсатади. Ғалтакдаги ток ўзгарганда унинг атрофида магнит майдон пайдо бўлади. Таҷрибалар шуни кўрсатадики, бу майдон ток манбаи майдонига қаршилик кўрсатадиган электр майдонни ҳосил қилади. Занжирдаги ток кучи ортганда ғалтак ток қийматини камайтирадиган майдон ҳосил қилади. Аксинча, занжирдаги ток кучи камайганда ғалтак ток қийматини орттирадиган майдон ҳосил қилади. Ғалтакнинг бу хоссасини инерцион деб аташ қабул қилинган.

? Жавобини айтинг

Нима учун тармоқдаги ток кучи ва кучланиш 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 формулаларини ёзинг.



166-расм. Тебраниш контурининг электр схемаси. C – конденсатор, L – индуктив ғалтак

🔍 Бу қизиқ!

АҚШ, Бразилия, Венесуэла, Перу электростанцияларида ишлаб чиқилган саноат токиннинг частотаси 60 Гц ни ташкил қилади. Тармоққа бериладиган кучланиш эса 110 – 120 В га тенг.

✓ Эслаб қолинг!

Ғалтакнинг инерциялигини тавсифлайдиган физик катталиқ *индуктивлик* деб аталади. Ғалтакнинг индуктивлиги L ҳарфи билан белгиланади. Енри билан ўлча-нади: $[L] – 1 \text{ Гн}$.

III Электромагнит тебранишларни кузатиш

Занжирда содир бўлаётган жараёнларни кузатиш учун осциллограф асбоби фойдаланилади, унинг асосий қисми электрон нур найчасидан иборат. Осциллографга бериладиган ўзгарувчан кучланиш катод нурини бошқаради, экранда кучланишнинг вақтга боғланиш графиги пайдо бўлади. Ўзгарувчан ток манбаи ҳосил қиладиган 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 қисмида осциллограф экранда тебраниш контурда бўлаётган жараёнлар тасвирини кўришга бўлади (*167-б) расм*).

Осциллограммадан тебраниш контурида 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

$$E_{э.м.} = \frac{q_m^2}{2C} \quad (1)$$

бўлган электр майдон вужудга келади.

Конденсатор электр майдон таъсирида зарядсизлана бошлайди, контурда электр токи пайдо бўлади. Ток кучи аста-секин ортади, ғалтак атрофида ўзгарувчан магнит майдон пайдо бўлади. Конденсатор тўлиқ зарядсизланиб электр майдон энергияси нолга тенг бўлда магнит майдон энергияси максимал бўлади (*169-б) расм*):

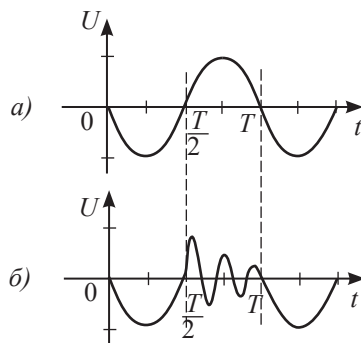
$$E_{э.м.} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (2)$$

Электр майдон мавжуд бўлмаган ҳолда электр токи бирдан йўқолмайди, унга ғалтакнинг

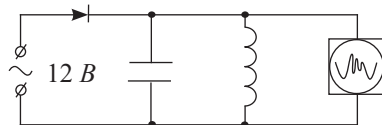


Ёдга тушуриң!

Узунлиги диаметридан бир қача ортиқ бўлган ғалтак солиноид деб аталади. Токли солиноид ичида бир жинсли магнит майдон пайдо бўлади.



167-расм. а) ўзгарувчан кучланиш манбаидаги кучланишнинг ўзгариши; б) тебраниш контури конденсатори қопламаларидаги кучланишнинг ўзгариши



168-расм. Эркин электромагнит тебранишларни кузатишга мўлжалланган занжир схемаси



Эксперимент

168-расмда схемаси кўрсатилган занжирни йиғинг. Осциллограф экранда калитнинг ёпиқ ва очик пайтда олинган графикларни таққосланг. $T/2$ дан T гача оралиқда графикнинг ўзгариш сабабини тушунтириң.

инерциялиги тўқинлик қилади. Ғалтакнинг шу хоссасиси туфайли зарядлар ҳаракатини давом эттиради, ярим даврдан сўнг конденсатор қайта зарядланади (169-в) расм). Тўлиқ қайта зарядланиш вақтида магнит майдон энергияси нолга 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 нолга тенг деб олинган идеал тебраниш контурида электр ва магнит майдон энергияларининг ўзаро алмашилишлари бажарилади.

V Электромагнит тебранишлар даври ва хусусий частотаси

11-жадвалда берилган механик ва электромагнит тебранишларнинг ўхшашликларидан фойдаланиб, тебраниш контурининг тебраниш даврини ҳисоблаш формулаларини ёзайлик. Бунинг учун пружинали маятникнинг тебраниш даврини ҳисоблаш формуласидан фойдаланамиз:

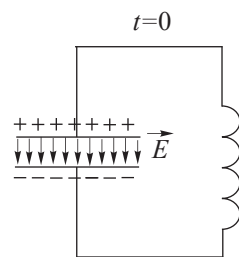
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

m ва k -нинг ўрнига L ва $\frac{1}{C}$ ни қўйиб, ушбу ифодани оламиз:

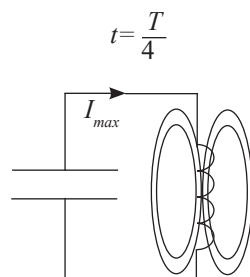
$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (3)$$

Бу формулани 1853 йили инглиз физиги У. Томсон назарий турда ишлаб чиққан. Шу сабабли у *Томсон формуласи* деб аталади. Даврни секунд билан ҳисоблаш учун индуктивлик ва сигимни ХБТ да ифодалаш керак. Контур тебранишининг хусусий частотаси ушбу формула билан аниқланади:

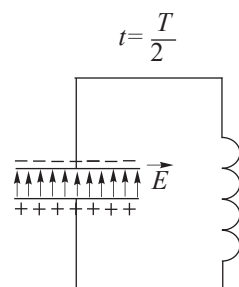
$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4)$$



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 қопламаларида ортиқча зарядлар йўқ



169-расм. в) конденсатор қайта зарядланган, электр майдони энергияси максимал

Ғалтакнинг индуктивлигини ва конденсаторнинг сизимини ўзгартириш орқали тебраниш частотасини осонгина ўзгартириш мумкин.

Тебраниш контуридан фойдаланиб, юқори частотали тебранишларни ҳосил қилиш мумкин.

Юқори частотали тебранишлар радиотехникада кенг қўлланилади.

3-топшириқ

Механика ва электромагнит тебранишларнинг ўхшашлик жадвалини кўриб чиқинг, уни тушунтиринг.

11-жадвал. Механик ва электромагнит тебранишларнинг ўхшашлиги

Механик тебранишлар	Электромагнит тебранишлар
Потенциал энергия $E_p = \frac{kA^2}{2}$	Электр майдон энергияси $E_{э.м.} = \frac{q_m^2}{2C}$
Бикрлик коэффициентини k	Сизимга тесқари катталиқ $\frac{1}{C}$
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 қилинғ!

Электротехникада 50 Гц, 60 Гц каби паст частоталар қўлланилади
Радиотехникада 3 кГц дан 3000 Гц гача юқори частоталар қўлланилади.

4-топшириқ

12-жадвадаги бўш катақларга керакли формулаларни ёзинг.

12-жадвал.

Системанинғ 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 келтиринг.
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 тенг. Конденсатор сиғими 10 пФ. Индуктив ғалтак магнит майдонининг максимал энергиясини топинг.
2. Контурнинг индуктивлиги 2,5 мГн ва сиғими 1,5 мкФ бўлса, хусусий тебраниш даври нимага тенг?

🏠 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 сиғими 0,01 мкФ.
2. Ғалтакнинг индуктивлиги 5,1 мкГн га тенг бўлганда, 10 МГц частотали тебраниш ҳисил учун тебранма контурга уландиган конденсаторнинг сиғими қандай бўлиши керак?

Ижодий топшириқ

1. «Микрофоннинг тузилиши ва ишлаш принципи».
2. «Динамикнинг тузилиши ва унинг ишлаш принципи» мавзуларидан ахборот тайёрланг.

29-§. Тўлқин ҳаракат

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзунини ўзлаштирганда:

- масала ечишда тўлқин тезлиги, частотаси ва узунлиги формулаларини қўллашни,
- кўндаланг ва бўйлама тўлқинларни таққослашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун пластик деразалар учун ишлатиладиган шиша пакетлар товуши изоляциялайдиган хусусиятларга эга?
2. Нима учун тўлқин устида ўтирган чайка тўлқин билан бирга кўтарилади ва тушади, бироқ қирғоққа яқинлашмайди?
3. Нима сабабдан сув сиртидаги тўлқинларни кўндаланг тўлқинлар деб ҳисоблаш мумкин эмас?



170-расм. Бўйлама тўлқинларнинг пайдо бўлиши

I Тебранишларнинг эластик муҳитда тарқалиши. Тўлқин ҳаракат

Механик тебранишда бўлган жисм ўзи жойлашган муҳитнинг зарраларини ҳаракатга келтиради. Жисм тебраниши муҳитнинг деформацияси ва унинг зарраларининг тебранма ҳаракат натижасида ҳосил эластиклик кучлари орқали кўчирилади.

Тебраниш жараёни тебранишдаги жисмдан коинотдаги олис нуқталарга арқалади ва, атрофга кенгайиб, тўлқин пайдо бўлади.

Механик тўлқин – тебранма ҳаракатнинг эластик муҳитда тарқалиш ҳодисаси.

Сувга тош ташлаб, сув сиртида пайдо бўлган тўлқинларни кўриш мумкин.

II Бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар

Муҳитдаги деформацияланиш турига қараб турли тўлқинлар ҳосил бўлади. Бўйлама тўлқинлар тебранишдаги жисм сиқилиш ва чўзилиш деформациясини ҳосил қилганда пайдо бўлади. Бу ҳолда тўлқин тебранишдаги жисм йўналиши бўйича тарқалади. Муҳитда (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 муҳитларда бўлиши мумкин. Бўйлама тўлқинлар ҳар қандай муҳитда пайдо бўлади.

Бўйлама тўлқин – муҳит зарраларининг тебраниши тўлқиннинг тарқалиш йўналишида содир бўладиган тўлқин.

Бундай тўлқинга яққол мисол тариқасида пружинанинг бир учига кескин зарба бергенда ҳосил бўладиган тўлқинни кўриб чиқишимиз мумкин (171-расм).

Агар тебранувчи жисм муҳитда силжиш деформациясини ҳосил қиладиган бўлса, у ҳолда муҳитда чуқурликлар ва чўққилар пайдо бўлади. Модда қатламлари бир-бирига нисбатан кўчиб, яқин жойлашган зарраларни ҳам шу жараёнга қатнаштиради. Тўлқин зарраларнинг тебранишига перпендикуляр йўналишда тарқалади.

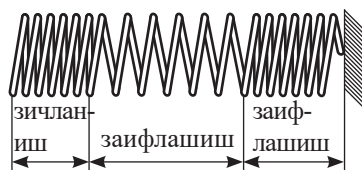
Кўндаланг тўлқин – муҳит зарраларининг тебраниши тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр ҳолда содир бўладиган тўлқин.

Силжиш деформацияси фақат қаттиқ муҳитда бажарилади. Кўндаланг тўлқинларга мисол тариқасида ип учининг A амплитудаси тебранишининг унинг узунлиги бўйлаб тарқалашини кўриб чиқиш мумкин (172-расм).

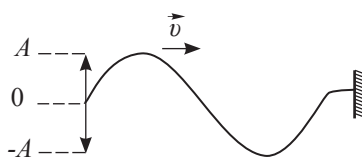
Сув сиртидаги тўлқинлар икки муҳит чегарасида ва эластиклик кучи таъсиридан эмас, оғирлик ва сирт таранглик кучи таъсирида пайдо бўлади. Сирт қатламдаги зарралар мураккаб айланма ҳаракатда бўлади.

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 манбаи муттасил тебранма ҳаракатда бўлиши шарт. Тебранма ҳаракат тўхтаса, тўлқин ҳам йўқолади.
2. *Тўлқин модда зарраларини кўчирмайди.* Муҳит зарралари мувозанат вазияти атрофида тебранма ҳаракатда бўлади. Тебранма муҳитда жойлашган жисмлар тўлқиннинг тарқалиш йўналишида ҳаракатланмай, тебранма ҳаракатни такрорлайди.



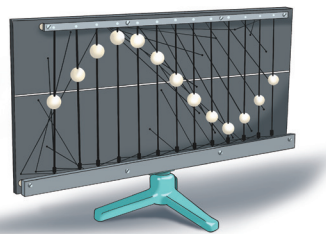
171-расм. Пружинадаги бўйлама тўлқинлар



172-расм. Симдаги кўндаланг тўлқин

Эксперимент

Тўлқин машинасидадан 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 муҳитда пайдо бўлади?
2. Газлар ва суюқликларда фақат бўйлама тўлқинлар пайдо бўлишининг сабаби нимада?
3. Нима учун жисмлар тўлқинлар орқали кўчирилмайди?

3. Тўлқинлар қайтади бу ҳодисаларни пружина ёки инда кузатишга бўлади (171, 172-расмда). Қоялардан иборат қирғоқ кема борти тўлқинларнинг тарқалиш йўналишини ўзгартиради.
4. Тўлқинлар тўсиқни айланиб ўтиши хоссасига эга, бу ҳол уларнинг ўлчамлари тўлқин узунлиги билан таққослаш мумкин бўлгандагина бажарилади. Сув тўлқинлари кичик ўлчамдаги тўсиқларни айланиб 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 қўринадди, бироқ уларнинг фарқи бор. Жисм тебранишининг графиги унинг вақт бўйича ўзгаришини кўрсатади. Жисм графиги унинг вақт бўйича ўзгаришини кўрсатади, у бўйича биз жисмнинг ихтиёрий пайтидаги мувозанат вазиятидан силжишини аниқлаймиз. Тўлқинли жараён графигидан тўлқин манбаидан r масофада жойлашган муҳит заррасининг силжишини аниқлай оламиз.

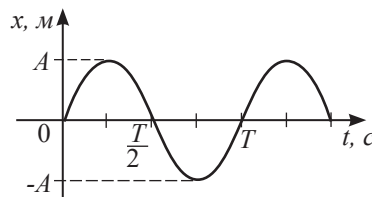
Муҳит зарраларининг ҳаракат йўналиши бўйича тўлқиннинг тарқалиш йўналишини аниқлаш мумкин (176-расм).

V Тўлқиннинг асосий тавсифлари:

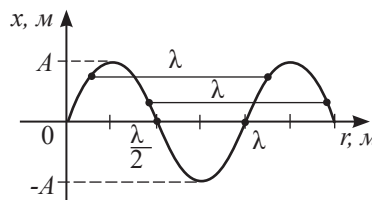
Тўлқин узунлиги ва тезлиги

1. *Тўлқин узунлиги.* Тебраниш жараёнига қатнашган барча зарралар бир давр ичида тўлқин манбаидан тўлқин узунлигидан ортиқ бўлмаган масофада жойлашган бўлади. Бир-биридан тўлқин узунлигидан тенг масофада жойлашган нуқталар бирхил тебранади (176-расм).

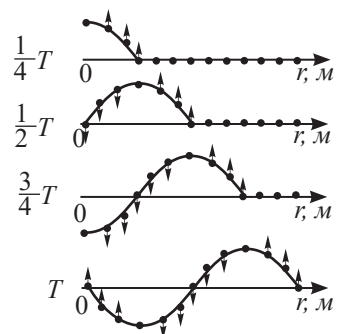
1-топшириқ
Сув сиртидаги тўлқинларни кузатиб, уларнинг модда зарраларини кўчирмаслигига, қайтиши ва тўсиқларни айланиб ўтишига ишонч ҳосил қилич.



174-расм. Тўлқин манбаи тебранма ҳаракатининг гафиги



175-расм. Тўлқин графиги



176-расм. Тўлқиннинг тарқалиш йўналиши муҳит зарраларининг ҳаракат йўналиши билан аниқланади

2-топшириқ
176-расмдаги тўлқиннинг тарқалиш йўналишини кўрсатинг. Тўлқиннинг тарқалиш йўналиши муҳит зарраларининг ҳаракат йўналиши билан қандай боғланган?

Тўлқин узунлиги – тўлқиннинг бир хил тебранадиған, энг яқин жойлашған икки зарраси орасидасига масофасига тенг катталиқ.

$$\lambda = v \cdot T \quad (1)$$

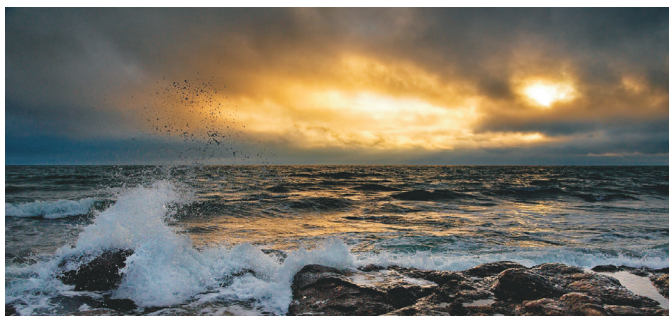
Бу ерда λ – тўлқин узунлиги;

v – ҳаракат тезлиги;

T – тўлқин манбаининг тебраниш даври.

2. *Тўлқин тезлиги.* Текширишлар натжасида бир жинсли муҳитда тўлқин тезлиги ўзгармас катталиқ эканлиги аниқланди. Мос равишда тўлқин тезлигини аниқлаш учун тўлқиннинг тарқалиш масофаси ва вақтини билиш керак:

$$v = \frac{l}{t} \quad (2)$$



177-расм. Каспий денгизидаги бўрон



3-топшириқ

(1) ва (2) формулалардан тўлқин тезлигини, даврини, частотасини, масофани, тарқалиш вақтини ҳисоблаш формулаларини ёзинг ва уларнинг ХБТ даги ўлчов бирликларини кўрсатинг.



Бу қизиқ!

Каспий денгизи сокин денгиз эмас. Каспий денгизда баландлиги 2 м га яқин тўлқинлар тез-тез бўлиб туради, улар бир йил ичида 65–90% орасида такрорланиб туради. Баландлиги 2–4 м тўлқинларнинг бир йил ичида такрорланиши тахминан 10–30% атрофида. Денгизнинг ўрта ва жанубий қисмларида баландлиги 6 м ва ундан ҳам баланд тўлқинлар кузатилади. Нефть Тошлари ва шимоли-ғарбий ҳудуд ҳам нотинч. Бу жойларда 12 м баландликдаги тўлқинлар мавжуд.

Текшириш саволлари

1. Тўлқин деб нимага айтилади?
2. Механик тўлқинларнинг қандай турларини биласиз?
3. Сиқилиш деформациясида қандай тўлқинлар пайдо бўлади? Улар қандай муҳитда пайдо бўлиши мумкин?
4. Силжиш деформациясида қандай тўлқинлар пайдо бўлади? Улар қандай муҳитда кузатилади?
5. Тебранма ва тўлқин ҳаракат графигининг фарқи нимада?
6. Тўлқин қандай хоссаларга эга?
7. Тўлқин узунлиги деб нимага айтилади?
8. Тўлқин тезлиги қандай аниқланади?

1. 0,165 кГц частотали тебраниш манбаидан 330 м/с тезлик билан тарқаладиган тўлқин узунлигини аниқланг.
2. Тўлқин кўл сиртида 6 м/с тезлик билан тарқалади. Агар тўлқин узунлиги 30 дм бўлса, сув сиртидаги сузгичнинг тебраниш даври ва частотасини аниқланг.
3. Сокин кунда кўлга оғир лангар ташланди. Лангар ташланган жойдан тўлқинлар тарқала бошлади. Соҳил бўйида турган урқачлари орасидаги масофа 50 см бўлган тўлқинни киши 50 см кейин кўрди. Агар 1/12 мин ичида тўлқин соҳилни 20 марта ювган бўлса, қайик соҳилдан қандай масофада жойлшган?

1. Эластик ип бўйлаб кўндаланг тўлқин 72 км/соат тезлик билан тарқалади, ип нуқталарининг тебраниш даври 0,5 с. Тўлқин узунлигини аниқланг.
2. Балиқчи 10 с ичида қалқининг тўлқинда 20 марта тебранганлигини пайқади, тўлқинлар орасидаги масофа 12 дм. Тўлқиннинг тарқалиш тезлиги қандай?

Экспериментал топшириқ

Дарё, кўл сиртидаги, табиий сув омборларидаги тўлқинларни кузатинглар ва уларнинг пайдо бўлиш сабабларини аниқланг.

Ижодий топшириқ

1. «Денгиз тўлқинлари, уларнинг пайдо бўлиши ва хоссалари».
2. «Сейсмик тўлқинлар».
3. «Портлаш тўлқинининг асосий тавсифлари» мавзулардан бирига ахборот тайёрланг.

30-§. Товуш, товушнинг тавсифномалари, акустик резонанс, акс садо

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- товушнинг пайдо бўлиш ва тарқалиш шартларини айта оласиз;
- товуш тавсифларини товуш тўлқинининг частотаси ва амплитудаси билан таққослай оласиз;
- резонанснинг пайдо бўлиш шартларини айта оласиз ва уларнинг қўлланилишига мисол келтира оласиз.
- акс садонинг пайдо бўлиш табиати ва қўлланилишини тавсифлай оласиз;
- ультратовуш ва инфратовушнинг табиат ва техникада қўлланишига мисол келтира оласиз.

I Товуш – механик тўлқин

Биз турли товушлар оламида ҳаёт кечирамиз. Улар қаттиқ ёки секин, очиқ ёки ёпиқ, қисқа ёки узоқ муддатли бўлиши мумкин.

Эластик муҳитда ҳаракатланаётган ихтиёрый жисм товуш манбаи бўлиши мумкин.

Одамнинг қулоғи 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 ўрганадиган бўлими акустика, тўлқинлар эса акустик тўлқинлар деб аталади (грекше *akustikos* – «товушли»).

II Товуш тарқалиши. Турли муҳитларда товуш тўлқинининг тезлиги

Тўлқиннинг тарқалиши муҳит зарраларининг ўзаро таъсирлашувига боғлиқ. Зарралар зич жойлашса ва уларнинг ўзаро таъсир 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.



Жавобини айтинг

1. Нима учун одам юриб келаётган равишда қўлнинг даврий силкиниш товушини эшитмайди?
2. Нима сабабдан Ойда тушган жисмнинг товуши эшитилмайди?
3. Нима учун балиқлар товуш чиқармайди деб ўйлашга бўлмайди?
4. Қаттиқ жисмларда товуш тезлигининг юқори бўлиши катта сабаби нимада?



Эксперимент

Товуш манбаини ҳаво насоси қалпоғининг осига жойлаштиринг ва вакуумда тавуш тарқалмаслигига ишонч ҳосил қилинг.

13-жадвал. Турли муҳитларда товуш тезликлари

Модда	Ҳарорат, °С	Товуш тезлиги, м/с
Ҳаво	0	331,5
	10	337,3
	20	343,1
Сув	0	1407
	10	1145
	20	1484
Мис	15	3500
Пўлат	15	5000
Шиша	15	5200



178-расм. Вакуумда товуш тарқалмайди



1-топшириқ

13-жадвал маълумотлари билан танишиб чиқинг. Нима учун ҳарорат 10 °С гача ортганда товуш тезлиги камаяди, кейин қайта орта бошлайди?

III Товуш қаттиқлиги

Товуш ўзи билан бирга энергия элтадиган тўлқин. *Биз товуш манбаидан қанчалик узоқ турсак 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 манбаи 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. Эшитилишнинг пастки чеки 10^{-6} мкВат/ m^2 , бўлиб, у эшитувчанлик чегараш деб аталади. Шу даража товушнинг нолинчи даражаси бўлиб қабул қилинган. Товушнинг қаттиқлик даражаси бел (Б) ёки децибел билан (дБ) ўлчанади.

Товуш қаттиқлигининг ўлчов бирлиги америкалик олим А.Г.Белл шарафига шундай аталган.

14-жадвал. Турли товушларнинг интенсивлиги ва даражалари

Интенсивлик, мкВат/ m^2	Товуш даражаси, дБ
Эшитувчанлик чегараси	
0,000001	0
Тинч нафас олиш	
0,00001	10
Тинч боғнинг шовқини	
0,0001	20
Китоб бетини варақлаш	
0,001	30
Уйдаги одатдаги шовқин	
0,01	40
Чангсўрғич шовқини	
0,1	50
Одатдаги суҳбат	
1	60
Радио товуши	
10	70
Кўчали шовқини	
100	80
Юк тушириш жойидаги поезд товуши	
1000	90
Метро вағонидаги шовқин	
10000	100
Момақалди роқ овози	
100000	110
Оғриқ сезиш чегараш	
1000000	120

Товуш интенсивлиги 10 марта ортганда 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 товуш манбаининг тебраниш частотаси билан аниқланади. Тебраниш частотаси юқори бўлса, товуш тони ҳам баланд бўлади.

Бунга осциллографдаги товуш генератори ёрдамида ҳосил қилинган тебранишлар ёйилмаси орқали ишоня ҳосил қилиш мумкин (179-расм). Осциллограф экрандаги ёйилмага мос товуш тони шу экранда олинган дастлабки ёйилмага мос товуш тонидан юқори.

Музикий асбобларни созлаш учун қўлланиладиган камертон тон баландлиги бир хил бўлган товуш беради. У битта соф частотадаги товушни олишга имкон беради. Масалан, биринчи октавининг «ля» нотасига мос товуш чиқарадиган камертон 440 Гц частотали тебранишни ҳосил қилади. «до» нотаси эса 261,6 Гц частотадаги тебраниш ҳосил қилади.

Камертон – оёқчали букилган металл стерженлардан иборат бўлган қурилмадир (180-расм).

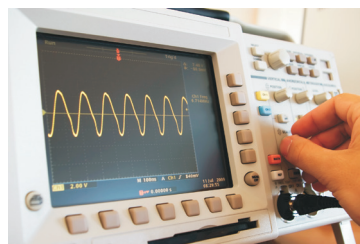
V Акустик резонанс

Шишадан ясалган буюмларнинг сабабсиз дириллаши акустик резонансга мисол бўла олади. Опера кўшиқчиларининг юқори ноталарига жавобан биллур кандиллар титрайди, юпқа шиши идишлар жиринглайди. Камертон товушига рояль торларидан бирининг акс содаси акустик резонансга мисолдир.

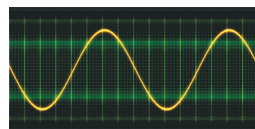


Бу қизиқ!

Кулоқ – 100 млрд марта фарқ қиладиган товуш интенсивлигини сезадиган жуда нозик аъзо.



а)



б)

179-расм. Осциллограф ёрдамида товуш тўлқинларини текшириши



Жавобини айтинг

1. Нима учун товуш манбаидан узокда товуш қаттиқлиги кам бўлади?
2. Нима учун чивиннинг учуши товушининг баландлиги ари товушнинг 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 қўлланилади. Улардан ҳар бирининг қопқоғи (дека) бўлади – бу маълум бир шакл ва ўлчамдаги ёғочдан ясалган корпус (қути) (182,183-расмлар)..

Асбоб қутисидаги ўйикнинг 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 ичидаги товуш тўлқинлар резонансига таъсир этади. Николо Амати, Андреа Гварнери ва Антонио Страдивари сингари мусика асбоблари усталари оҳат майинлиги ва мулойимлигин резонанс таъсирини кучайтириш учун асбоблар шаклини такомиллаштириб, уларни ясашга ноёб ёғоч ва локлар тайёрлашган.



Муҳим ахборат

Тембр – турлича овоз ёки турли хил мусика 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 атаймиз.

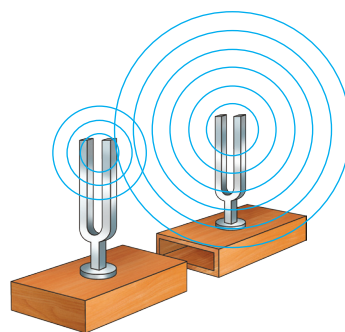
Акс садо – кузатувчининг тўсиқдан қайтган товушни қабул қилиш ҳодисаси.

Агар акс садо товуш манбаидан 0,1 с дан ортиқ вақтда қайтиб келса, у алоҳида товуш сифатида қабул қилинади. Товушларни ажратадиган вақт оралиғининг кичик қийматида, давомли битта товуш сифатида қабул қилинади.



Эксперимент

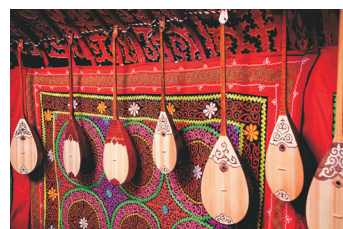
Иккита бир хил камертондан фойдаланиб, акустик резонанс ҳодисасини кузатинг (181-расм) Камертонлардан бирини уриб товушни қўлингиз билан тўсинг. Иккинчи камертоннинг товуш чиқаришини тингланг. Кузатилган ҳодисани тушунтиринг.



181-расм. Акустик резонанс



182-расм. Страдивари скрипкаси



183-расм. Дўмбра – қозоқ халқининг миллий асбоби, тайёрланиш технологияси авлоддан-авлодга берилмоқда

Акс садо таъсирида бўладиган товуш давомийлигининг ортиши ревербирация деб аталади 0,1 с ичида товуш ушбу масофани босиб ўтади.

$$s = v_{\text{тоғ}} t \approx 340 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,1 \text{ с} = 34 \text{ м}$$

Унинг бошланғич товуш манбаига қайтишини эътиборга оламиз. Демак, акс садони эшитиш учун товуш манбаидан тўсиққача масофа 17 м дан кам бўлмаслиги керак.



Эксперимент

Мактабдаги спортзал деворлари товуш ютиладиган материаллар билан қопланганми? Тажриба орқали аниқланг. Тажриба мобайнида қандай шартлар сақланиши керак?

VI. Эхолокация

Товушнинг қайтиш ҳодисаси эхолокацияда ультратовуш ёрдами билан жисмнинг вазиятини аниқлашда қўлланилади. *Ультратовуш – юқори энергияли ва частотаси 20^4 Гц дан ошадиган товуш тўлқинлари.*

Эхолокация – ультратовуш ёрдамида жисмларнинг вазиятини аниқлаш. XX аср немис инженери А. Бам чуқурликни аниқлайдиган (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?



Муҳим ахборат

Ёпиқ 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 махсус материаллар билан қопланади.



Эслаб қолинг

Денгиз тубнинг чуқурлигини сигнални узатиш ва қабул қилиш вақтлари оралиғи ва тарқалиш тезлиги билан аниқланади:

$$s = \frac{v_{\text{дыб}} t}{2}$$



Жавобини айтинг

1. Нима учун бизнинг товушимиз кўчага қараганда ёпиқ биноларда қаттиқ эшитилади?
2. Нима сабабдан эхолотда ультратовуш фойдаланилади?
3. Нима учун акс садо қоронғи тунда тўсиққа учрамайди?
4. Нима учун тоғларда акс садо бир неча марта эшитилади?



184-расм. Балиқ овлашга мўлжалланган эхолот

3. Қаттиқ жисмларда тўлқин 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 тўлқинининг узунлиги 4,3 м, аёл кишининг энг юқори товуши – 25 см. Ўша товушларнинг тебраниш частоталарини топинг.
2. Момақалдиरोқдан 15 с ўтгандан кейин одам унинг товушини эшитди. Момақалдироқ одамдан қандай масофада чакнади?
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 тўлқинлари узунликларининг диапозонини топинг.
2. Бошланғич чизиғидан кейин 200 м йўлнинг марра чизиғидаги ҳакам ўз секундомерини кўшди. Ҳавонинг ҳарорати 20 °С. Унинг қайд қилган вақти юқорироқ қийматни кўрсатадимми ёки пастроқними?
3. Товушни қайтарувчи тўсиққача бўлган масофа 68 м. Кузатувчи акс садони қанча вақтдан кейин эшитади?

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 қиладиган товуш диапозони».
2. «Мусиқий асбоблар. Товуш тембри».
3. «Ультратовуш ва инфратовушнинг одам ва ҳайвонлар аъзосига таъсири».

31-§. Электромагнит тўлқинлар. Электромагнит тўлқинлар шкаласи

Кутиладиган натижа

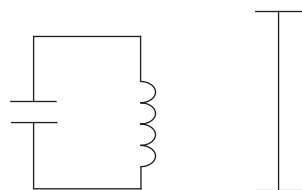
Ўшамавзуну ўзлаштирганда:

- электромагнит ва механик тўлқинлар хоссаларини тавсифлай оласиз;
- электромагнит тўлқинларни диапазонини тавсифлайсиз ва мисоллар келтира оласиз;
- ёруғликнинг шиша призмадан ўтишида ёруғлик дисперсиясини тавсифлай оласиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун ёпиқ контур электромагнит тўлқинни вужудга келтирмайди?
2. Нима учун радиолокаторнинг таъсири гидролокаторга қараганда кучлироқ?
3. Нима учун момақалди роқ радиохабарлар тарқалишига тўсқинлик қилади?



185-рам. Ёпиқ ва очик тебраниш контурининг чизмалари

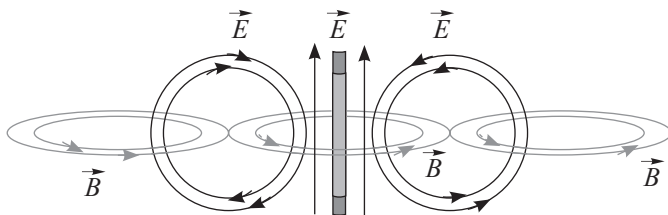
I Очик тебраниш контури – электромагнит тўлқинлар манбаи

Тебраниш контури конденсаторини ғалтак орқали зарядлаш, ғалтакнинг магнит майдон энергиясининг, конденсатор электр майдонининг қайта ортишига олиб келади. Пластиналар орасини орттириб ва ғалтакни тўғрилаб контурни очамиз (185-расм). Бундай контур очик контур бўлиб ҳисобланади, бунда зарядлар бутун ўтказгич бўйлаб тақсимланган ва тезланиш билан ҳаракатланади.

Ўтказгичнинг ўртасида ток кучи максимал қийматга эга, охирларида нолга тенг бўлади. Очик контур атрофидаги муҳит ҳолати ўзгаради. Электр ва магнит майдонларни тавсифловчи катталиклар ўзгаради. Ўзгариш фазода тарқалиб, энергия кўчишига олиб келадиган электромагнит тўлқинларни ҳосил қилади. Электромагнит майдон очик контур атрофидаги фазони тўлиқ қамраб олади.

Электромагнит тўлқин – электромагнит майдон тебранишларининг фазода тарқалиш ҳодисаси.

Очик контур электромагнит тўлқинларнинг манбаи бўлиб, у узатувчи антенна дейилади. (186-расм).



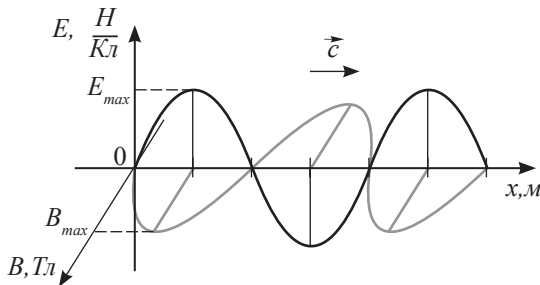
186-рам. Антенна атрофида электромагнит майдоннинг тарқалиши

II Электромагнит тўлқин – кўндаланг тўлқин

Г. Герц тажрибалари шуни кўрсатадики, электромагнит тўлқинларнинг юқори интенсивликда нурланиши антенна ўқига перпендикуляр йўналишда содир бўлади.

Кучланчаилик вектори \vec{E} антеннадан ўтувчи текисликда 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 тўлқиндир, \vec{E} кучланганлик ва \vec{B} магнит индукциянинг тебранишлари тўлқиннинг тарқалиш 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:

$$c = \frac{E}{B} = 3 \cdot 10^8 \frac{M}{c} \quad (1)$$

Электромагнит тўлқин ёруғлик тезлигида 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 синдириш кўрсаткичига 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 ҳосил қилади 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 Кембриждаги дастлабки экспериментал физика профессори номини олди. Ёруғлик табиатида бўлган фикрни тубдан ўзгариган электромагнетизм назариясини кашф қилди. У ёруғлик ва бошқа нурланиш турларини электромагнит тўлқинлар деб ҳисоблади.

вакуумдаги тезлиги, n – мухитнинг синдириш кўрсаткичи.

Электромагнит тўлқинларнинг механик тўлқинлардан фарқи уларнинг вакуумда тарқала олишидадир.

IV. Ёруғлик дисперсияси

Ёруғлик кўринувчан электромагнит тўлқинлардан иборат.

Ёруғлик ранги унинг тебраниш частотаси билан аниқланади. Бир мухитдан иккинчи мухитга ўтганда ёруғлик тезлиги (2-формула) ва тўлқин узунлиги ўзгаради. Ёруғлик рангини аниқлайдиган частота ўзгармас катталиқ бўлиб қолаверади. Қизил ранг моддада юқори тезликка эга бўлгани учун, унинг нури призмада каирок синади. Бинафша рангнинг тезлиги жуда кичик, шунинг учун бинафша рангли нурлар бошқа рангларга нисбатан кўпроқ синади.

Дисперсия – модданинг синдириш 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 тўлқинлар шкаласи

189-расмда электромагнит тўлқинлар шкаласи берилган. Хоссалари ва амалий тадбиғига кўра электромагнит тўлқинлар физиканинг турли бўлимларида қаралади: электротехникада паст частотали тебранишлар, радиотехникада радиотўлқинлар, оптикада кўринувчан нурлар, молекуляр физика ва термодинамикада инфрақизил нурлар, атом физикасида ультрабинафша ва рентген нурлари, ядро физикасида – α , β , γ -нурланишлар.

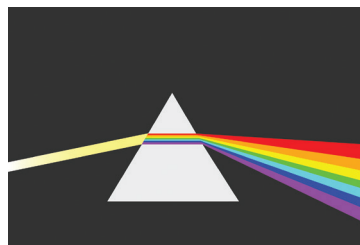
Бу қизиқ!

Инсон кўзи қабул қиладиган барча рангларни учта асосий рангни аралаштириш орқали (қизил, яшил ва кўк) ҳосил қилиш мумкин.



Эксперимент

Шиша призмага проекцион аппарат нурини йўналтиринг (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 этувчиларга ажралоши



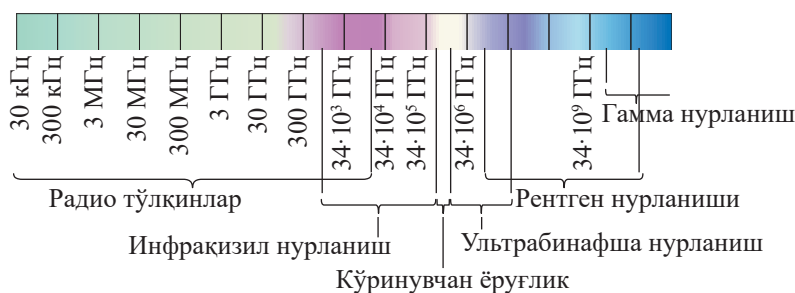
Жавобини айтинг

1. Нима учун ҳайвонлар ва одамлар атрофни турли рангларда кўради?
2. Нима учун баъзи мамлакатларда ранг ажрата олмайдиган одамларга (дальтоник) автомобиль бошқариш гувоҳномаси берилмайди?
3. Қизил ва кўк нурлар учун линзалар фокуси мос келадими?



1-топшириқ

Дисперсияга мисол келтиринг.



189-расм. Электромагнит нурланишлар шкаласи

Барча тўлқин турлари умумий хоссага эга: улар зарядланган зарраларнинг тезланувчан ҳаракати натижасида пайдо бўлиб, ёруғлик тезлигида ва вакуумда тарқалади.

VI Радиоолоқа

Радиоолоқа резонанс ҳодисасига асосланган. Радиоузатгичда товуш сигнали электр сигнаliga айланади. Узаткич антенна ҳосил қилган электромагнит тўлқинлар антеннага перпендикуляр йўналишда тарқалади (190-расм). Улар тарқалиш мобайнида қабул қилувчи ўтказгичда ток ҳосил қилади, шу токнинг частотаси узатувчи антенна частотасига тенг бўлади. Қабул қилгич антеннадаги токнинг қиймати унинг хусусий частотаси узатувчи антеннанинг тебраниш частотасига тенг бўлганда резонанс тартибида максимал қийматга эришади. Антеннадан чиққан сигнал радио қабул қилгичга узатилиб, у ерда товуш тўлқинига айланади.

Радио қабул қилгичнинг тўлқин узунлигини ушбу формула ёрдамида топиш мумкин:

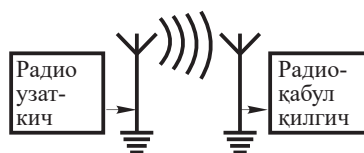
$$\lambda = c \cdot T \quad \text{ёки} \quad \lambda = \frac{c}{\nu}$$

бу ерда T – узатувчи антеннанинг тебраниш даври; ν – узатувчи антеннанинг тебраниш частотаси.

Турли манбалардан электромагнит тўлқинларни қабул қилгич антенналарнинг тузилиши мураккаб бўлади (191-расм).

15-жадвал
Радиотўлқин частоталарининг
халқаро стандарти

Жуда паст частотали ЖПЧ	3-30 кГц
Паст частотали, ПЧ	30-300 кГц
Ўртача Частота ЎЧ	300-3000 кГц
Юкори частотли, ЮЧ	3-30 МГц
Жуда юкори частотали ЖЮЧ	30-300 МГц
Ультра юкори частотали, УЮЧ	300-3000 МГц
Ўта юкори Частота ЎЮЧ	3-30 ГГц
Чекли юкори Частота ЧЮЧ	30-300 ГГц
Гипер юкори частотали ГЮЧ	300-3000 ГГц



190-расм. Радиоолоқанинг
принциплик чизмаси



191-расм. Кабелли телекўрсатувнинг қабул қилувчи антеннаси

Космик сингалларни қабул қилувчи антенна-лар радиотелескоп дейилади (192-расм).

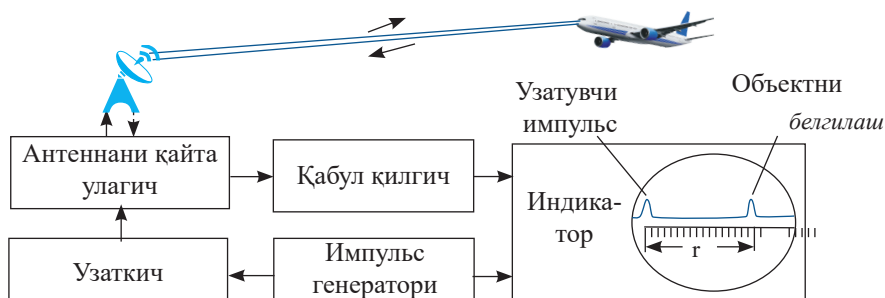
VII Радиолокация

Радиолокация радиотўлқинларнинг товуш тўлқинлари каби тўсиқдан қайтишига асосланган.

Радиолокация – радиотўлқинлар ёрламида жисмнинг вазиятини аниқлаш усули. Радиолокациянинг эхолокациядан қулайлиги, радиотўлқинларнинг тарқалиш езлиги товуш тезлигидан юқори бўлишидадир. Радиолокация катта масофалардаги объектларни топишга имкон беради. 1–2 мкс чўзиладиган қисқа сигнал юборилганда сигнал осциллограф экранида қайд қилинади (193-расм).

Сигнал тўсиқдан қайтиб, яна радиолокаторда қабул қилинади ва кучайтирилиб осциллографга узатилади. Осциллограф экранидаги иккита чакнаш орасидаги масофа орқали сигнални юбориш ва қабул қилиш пайтлари орасидаги вақт аниқланади. Объектгача бўлган масофани куйидаги формула бўйича топиш мумкин:

$$s = \frac{ct}{2}.$$



193-расм. Радиолокатор юборган ва қабул қилган сигнал интервали орқали объектгача масофани аниқлаш



192-расм. Радиотелескоп, Тянь-Шань астрономикқ обсерваторияси

? Жавобини айтинг

Нима учун кабелли телекўрсатувлар антенналари мураккаб тузилишга эга?

Текшириш саволлари

1. Электромагнит тўлқин нима?
2. Очиқ тебраниш контури деб нимага айтилади?
3. Электромагнит тўлқинлар қандай тўлқин турига тегишли?
4. Электромагнит тўлқинлар қандай тезлик билан тарқалади?
5. Радиоалоқа қандай амалга оширилади?
6. Радиолокациянинг эхолокациядан фарқи нимада?

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 тўлқин 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 тўлқин 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 тизимнинг тебраниш даври	Хусусий частота	Циклик частота
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ $T = 2\pi\sqrt{LC}$	$\nu_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ $\nu_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$ $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Максимал тезликни ҳисоблаш формулалари	Резонанс шarti	Тебранма тизимлар учун сақланиш қонунлари
$v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot A$ $v_{\max} = \omega \cdot A$ $v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}}$	$\nu_{\max} = \nu_0$ $\omega_{\max} = \omega_0$	$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}$ $\frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \text{const}$ $E = E_k + E_p = \text{const}$
Тўлқин узунлигини ҳисоблаш формулалари	Тўлқин тезлигини ҳисоблаш формулалари	Тўсиқгача бўлган ма офани ҳисоблаш формуласи
$\lambda = v \cdot T$ $\lambda = c \cdot T$ $\lambda = \frac{c}{\nu}$	$v = \frac{l}{t}$ $v = \frac{\lambda}{T}$ $v = \lambda \cdot \nu$ $v = \frac{c}{n}$	$s = \frac{v_{\text{товуш}} t}{2}$ $s = \frac{ct}{2}$

Глоссарий

Акустик резонанс – хусусий частотаси 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 тарқалиш йўналишида амалга ошадиган тўлқин.

Гармоник тебранишлар – синус ёки косинус қонуни бўйича содир бўладиган тебранишлар.

Товуш – эшитиш аъзолари қабул қиладиган эластик муҳитда тарқаладиган механик тўлқинлар.

Эркин тебранишлар – мувозанат вазиятидан чиқарилгандан кейин ташқи кучлар таъсирисиз юз берадиган тебранишлар.

Мажбурий тебранишлар – ташқи даврий равишда 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 муҳитда тарқалиш ҳодисаси.

Сўнувчан тебранишлар – вақт бўйича амплитудаси камайдиган 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 ичидаги тебранишлари сони.

Тебраниш контури – кетма-кет уланган ғалтак, конденсатор ва резистордан иборат электр занжири.

АТОМ ТУЗИЛИШИ, АТОМ ҲОДИСАЛАР

Электромагнит тўлқинлар очик тебраниш контурида зарядланган зарраларнинг тезлаштирилган ҳаракат инатижасида пайдо бўлади. Максвелл електромагнит тўлқинлар 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 қиламиз, 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;
- фотоэффект ҳодисасини таърифлашни ва унинг техникага татбиқича мисоллар келтиришни;
- масалалар ечишда фотоэффект учун Эйнштейн формуласини қўллашни;
- рентген нурларини електромагнит 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 тушунтиришни ўрганасиз.

32-§. Иссиқликдан нурланиш

Кутидадиган натижа

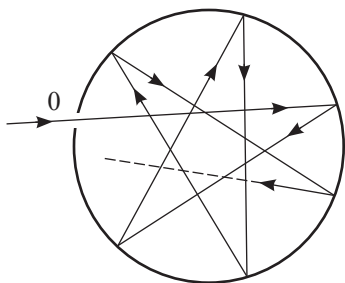
Ушбу маевзунни ўзлаштирганда сиз:

- иссиқликдан нурланиш энергиясининг ҳароратга боғлиқлигини тавсифлашни ўргана-наси.



Саволларга жавоб беринг

1. Нима учун ёз кунлари одамлар очиқ рангли кийимлар кийишади?
2. Нега печканинг спирални қизиганда рангини ўзгартиради?
3. «Металлни оқарганча» қиздириш дегани нимани билдиради?



194-рasm. Абсолют қора жисм модели



Жавобини айтинг

1. Нима учун Қуёш абсолют қора жисм деб ҳисобланади?
2. Барча юлдузларни абсолют қора жисм тизимига киритиш мумкинми?
3. Нима учун юлдузларнинг ранги ҳар турли?
4. Нега Қуёш сариқ рангда?
5. Нима учун Қуёш нурлари спектрлари барча рангларига таснифланади?

I Иссиқликдан нурланиш

Модда нурланиши учун унга энергия бериш зарур. Энергия олган модда атомлари тез ҳаракатлана бошлайди, 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.

Иссиқликдан нурланиш – қиздирилган жисмларнинг нурланиши.

II Абсолют қора жисм

Биламизки, қора рангли сиртларнинг нурланиш ва ютилиш қобилияти оч рангларга караганда юқори. Ҳайдалган ернинг қизиши яшил ўтти Ерга караганда кучлироқ бўлади. Бунинг сабаби қора рангли жисмларнинг ютиш ва нурланиш частоталари диапозонининг катта бўлишидир. Агар энергиянинг нурланиши ёки ютилиши тўлқинлар частотасининг барча диапозонида амалга ошадиган бўлса, бундай жисм абсолют қора жисм деб аталади. Ички деворлари қорайтирилган, кичик тирқишли ношаффоф абсолют қора жисмнинг идеал намунаси (модели) бўлиб ҳисобланади (194-рasm).

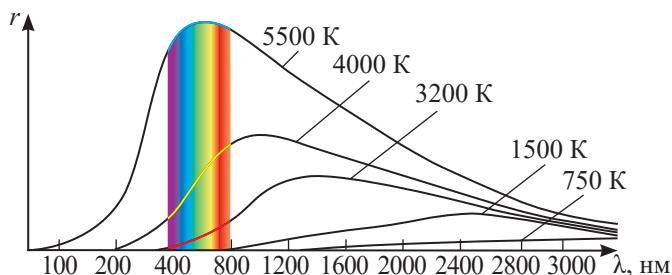
Абсолют қора жисм – иссиқлик тўлқинлари частотасининг барча диапозонида нурланадиган ва ютадиган жисм.



Бу қизиқ!

«Абсолют қора жисм» тушунчасини 1862 йилда Густаф Киргкоф киритган.

Қуёшни 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 графиги абсолют қора жисмнинг моделини қўллаш 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 юқори 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 оқариб 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 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2 К^4}$ Стефан – Больцман доимийси;

T – Кельвин шкаласи бўйича ҳарорат;

R – $1 м^2$ қиздирилган сиртнинг 1 секунддаги частотанинг барча диапазонидаги нурланиш энергияси.

Пирометр – қаттиқ қиздирилган ёки узоқлаштирилган жисмнинг ҳароратини аниқлашга мўлжалланган асбобнинг ишлаши



1-топшириқ

Нима учун кичик тирқишли ичи бўш жисм абсолют қора жисм бўла олади? Абсолют қора жисм модели ёрдами билан кўрилган нурнинг нурланиш қувватининг тўлқин узунлигига боғлиқлиги графигини яшаш 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.

Қизил юлдузлар сиргининг 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 диапазонида тўғри келади.

Тепловизорнинг ишлаш принципи ҳам пирометрга ўхшаб Стефан – Больцман қонунига асосланган. Тепловизор экранига текшириляётган 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 қўлланилади.

V Иссиқликдан нурланиш ҳодисаси талқинидаги муоммалар

Олимлар Максвелл назариясидан фойдаланиб иссиқликдан нурланишни 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-муҳит 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, $t = 30,8 \text{ }^\circ\text{C}$



197-расм. Тепловизорни қўллаш орқали уйн иссиқлик иўқотишини текшириш



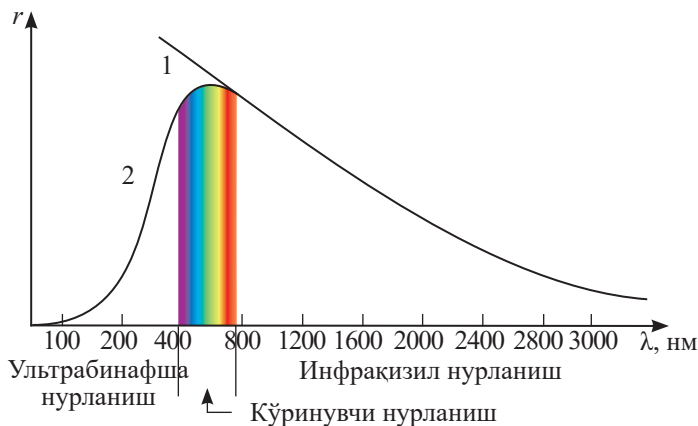
Бу қизиқ!

«Kazakhstan Aselsan Engineering» Қозоғистон-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

тўлқинлар соҳасида (1) ва тажриба (2) натижалари орасида фарқ кузатилади. У бўйича нурланиш частотаси ортганда тўлқин энергияси ортиши керак. Бундай боғлиқлик расмдаги 1-графикга тўғри келади. Бундай ҳолни олимлар «ультрабинафша офат» деб атадилар. Сабаби ультрабинафша нурланиш диапазонида тажриба натижалари билан Максвелл назияси мос келмади.



2-топшириқ

Тепловизор билан пирометрнинг фойдаланилишига мисол келтиринг. Нима учун улар турмушда кенг қўлланилмайди?



Жавобини айтинг

Нима учун нурланиш қувватининг тўлқин узунлигига (частотасига) боғлиқлигининг соғилишини физиклар «ультрабинафша 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-топшириқ

Ана шундай назария билан тажрибанинг қарама-қаршилиги физикада янги квант назариясининг яратилишига сабаб бўлди.

Текшириш саволлари

1. Қандай нурланиш иссиқликдан 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. Иссиқликдан 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°C қиздирилган металнинг нурланиш қуввати 727°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 сиртининг нурланиш қуввати қандай бўлар эди? Бундай ҳол сайёрамиклимига қандай таъсир кўрсатади?

Экспериментал топшириқ

1. Қора рангли ва очиқ рангли идишларга бирдай миқдорда сув қуйинг. Уларни қуёш нурунинг остида ушлаб, қайси идишдаги сувнинг ҳарорати кўтарилишини аниқланг.
2. Шу идишга температуралари бирдай иссиқ сув қуйиб, 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 мавзularидан бирига ахборот тайёрланг.

33-§. Ёруғлик квантлари тўғрисида Планк гипотезаси. Фотоэффект ҳодисаси

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирирганда:

- масала ечишда Планк формуласини кўллашни;
- фотоэффект ҳодисасини таърифлаб, фотоэффект ҳодисасининг техникада татбиқиغا мисоллар келтиришни,
- Эйнштейн формуласидан масалалар ечишда фотоэффект учун фойдаланишни ўрганасиз.



Планк Макс (1858–1947) – немис физик теоретиғи, 1900 йилда «абсолют қора жисм» спектрини тушунтиргандан кейин таниқли бўлиб, квант физикага асос солган 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 карама-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 нурланиш 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 кванти.

Фотон тинчликда массага эга эмас.

II Фотоэффект, фотоэффект ҳодисасининг кашф қилиниши

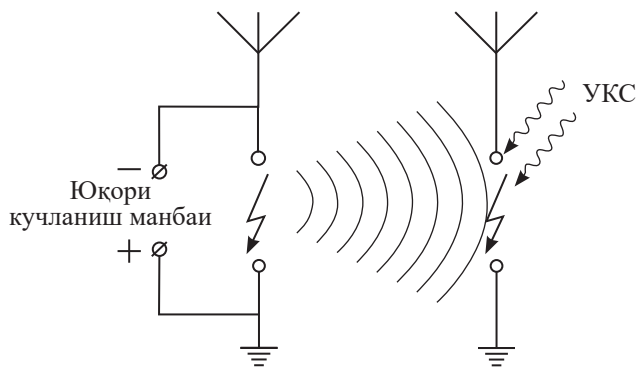
Фотоэффект ҳодисаси маълум бир энергия улушига эга бўладиган фотонларнинг мавжудлигини исботлади.

Фотоэффект – электромагнит нурланиш таъсирида электронларнинг моддадан ажралиб чиқиш ҳодисасидир.

? Жавобини айтинг

1. Кўча чироқлари қандай ўчириб ёқилади?
2. Штрих код бўйича товар баҳоси қандай аниқланади?
3. Йўловчиларни метрога 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 тўлқинларни кузатиш учун Г. Герц қабул қилувчи ва тарқатувчи антенналар билан тажриба олиб борди (200-расм). Сигнал қабул-лашни яхшилаш учун у турли усуллардан фойдаланди, улардан бирида қабул қилувчи антенна шарларини ультрабинафша нурлар билан (УБН) ёритишдан фойдаланди.



200-расм. Герц тажрибасининг схемаси

Ёритилганда қабул қилувчи антеннада учкун интенсивлигининг ортиши, учкундаги зарядланган зарралар сонининг ортишини исботлади.

Г. Герц олиб борган тажриба натижасида Д. Максвеллнинг мулоҳазалари тўғри эканлигини исботлаб, яна бир номаълум ҳодисани топди. Фотоэффект ҳодисасини 1888–1889 йиллар оралиғида кунт 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. Учкун разряд рух пластинани ёритади. Пластина ток манбаи ва галовонометр орқали металл тўрға уланган. Олим ўз тажрибаларини таҳлил қилиб, хулосалади:



1-топшириқ

200-расмни кўриб чиқинг. Тажриба юргизишнинг асосий сабабларини кўрсатинг. Нима учун қабул қилувчи ва тарқатувчи антенналар бирдай? Қабул қилувчи антенналар шарлари орасида учкуннинг пайдо бўлиши Максвелл назариясининг тўғри эканлигининг исботи бўлди. Герц олиб борган тажрибада қандай ҳодиса кузатилди?



2-топшириқ

201-расмдаги А.Г.Столетов тажрибасининг схемасини кўриб чиқинг. Олим қандай тажриба натижалари асосий хулосаларини таърифлаган?

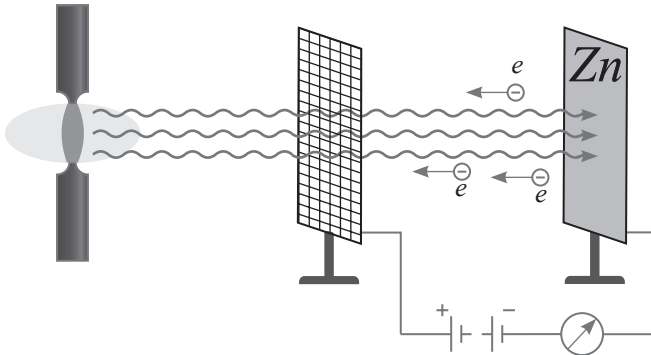


Жавобини айтинг

1. Металл пластинанинг сиртига тушадиган фотонларнинг сони ортганда фототок катталигининг ҳам ортиши сабаби нима?
2. Кўринувчи нур таъсирида фотоэффект кузатилмаслигининг сабаби нимада?

1. Нурланиш натижасида рух сиртидан манфий зарралар – электронлар ажралиб чиқади.
2. Фотозэффект ҳодисаси фақат юқори частотадаги нурланиш таъсирида амал ошади.
3. Нурланиш частотаси ортганда фотозэлектронларнинг тезлиги ҳам ортади.
4. Модда сиртидан ажралиб чиққан электронларнинг сони ёритгич интенсивлигига тўғри пропорционал.

А. Г. Столетов катталиклар орасидаги миқдорий муносабатларни топа олмади.



201-расм. Столетовнинг фотозэффект ҳодисасини тадқиқ қилиш қурилмасини ўрнатиш схемаси



3-топшириқ

(4) – (5) формулалар асосида фотозэффект учун олти турли формула ёзинг. Нима учун Эйнштейн формуласининг турлича ёзилиш нусхаси бор? У нимага боғлиқ?



Эслаб қолинг сақланг!

$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

IV Фотозэффект учун Эйнштейн формуласи

Табиатдаги ҳодисаларнинг барчасида қўлланиладиган ва фундаментал қонун бўлиб ҳисобланган энергиянинг сақланиш қонуни асосида 1905 йили А. Эйнштейн фотозэффект ҳодисасини тушунтирди. 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:

$$E_{\phi} = A_{\text{чикс}} + E_{\kappa} \quad (1)$$

Бу тенглама Эйнштейн формуласи деб аталади, бунда E_{ϕ} – фотон энергияси, у Планк формуласи билан аниқланади:

$$E_{\phi} = h\nu \quad (2)$$



4-топшириқ

Фотозэффект учун Эйнштейн формуласини қўллаб, масалалар ечиш алгоритмини тузинг.

ёки
$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \quad (3),$$

$A_{\text{чиқ}}$ – чиқиш иши ёки атомнинг ионлашуви учун зарур;
 E_k – электрон кинетик энергиясининг максимал қиймати:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (4).$$

Ток манбаини 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 ажралиб чиққан электронларнинг сони шу сирга тушган фотонлар сони билан аниқланади.

V Фотоэффектнинг қизил чегараси

Фотон энергияси электроннинг ядронинг тортиш кучини енгиб чиқиш учун етарли бўлгандагина фотоэффект ҳодисаси кузатилади:

$$h\nu \geq A_{\text{чиқ}}$$

Фотоэффект кузатиладиган минимал частота фотоэффектнинг қизил чегараси деб аталади.

$$\nu_{\min} = \frac{A_{\text{чиқ}}}{h}.$$

Тўлқин ўзунлиги ва частота ушбу муносабат билан боғланган:

$$\nu_{\min} = \frac{c}{\lambda_{\max}}.$$

Фотоэффект кузатиладиган ёрузликнинг максимал тўлқин узунлиги фотоэффектнинг 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.

Фотоэффект қизил чегарасининг қиймати маълум бўлганда чиқиш ишини ушбу формулалар орқали аниқлаш мумкин:

$$A_{\text{чиқ}} = h\nu_{\min} \quad \text{ёки} \quad A_{\text{чиқ}} = \frac{hc}{\lambda_{\max}}.$$



Жавобини айтинг

Фотоэффект металлларда нима учун кенг қўлланилади?

VI Фотозффектнинг қўлланилиши

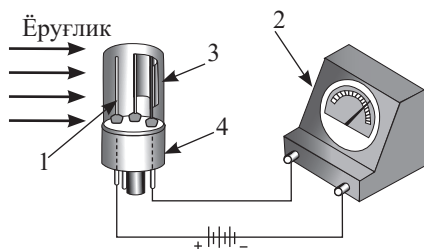
Фотоэлементнинг ихтиро қилиниши натижасида фотозффект ҳодисаси ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда кенг қўлланила бошлади (202-расм).

Фотоэлемент – туширилган ёруғлик таъсирида электр токи пайдо бўладиган қурилма.

Вакуумли фотоэлемент ҳавоси 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 фотозэлементнинг цокоliga (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 фавқулудда вазитларда, эшиклар, шлагбаумлар автоматик равишида ёпилади, қайта уланади қувватли пресслар тўхтайди. Фотозффект ҳодисаси ёрдамида тасвирларни узоқ масофаларга узатиш мумкин бўлиб, телекўрсатув пайдо бўлди.



202-расм. Фотоэлемент



203-расм. Вакуумли фотоэлемент қурилмаси



204-расм. «KAZPROM АВТОМАТИКА» ЖШС-нинг оптик датчиги, Қарағанди ш.



5-топшириқ

Оптик датчикларнинг қўлланишига мисол келтиринг. Қарағанди шаҳридаги «KAZPROM АВТОМАТИКА» ЖШС да ясалган оптик датчикларнинг қўлланиш мақсадини аниқланг. (204-расм).



Бу қизиқ!

Астрокомпасда Қуёш ва юлдузлар бўйича иўналиш олиш учун фотоэлемент қўлланилади. Бундай асбоблар кутб 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 аниқланг. Планк доимийси $6,626 \cdot 10^{-34}$ 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 ёзамиз:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{\max}} + E_k$$

$$E_k = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\max}} \right) = \frac{hc(\lambda_{\max} - \lambda)}{\lambda \cdot \lambda_{\max}}$$

E_k қийматини топамиз:

$$E_k = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}} (275 - 175) \cdot 10^{-9} \text{ м}}{275 \cdot 175 \cdot 10^{-18}} =$$
$$= 4,13 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,58 \text{ эВ}$$

Жавоби: 2,58 эВ.

Текшириш саволлари

1. М. Планк гипотезасининг моҳияти нимада?
2. Фотон нима?
3. Фотоэффект ҳодисаси деб нимага айтилади?
4. Фотоэффетни илк бор ким топган?
5. А.Г.Столетов фотоэффект ҳодисаси учун қандай қонуниятларни аниқлади?
6. А.Эйнштейн фотоэффект ҳодисасини қандай тушунтирди?
7. Фотоэлемент деб нимага айтилади? У қаерларда қўлланилади?



Машқ

33

1. Вакуумдаги тўлқин узунлиги 0,72 мкм бўлган қизил ёруғлик фотонининг энергияси нимага тенг?

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 фотоэлектронларнинг максимал кинетик энергиясини топинг. Электронларнинг калийдан чиқиш иши 2,26 эВ га тенг.

1. Электронларнинг олтиндан чиқиш иши 4,76 эВ га тенг. 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 тенг. Тўлқин узунлиги 300 нм ёруғлик ва калийдан учиб чиққан 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 мавзунини ўзлаштирганда:

- рентген нурланишининг электромагнит нурланишининг бошқа турлари билан таққослашни;
- рентген нурларининг қўлланилишига мисоллар келтиришни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Рентген нурларининг зарарига қарамасдан, унинг табиъатда кенг қўлланилиши сабаби нима?
2. Нима учун кучланишни орттирганда нурларнинг «қаттиқлиги» ортади?



205-расм. Рентген суратидаги қўл суяқларининг тасвири

I Рентген нурларининг кашф этилиши

XIX аср охирида кўпгина физикларни иссиқлик нурланиши ва ютилиши масалалари кизиқтирди. Улар абсолют қора жисмнинг нурланишини ўрганиш билан бирга паст босимлардаги газ разрядига ҳам эътибор қаратишди. Сийраклаштирилган гази бор газ разрядли найчада юқори кучланишда қиздирилган катод ўзидан катод нурларини чиқариб, унинг таъсирида найдаги газ чакнаши 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 қўлини қўйганда, экранда бармоқларининг аниқ ажратилган суяқларининг 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 хулосага 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 қоғоз билан қопланган бўлса ҳам, фотопенка қораяди.
4. Нурлар тарқалиш манбаидан сферик равишда тарқалмайди, улар маълум бир йўналишга эга бўлади.

Рентген нурларининг хоссаларини тадқиқ қилишда физиклар мана бундай хулосага 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 тўсик орқали тормозланиши. Бундай ҳолда нурланиш тормозланиш *рентген нурлари* деб аталади. Иккинчи сабаб шундаки, тез электронлар металл сиртида тормозланиш вақтида металнинг сирт қатламида жойлашган атомлардан электронларининг ажралиб чиқиши. Бошқа электронларнинг бўш жойларга ўтиши натижасида металл атомлари энергия чиқаради. Нурланиш металлларнинг 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 тезлаткич кучланиш электронларни кўчиришда иш бажаради:

$$A = eU.$$

Электроннинг кинетик энергияси ортиб, ушбу кийматга етади:

$$\frac{m_e v^2}{2} = eU$$

Кескин тормозланганда барча энергия нурланиш энергиясига айланади:

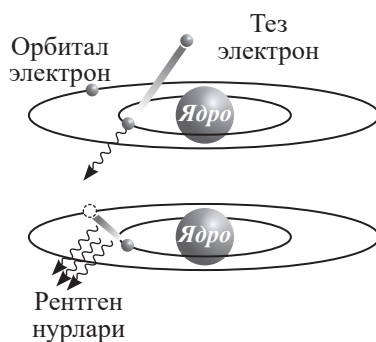
$$\frac{m_e v^2}{2} = h\nu$$

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 нурланиш 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 нурланиш 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 киздирганда, электронлар энергия олиб, катод сиртидан учиб чиқади.

Электронларни тезлаштириш учун электронда юқори кучланиш берилади. Тезлатилган электронлар вольфрам каби оғир металллардан ясалган анодда тормозланганда рентген нурлари пайдо бўлади. Рентген найининг аноди катодга эгилган ён томони билан жойлаштирилади, чунки чиқадиған рентген нурлари найининг ўқига перпендикуляр бўлиши керак.

Рентген найи иш бажарганда анодда катта иссиқлик миқдори ажралади. Анодни қизиб кетишидан сақлаш учун ва рентген найининг кувватини орттириш мақсадида совуткич қурилмалар ўрнатилади.

Рентген найи – рентген нурланишни ҳосил қилишга мўлжалланган электровакуумли асбоб.



Жавобини айтинг

Нурларнинг «қаттиқлиги» нима учун тезланувчан кучланиш ортганда ортади?



Диққат қилинг!

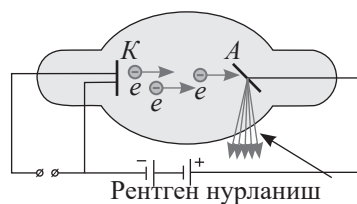
Диагностик рентген найчалари 150 кВ гача максимал кучланишда, терапевтик найчалар 400 кВ гача кучланишда ишлайди.



1-топшириқ

Нурланиш частотасининг диапазони бўйича тўлқин узунлиги диапазонини аниқланг. Уларни инсон хужайралари ўлчами билан таққосланг.

Нима учун флюорография текшириши вақтида тўлқин узунлиги катта рентген нурлари қўлланилади?



207-расм. Рентген найчаси

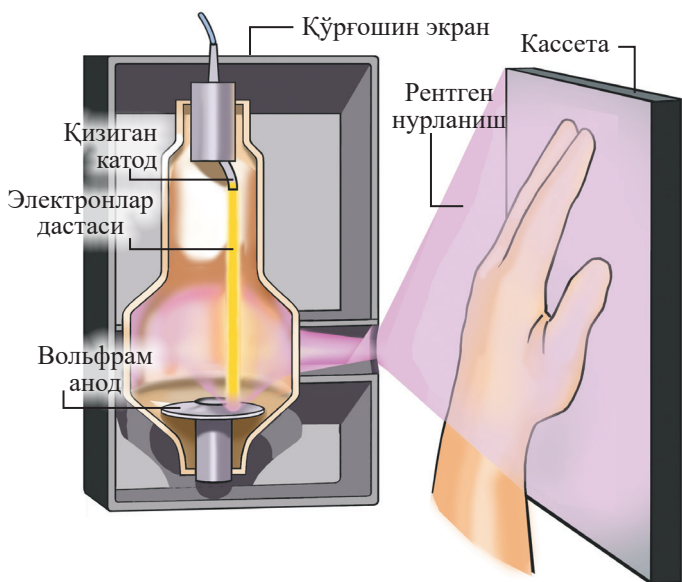


2-топшириқ

Рентген нурланиш инсон организмга қандай таъсир кўрсатишини аниқланг. Флюорографияни нима учун йилига 1 мартадан ортиқ тушишга бўлмайди?

V Рентген нурларининг қўлланилиши

Рентген нурлари турли саҳаларда, жумладан, тиббиётда кенг қўлланилади. Рентген фотосуратлар орқали шифокорлар суякларнинг синишини аниқлаш билан бирга ошқозон тузилиши, яралар ва шишларни ҳам аниқлай олади. Ҳозирги кунда рақамли технология тиббиётда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, экранда тасвирлар пайдо бўлади ва ярим ўтказгич қабул қилгичлар ёрдамида сақланади (208-расм).



208-расм. Рентген тасвир олиш 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.

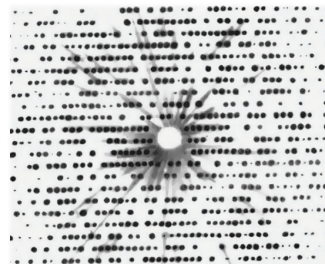
Рентген нурлари техникада ҳам ўз татбиғини топган, унинг ёрдамида кристалларнинг тўлиқ кўринишини таъминлаш мумкин. Рентген фотосуратлари орқали олимлар кристал жисмларни аморф жисмлардан ажратиб, кристалл тузилиш нуқсонларнидаги топа оладилар (210-расм). Шу билан бирга рентген нурлари аэропортларда юклар ичидаги моддаларни кўришга, турли қурилмалардаги нуқсонларни ажратишга имкон беради.

Бу қизиқ!

Сонли портатив рентген қурилмасини Жанубий Корея тиш докторлари қўлланади Rextar қурилмаси юқори сифатли рентген қурилма (209-расм) билан Samsung Ultra шахсий компьютерини монитор ва периферияли қурилмасини бириктиради.

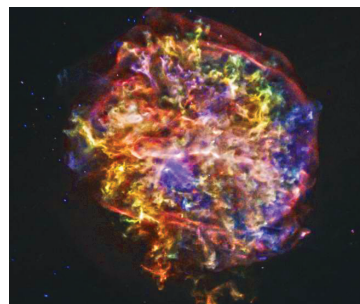


209-расм. Портатив рентген қурилмаси



210-расм. Кристалнинг рентген расми. Нуқсон топилган

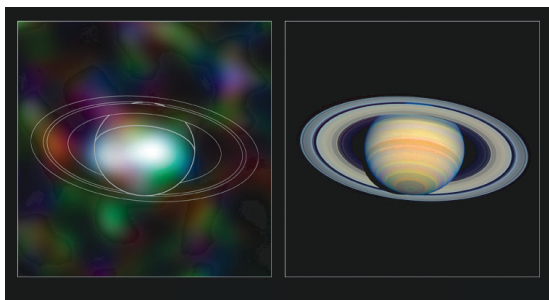
Ер шаридан ташки оламда рентген нурларининг қувватли манбалари топилган. Янги ва ўта янги юлдузлар қаърида ривожланиши натижасида рентген нурлариг пайдо бўладиган жараёнлар содир бўлади. 211-расмда G292 осмон объектининг тасвири кўрсатилган. Уни Chandra орбитал рентген обсерваторияси амалга оширган. Объект ўта янги юлдузнинг Сомон йўли галактикасидаги учта қолдиғидан бири бўлиб диаметри 36 ёруғлик йили бўлган улкан газ қобиғи. Рентген тасвири кислород билан (қизғиш ва сариқ) бирга юлдуз таркибида янада бошқа элементлар, жумладан, магний (яшил рангли) кремний, олтингугурт (кўкранг) борлигини кўрсатади. Газнинг туманликларга катталаниши жуда ҳам тез амалга ошиб, объект 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 кутбда заиф, жанубий кутбда мутлақо мавжуд эмас йўқ, Бу Сатурн Қуёш нурларини қайтаради ёки ўзи шунинг манбаи бўлиб ҳисобланади демандир. Юпитернинг рентген нурлари Қуёшнинг юқори энергияли зарралари билан Юпитер магнит майдонининг ўзаро таъсирининг ортиши сабабли, сабабидан кутбларда 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 нурунинг 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 сайёра-мизни Қуёш радиациясидан нима муҳофаза қилади?

1. Частотаси 10^{17} Гц рентген нури тўлқин узунлигининг 10^{19} Гц частотали рентген нури тўлқин узунлигидан неча марта фарқ қилади?
2. Телевизиорн найнинг электрон дастасида электронлар экранга етиб келиб, тўхтайти. Бундай шароитда рентген нурланиш пайдо бўладими?
3. Терапевт найида рентген нурлари тўлқин узунлигини аниқланг. Найдаги кучланишнинг қиймати 400 кВ. Бу най қандай даволаш турларида қўлланилади?

Ижодий топшириқ

Берилган мавзулардан бирортасини танлаб, ахборат тайёрланг:

1. Рентген нурларининг тиббиёт қўлланилиши.
2. Рентген нурланишнинг техникада қўлланилиши.
3. Космик объектларни рентген нурлари диапазонида тадқиқ қилиш.

35-§. Радиоактивлик. Радиоактив нурланиш табиати

Кутиладиган натижа

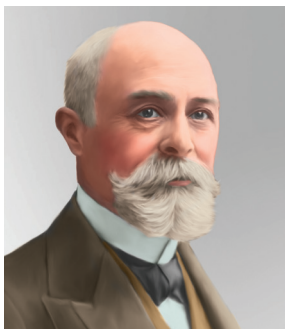
Ушбу мавзунини ўзлаштирганда:

- α , β ва γ – нурланиш табиати ва хоссаларини тушунтира оласиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун радиоактив препаратлар қалин деворли кўрғошин контейнерларда сақланади?
2. Нима учун радиоактивлик кашф қилингандан сўнг алхимикларнинг ноёб металлларга мансуб бўлмаган металллардан олтин олишга интилиши қайта жонланди?



Антуан Анри Беккерель (15.12.1852 – 25.08.1908) – француз физиги, Нобель мукофотининг физика соҳаси бўйича, радиоактивликни кашф этган олимлардан бири.



1-топшириқ

Менделеев жадвали фойдаланиб радиоактив моддаларга мисол келтиринг.

I Радиоактивликнинг кашф этилиши

Бир қатор моддалар Қуёш нури билан нурлангандан 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 булутли бўлиши сабабли у тажриба ўтказмади. 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 хулоса 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.

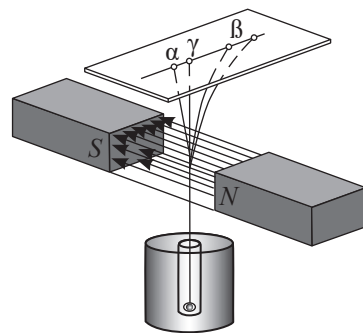
Радиоактивликни тадқиқ қилган олимлар Мария Складовская Кюри, Пьер Кюри, Эрнест Резерфорд бўлди. Мария ва Пьер Кюрилар радиоактив нурланишни ҳосил қила оладиган янги элементни топди. У кимёвий элементлар *полоний* (Мария Кюрининг Ватани Польша ҳурмати-га) ва *радий* (нурли деган маънони билдиради) деб аталди. Экспериментлар натижасида тартиб рақами 83 дан ошадиган барча элементлар радиоактив элементлар эканлиги аниқланди. Олимларнинг тадқиқотлари радиоактив 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 кўрғошин цилиндрдаги ингичка каналнинг тагига жойлаштирилди (213-расм). Радиоактив нур перпендикуляр йўналган магнит майдон таъсирида учта дастага ажралди. Уни фотопластинадаги доғлардан кўриш мумкин. Улардан икkitаси тескари йўналишда орқага қайтади, улардан бири ингичка йўналган бўлса, иккинчиси эса сезиларли даражада кенгайиб, пластинадаги доғ чўзилади. Учинчи 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 қобилиятлари турлича эканлигини кўрсатди: α -зарралар қалинлиги 0,1 мм қоғоздан ўта олмайди. β -нурлар қалинлиги 1 мм металл пластинадан ўта олмайди. Энг юқори сингивганликка қобилиятига γ -нурлари эга бўлди қалинлиги 1 см бўлган кўрғошиндан 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 масофада 2 марта камаяди. Э. Резерфорд α ва β -нурларининг бошланғич йўналишларидан оғиши бўйича зарраларнинг массаларининг аниқлади. 1899 йили у β -нурлар электронлар окимидан иборат эканлигини, ҳисобланган 1908 йили эса α -нурлар гелий атомининг ядроси эканлигини жорий қилди. Гамма нурлар зарядланмаган, улар магнит майдонда оғмайди частотаси $3 \cdot 10^{18}$ Гц дан ошадиган қаттиқ электромагнит нуриланиш бўлиб ҳисобланади.



213-расм. Радиоактив нурланишни текширишга мўлжалланган қурилма



2-топшириқ

210-расмга чап қўл қондасини қўллаб, α -нурлар – мусбат зарядланган зарралар оқими, β -нурлар манфий зарядланган зарралар оқими γ -нурлар зарядланмаганлигини исботланг.



Жавобини айтинг

1. Нима учун магнит майдон таъсирида радиоактив нурлар уч дастага бўлинади?
2. Нима учун экранда манфий зарядлар ҳосил қилган доғ чўзилган бўлади?



3-топшириқ

γ -нурларнинг тўлқин узунлиги диапазонини аниқланг.



4-топшириқ

α -, β ва γ -нурларнинг хоссаларини таққослаш жадвалини тузинг.



Ёдга туширинг!

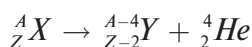
$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

IV Ядроларнинг радиоактив айланишлари. Соддининг силжиш қойдаси

Э.Резерфорд ва инглиз кимёгари Фредерик Содди химиявий элементларнинг радиоактив нурланишни тадқиқ қилиб, шундай хулосага келишди: радиоактив элементлар нурланиш натижа-сида α ва β зарраларни чиқариб, бошқа кимёвий элементларга айланади. Демак, радиоактивлик атом ядросининг ўзгариши билан боғлиқ бўлади. 1913 йилда Ф. Содди α ва β емирилишлар учун силжиш қойдасини таърифлади:

α -емирилишида ядро $2e$ мусбат зарядни йўқотиб, унинг массаси тўрт атом бирликка камаяди. Олинган янги элемент Менделеев жадвалининг бош томонига қараб икки катакга силжиб жойлашади:



Бу ерда ${}^A_Z X$ – оналик ядро;

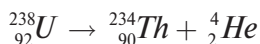
${}^{A-4}_{Z-2} Y$ – ҳосилавий ядро;

${}^4_2 He$ – 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 ${}^{238}_{92} U$ уран ядроси ${}^{234}_{90} Th$ торий ядросини ҳосил қилади:



β -емирилишда қатордан электрон учиб чиқиб, натижада ядронинг заряди $1e$ га ортиб масса сони ўзгармайди. Олинган янги элемент Менделеев даврий системасининг охирига қараб битта катакка силжийди:



5-топшириқ

1. Менделеев жадвалидан фойдаланиб, ҳар бир бешинчи α – емирилишда тузиладиган кимёвий элементларни айтинг.
2. Ураннын икки α емирилишидан кейин тузилган кимёвий элементни айтинг.



Эслаб қалинг!

α -зарралар – гелий ядросининг атоми *α зарраларнинг хоссалари*: Заряд мусбат икки электрон зарядига тенг $q_\alpha = 2|e|$, массаси электрон массасидан тахминан 8000 марта катта, $m=8000 m_e$ радий чиқариш вақтидаги ҳаракат тезлиги ушбу қийматга тенг бўлади:

$$v_\alpha = 20000 \text{ км/с.}$$



Диққат қилинг!

Атом физикасида заряд электрон заряди орқали ифодаланади:

$$1e = -1,67 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

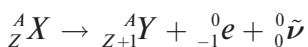
Масса м.а.б.-да – массанин атом бирлигида аниқланади:

$$1 \text{ м.а.б.} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$



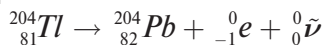
Муҳим ахборот

Атом ядросининг масса сони ядрогаги протонлар ва нейтронларнинг йиғиндисига тенг. Масса сони массанин атом бирлигида ифодаланган изотопнинг атом массасига яқин, бирак фақат 12 углерод учун мос келади. Бошқа элементлар учун атом масса бутун сон бўлиб ҳисобланмайди.



бу ерда ${}^0_0 \tilde{\nu}$ – антинейтрино, заряди ва тинчлик-даги массага эга эмас, энергияга эга.

Масалан: таллийнинг β -емирилишида қўрғошин пайдо бўлади:



α ва β -емирилишида электр заряднинг ва масса сонининг сақланиш қонунлари бажарилади.

Радиоактивлик турли зарралар бўлиниб, ядроларнинг ўз-ўзидан бошқа ядроларга айланишидир.



6-топшириқ

Радиоактив емирилиш учун электр зарядининг ва масса сонининг сақланиш 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. ${}^8_3 Li$ бирга β -емирилиш ва битти α -емирилишдан кейин қандай элемент ҳосил бўлади?
2. ${}^{211}_{83} Bi$ химиявий элементнинг ядроси бошқа ядронинг кетма-кет α -ва β -емирилишларидан кейин пайдо бўлган. У қандай ядро?

🏠 Машқ

35

1. ${}^{239}_{92} U$ иккита β -емирилиш ва бир α -емирилишдан кейин қандай элемент ҳосил бўлади?
2. ${}^{216}_{84} Po$ 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 организмга таъсири мавзуларида ахборот тайёрланг.
3. Ядронинг радиоактив емирилиш вақтида қандай қонунлар бажарилади?

36-§. Резерфорд тажрибаси. Атом тузилиши

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- Резерфорднинг альфа зарраларнинг сочилиши бўйича тажрибасини таърифлай оласиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун олимлар атом ядроси атрофида ҳаракатланадиган электронлар β -нурланишни ҳосил қила олмайди деган фикрга келишди?
2. Нима учун ядро зичлигига эга бўлган моддалар кичик ҳажмларда катта массага эга?



Диққат қилинг

Темир ядросининг зичлиги тахминан $3,2 \cdot 10^{18}$ кг/м³.
Темирнинг зичлиги 7800 кг/м³.



а) олтин фольга йўқ бўлган вақтдаги экрандаги чақнашлар

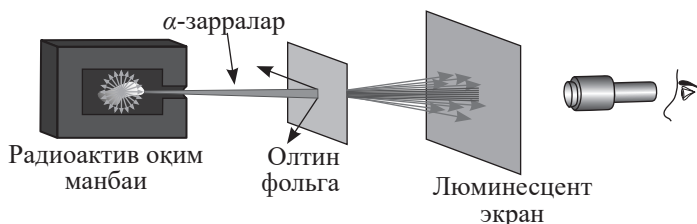


б) олтин фольгадан α -зарралар ўтгандан кейинги экрандаги чақнашлар

215-расм

I Резерфорд тажрибаси

Радиоактивликнинг кашф этилиши атом тузилишини бундан буён ўрганишга имкон берди. Мусбат зарядга эга бўлган α -зарралар оқимини олимлар атомларни бомбардимон фойдаландилар. 1911 йили Э. Резерфорд α -зарраларнинг олтин фольгадан ўтишини текширди. Тажрибанинг схемаси 214-расмда кўрсатилган. Радий тор тирқишли эга бўлган кўғошин идишга жойлаштирилди. Зарралар оқими олтин фольгада ёйилгандан кейин рух сульфиди билан қопланган экранга тушди.



214-расм. Резерфорд тажрибасининг схемаси

Олтин фольга бўлмаган ҳолда экранда α зарралар таъсирида чакнашлардан ташкил топган ёруғ доғ пайдо бўлади (215 а)-расм). Йўлига олтин фольгани жойлаштирганда доғ катталашиб, унинг атрофида алоҳида чакнашлар кузатилди. (215 б)-расм). α -зарраларнинг бирор баъзи миқдори 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 α -зарраларининг бироз миқдори тескари йўналишга қайтади. Шундай қилиб, Резерфорд атомнинг марказида жойлашган ва мусбат зарядланган атомнинг ядроси деган тушунчани киритди. Ядро атрофида электронлар сайёралар 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 натижа 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 айлана чизар эди. Планетар модель табиатдаги кўпгина ҳодисаларини тушунтирди, масалан: жисмларнинг электрланиши, металлларнинг яхши ўтказгич эканлигини, бироқ у атомнинг барқорорлигини тушунтира олмади. Электронлар ҳаракатда бўлиб, энергия чиқариб, жуда қисқа вақт оралиғида ядрога қулаши керак. Резерфорднинг атом модели спектрида қатъий равишда аниқланган частоталарнинг нурланиши содир бўладиган разрядланган газларнинг нурланишини тушунтира олмади.

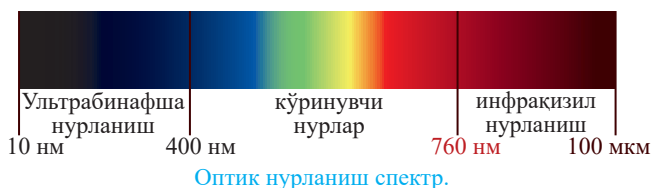
III Нурланиш спектрлари

Сийраклаштирилган газ билан тўлдирилган газ разрядловчи найнинг нурланиш спекрини кузатиш учун нурланишни уч қиррали 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 йўлак ёки чизиқ.

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

1. Нима учун атомнинг мусбат зарядининг барчасини Резерфорд марказга жойлаштирди?
2. α -зарраларнинг сочилиши тажрибасида Резерфорд нима учун олтин фольгадан фойдаланди?
3. Нима α -зарраларнинг кўп қисми Резерфорд тажрибасида йўналишини ўзгартирмади?



Муҳим ахборот

Лотинча spectrum – тасвир. Физикада спектр – бирор физик катталиқнинг барча қийматлари тўплами.



Жавобини айтинг

Нима учун оқ ранени ташкил этувчиларга ажратган тасвирни спектр деб атаймиз?



1-топшириқ

Литий ва кислород атомини Э.Резерфорд таклиф қилган моделга мос тасвирланг.



Жавобини айтинг

1. Сиз тасвирлаган моделни қўллаш орқали қандай ҳодисалар осон тушунтирилади?
2. Э.Резерфорд таклиф қилган атом модели мукамал бўлидими?

Кўринувчан нурланишнинг барча частоталари мавжуд бўлган спектр узлуксиз ёки туташ спектр дейилади. Куёш нурунинг спектрига қараганда разрядланган сийраклаштирилган газ спектрида экранда қора чизиклар олоҳида чизиклар билан ажратилган (217-расм). Турли газларнинг спектри чизиклар сони ва уларнинг ранги ва фарқланади.

Маълум қийматларидаги частоталарнинг нурланиши мавжуд спектр чизикли спектр деб аталади.



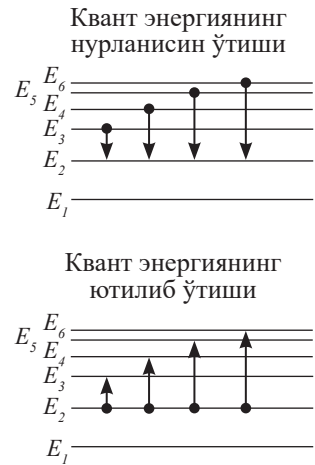
217-расм. Сийраклаштирилган газлар: гелийнинг; водороднинг; аргоннинг; криптоннинг; неоннинг чизикли спектрлари

Узлуксиз спектрларни қаттиқ ёки суяқ ҳолатда бўлган жисмлар ва сиқилган газ беради. Чизикли спектрлар барча моддаларни газсимон туридаги атом ҳолатдаги барча моддалар чизикли спектрни беради.

IV Борнинг квант постулатлари

1913 йили дания физиги Нильс Бор постулатлар 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 махсус стационар ёки тинч ҳолатда бўла олади; стационар ҳолатда атом нур чиқармайди (218-расм).



218-расм. Атомлар стационар ҳолатларининг энергетик сатҳлари

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 айирмасига тенг: $h\nu_{kn} = E_k - E_n$.

Нурланиш частотаси қўйидагиги тенг:

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} \quad (1)$$

Электрон фотон энергиясини ютганда паст энергияли ҳолатдан юқори энергияли ҳолатга ўтади. Нурланишида, аксинча, юқори энергияли ҳолатдан паст энергияли ҳолатга ўтади.

V. Нур чиқариш ва ютилишини Бор постулатлари нуқтаи назаридан кўриб чиқиш

Бор постулатлари ва унинг стационар орбитал атом модели ёруғликнинг ютилиш ва чиқариш спектрини тушунтира олади. 219-расмда водород атомининг энергетик сатҳлар қатори тасвирланган, шу сатҳларда электрон жойлаша олади. Электрон юқориги сатҳдан пастки сатҳга ўтганда энергия чиқаради. Нурланиш частотаси шу сатҳлар электронлари энергияси айирмаси билан аниқланади (1-формула). Юқоридаги тўрттинчи сатҳдан иккинчи сатҳга ўтишни швеция олими, водороднинг кўринувчи спектрининг биринчи 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 сатҳларга ўтиш кузатилмади.



219-расм. Борнинг водород атомининг модели

Текшириш саволлари

1. Резерфорд атомининг модели қандай?
2. Қандай спектр туташ, қандай спектр чизикли деб аталади?
3. Ютилиш спектри нима? Бор постулатларининг маҳияти нимада?

★ Машқ

36

1. Водород атомида электронлар тўртинчи стационар орбитадан иккинчисига ўтганда энергияси $4,04 \cdot 10^{-19}$ Дж бўлган фотонлар нурланади (водород спектрининг яшил йўлаги). Спектрнинг шу йўлининг тўлқин узунлигини топинг.
2. Кислороднинг ионланиши учун 14 эВ миқдорда энергия зарур. Ионланишни ҳосил қиладиган нурланиш спектрини топинг.

🏠 Машқ

36

1. Симоб буғи электронлар билан нурланганда симоб атомининг энергияси 4,9 эВ ортди. Симоб атомининг ўйғонмаган 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 хулосаси

Стефан-Больцман қонуни	Фотон энергиясини ҳисоблаш формулалари	Фотоэффект учун Эйнштейн формуласи
$R = \sigma \cdot T^4$	$E_\phi = h\nu$ $E_\phi = \frac{hc}{\lambda}$	$E_\phi = A_{\text{чиқиши}} + E_k$ $A_{\text{чиқиши}} = h\nu_{\text{мин}}; A_{\text{чиқиши}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{макс}}}$ $E_k = \frac{mv^2}{2}; \frac{mv^2}{2} = eU_T$
Тормозлаш рентген нурларини ҳисоблаш формулалари	Атомларнинг нурланиш частотаси	Фотоэффектнинг қизил чегараси
$\frac{m_e v^2}{2} = h\nu \quad \nu = \frac{eU}{h}$	$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$	$\nu_{\text{мин}} = \frac{A_{\text{чиқиши}}}{h}; \nu_{\text{мин}} = \frac{c}{\lambda_{\text{макс}}}$

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 юқори E_n энергетик стационар ҳолатдан куйи 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 ёруғлининг.

Чизикли спектр – частотанинг нурланиши маълум бир қийматларидагина 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 электровакуумли трубка.

Спектр – кўринувчи нурларнинг дисперциясида пайдо бўладиган турли рангли чизиклар.

Ютилиш спектри – ютилган нур частотасига мос келадиган узлуксиз чизик юзидаги қора чизиклар.

Спектрал анализ – модда таркибини спектри бўйича аниқлаш усули.

Иссиқликдан нурланиш – қиздирилган жисмнинг нур чиқариши.

Фотон – бир квант энергияга эга электромагнит нурланишнинг элементар зарраси.

Фотоэффект – ёруғлик таъсирдан моддадан электронларнинг ажралиб чиқиш ҳодисаси.

Фотоэлемент – тушган ёруғлик таъсирдан электр токи пайдо бўладиган қурилма.

АТОМ ЯДРОСИ

Физикада атом ядросининг кашф этилиши билан янги «Ядро физикаси» йўналиши пайдо бўлди.

Ядро физикаси ядронинг тузилиши, ядро зарраларининг ўзаро таъсир кучини, ядро реакция натижасида бир атом ядроларининг бошқа атом ядроларига ўзаро айланишини ўрганади. «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 тенликни ечишда қўллашни;
- радиоактив парчаланиш эҳтимолли 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 ўзаро таъсирлар, ядровий кучлар. Масса дефекти, атом ядросининг боғланиш энегияси

Кутиладиган натижа:

Ушбу мавзуни ўзлаштиришда:

- ядровий кучлар, хоссаларини тавсифлашни, атом ядросининг масса дефектини аниқлашни, атом ядросининг боғланиш энегияси формуласини масалалар ечишда қўллашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Атомдаги электронлар сони нима учун протонлар сонига тенг?
2. Ядродаги нуклонларни ушлаб турган кучлар гравитация ёки электромагнит кучлар бўла олмаслигининг сабаби нимада?
3. Менделеев жадвалида қандай масса кўрсатилган?



Бу қизиқ!

Нейтрон беқарор зарра. Эркин ҳолатда у ўз-ўзидан протонга, электронга, антинейтринога бўлинади. Нейтрино (антинейтрино) юқори қирувчанлик қобилиятига 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 учиб ўтади ва бу фақат Куёшдан 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 бамбордимон қилиш натижасида топилган. 1919 йили Э.Резерфорд аввало, азот ядросини бамбордимон қилиб, кислород ва водород ядросини олди. Водород ядроси «протон» деган номга эга бўлди. У юнон тилида «биринчи» деган маънони англатади. Резерфорд протон водород ядросини ҳосил қилган ягона зарра эканини таъкидлади. Протон 1_1p билан белгиланди, чунки унинг заряди модули бўйича электрон зарядига масса сони бирликка тенг. Э.Резерфорднинг шогирди инглиз физиги Жеймс Чедвик 1932 йилда берилийни α -зарралар билан бамбордимон қилди. Ўтказилган тажриба натижасида γ -нурларнинг қирувчанлик қобилиятидан ҳам юқори бўлган, ҳатто 10–20 см қалинликдаги қўрғашин пластинадан ўта оладиган кучли сингувчан нур олинди. Шу олинган нурнинг хоссаларини текшириб Д.Чедвик бундай хулосага келди: олинган нур зарядига эга эмас, массаси протон массасидан озгина катта бўлган зарралар оқими. Бу зарраларни нейтронлар деб номлаб ва 1_0n каби белгилади.

II Ядро таркиби

Нейтроннинг кашф этилиши дан кейин рус физиги Дмитрий Дмитриевич Иваненко ва немис олими Вернер Карл Гейзенберг 1932 йилда бири-бирдан мустақил ядронинг протон-нейтрон моделини таклиф қилди. Таклиф қилинган модель бўйича ядродаги протонлар сони унинг электрон қобилиятидаги электронлар 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 $m_p = 1836,1m_e$, нейтрон массаси $m_n = 1838,6m_e$. 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: ${}^{15}_8\text{O}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{15}_8\text{O}$ кислороддаги нейтронлар сони 7 га тенг, ${}^{16}_8\text{O}$ кислородда 8 га тенг, ${}^{17}_8\text{O}$ кислородда нейтронлар сони 9.

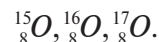
III Ядровий кучлар ва уларнинг хоссалари

Бизга маълум бўлган кучлар бўйича ядроларнинг барқарорлигини тушунтириш мумкин эмас. Табиатига кўра гравитация кучлари протонлар ва нейтронлар орасидаги таъсирлашишда муҳим аҳамиятга эга эмас. Электромагнит кучлар протонларни бир-биридан узоқлаштиради, нейтронлар зарядига эга бўлмаганлига учун ўзаро таъсирлашмайди. 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-топшириқ

Қуйидаги кимёвий элементнинг ядросини тасвирланг:



Д.Д.Иваненко ва В.К.Гейзенберг таклиф қилган ядро моделини қўлланг.



2-топшириқ

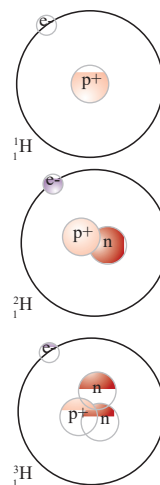
«Изотоп» сўзининг чиқиш тарихин тушунтиринг.



Эсда сақланг!

Ҳар бир кимёвий элементнинг изотопи бор, ўларнинг ичидаги энг энгили – водород изотопи ушбу номлар билан номланди:

${}^1_1\text{H}$ – протий,
 ${}^2_1\text{H}({}^2\text{D})$ – дейтерий,
 ${}^3_1\text{H}({}^3\text{T})$ – тритий
 (220-расм).



220-расм. Водород изотопларининг моделлари

Ядро кучлари бундай хоссаларга эга:

1. *Ядровий кучлар – қисқа таъсир кучлар.* Улар фақат ядронинг ичидагина, 10^{-14} – 10^{-15} м чега-расида таъсир қилади.
2. *Ядровий кучлар зарядларга боғлиқ эмас.* Зарядланган протонлар каби, зарядланмаган нейтронлар ҳам ядровий кучлар билан ўзаро таъсир-лашади.
3. *Ядровий кучлар тўйиниш хоссаларига эга.* Уларнинг таъсирлашуви фақат қўшни зарраларни тортиш билан чекланади.

Ядровий кучлар – ядро нуклонларни ушлайдиган кучлар.

IV Масса дефекти

Ядроларнинг массасини ўлчаш уларнинг мас-саси алоҳида олинган нуклонлар массасининг йиғиндисидан кам эканлигини билдиради. Бу фарқ *масса дефекти* деб аталади:

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_y \quad (2)$$

бу ерда ΔM – массалар дефекти, Z – протонлар сони, m_p – протоннинг массаси, N – нейтронлар сони, m_n – нейтроннинг массаси, M_y – ядро массаси.

Массалар дефекти – нуклонларнинг тинч ҳолатдаги массаларининг йиғиндиси билан ядронинг массасининг айирмаси-дан иборат.

Ядро массасини аниқлашда атом массасидан барча электронлар массаси олиб ташланади:

$$M_y = M_{am} - Zm_e$$

бу ерда M_{am} – атомнинг массаси, m_e – электрон массаси.

Атом ва ядро физикасида ядронинг, атомлар ва нуклонларнинг массалари массанинг атом бирлиги билан аниқланади.

Массанинг атом бирлиги ${}^{12}_6\text{C}$ углерод зарра-сининг $\frac{1}{12}$ массасига тенг.



Ёдга туширинг!

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с.}$$

$$c^2 = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{М}^2}{\text{с}^2}.$$



Эсда сақланг!

Ядро физикасида зарралар массаси массанинг атом бирлигида 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 элект-рон-вольт билан аниқла-нади: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Одатта у Мега қўшимчаси билан ишлатилади:

$$1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ.}$$

МэВ – ХБТ-нинг энергия-нинг 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 мумкинлигини исботланг:

$$\Delta M = ZM({}_1^1\text{H}) + Nm_n - M_{am}.$$

№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 қанча энергия ажралиб чиққан бўлса, шунча энергия зарур бўлади.

Бу энергия *боғланиш 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 Солиштира боғланиш энергияси

Солиштира боғланиш энергияси боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига нисбати билан аниқланади:

$$E_{\text{сол}} = \frac{E_{\text{боғл}}}{A}.$$



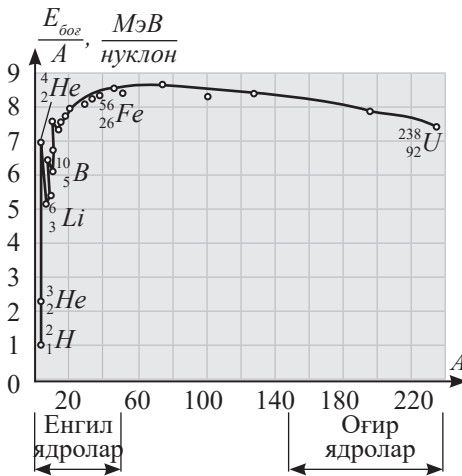
Эсда сақланг!

Солиштира боғланиш энергиясининг ўлчов бирлиги: $[E_{\text{сол}}] = 1 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}.$

Солиштира боғланиш энергияси – бир нуклонга тўғри келадиган боғланиш энергияси.

Янгидан тузилган ядронинг солиштира боғланиш энергиясининг қиймати бўйича ядровий реакция натижасида энергия ажралишини ёки ютилишини осонгина аниқлаш мумкин.

Агар янгидан тузилган ядронинг солиштира боғланиш энергияси бошланғич қийматидан юқори бўлса, у ҳолда энергия ажралади, агар паст бўлса, у ҳолда ютилади. 221-расмда солиштира боғланишнинг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқлиги графиги берилган. Диаграммадан бундай хулоса чиқариш мумкин: оғир ядроларнинг бўлиниши ва енгил ядроларнинг қўшилишида ядро реакцияларида энергия ажралади.



221-расм. Солиштирма боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқли графиги



4-топширик

Солиштирма боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқли графигини қўлланиб, 80 нуклондан ва 200 та нуклондан иборат ядроларнинг боғланиш энергияларини аниқланг. Қандай ядро барқарор бўлади?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

$^{17}_8\text{O}$ Кислород ядроси нуклонларининг солиштирма боғланиш энергиясини топинг.

Берилган:

$$M(^{17}_8\text{O}) = 16,99913 \text{ м.а.б.}$$

$$M(^1_1\text{H}) = 1,00783 \text{ м.а.б.}$$

$$m(^1_0\text{n}) = 1,00866 \text{ м.а.б.}$$

$$\Delta M = ? \quad E_{\text{боғ}} = ? \quad E_{\text{солиш}} = ?$$

Ечилиши:

$^{17}_8\text{O}$ 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:

$$\Delta M = ZM(^1_1\text{H}) + Nm_n - M(^{17}_8\text{O}), \text{ бунда } M(^1_1\text{H}) - \text{водород атомининг массаси.}$$

$$\Delta M = (8 \cdot 1,00783 \text{ м.а.б.} + 9 \cdot 1,00866 \text{ м.а.б.}) - 16,99913 \text{ м.а.б.} = (8,06264 + 9,07794) - 16,99913 = 0,14145 \text{ м.а.б.}$$

Эйнштейн формуласи бўйича ядродаги нуклонларнинг боғланиш энергиясини аниқлаймиз: $E_{\text{боғ}} = \Delta M \cdot 931,5 \text{ МэВ}$.

$$E_{\text{боғ}} = 0,14145 \text{ м.а.б.} \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{м.а.б.}} = 131,76 \text{ МэВ.}$$

Ядродаги ҳар бир нуклонга бундай энергия миқдори тўғри келади:

$$E_{\text{солиш}} = \frac{E_{\text{боғ}}}{A}.$$

$$E_{\text{солиш}} = \frac{131,76 \text{ МэВ}}{17 \text{ нуклон}} = 7,75 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}.$$

Жавоби: $\Delta M = 0,14145 \text{ м.а.б.}; E_{\text{боғ}} = 131,76 \text{ МэВ}; 7,75 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}.$

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? Солиштирма боғланиш энергияси нима?

★ Машқ

37

1. Натрий ${}_{11}^{23}Na$, фтор ${}_{9}^{19}F$, қумуш ${}_{47}^{107}Ag$, кюри ${}_{96}^{247}Cm$, менделевий ${}_{101}^{257}Md$ ядроларининг таркиби қандай?
2. Дейтерий ${}_{2}^{2}H$ масса деффеқтини, боғланиш энергиясини, солиштирма боғланиш энергиясини ҳисобланг.
3. Натрий атоми 23 ядросининг моделини тасвирланг.

🏠 Машқ

37

1. Неоннинг ва ${}_{10}^{20}Ne$, ${}_{10}^{21}Ne$, ва ${}_{10}^{22}Ne$ изотопларининг таркиби қандай?
2. Алюминий ядросининг ${}_{13}^{27}Al$ боғланиш энергиясини топинг.
3. Азотнинг 14 солиштирма боғланиш энергиясини аниқланг.
4. 140 нуклондан ташкил топган атомнинг боғланиш энергияси 200 нуклондан ташкил топган атомнинг боғланиш энергиясидан неча фоиз ортиқ? Масалани ҳисоблаш учун солиштирма боғланиш энергиясининг ядродаги нуклонлар сонига боғлиқли графигидан фойдаланинг (221-расм).

Ижодий топшириқ

«Ядрон тузилишини ўрганган олимлар» мавзусида ахборот тайёрланг.

38-§. Ядро реакциялари. Радиоактив емирилиш қонуни

Кутиладиган натижа

Ушбу маевзуну ўзлаштирганда:

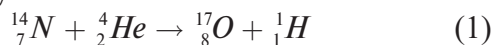
- заряд ва масса сонининг сақланиш қонунини ядровий реакция тенгламаларини ечишда қўллашни;
- радиоактив емирилишнинг эҳтимоллик тавсифини тушунтиришни;
- радиоактив емирилиш қонунларидан масалалар ечишда фойдаланишни ўрганасиз.

I Ядро реакциялари

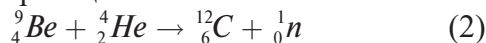
Биз биламизки, Э.Резерфорд азотни α -зарралар билан бомбардимон қилиш натижасида протонни олган. Кузатилган ҳодиса ядровий реакция деб аталган.

Ядро реакциялари – атом ядроларининг бошқа элементар зарралар билан ёки бири бири билан ўзаро таъсирида ўзгаришидир.

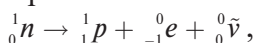
Ядровий реакциянинг ёзилиши кимёвий реакциянинг ёзилишига ўхшаш. Резерфорд бажарган реакцияни кимё элементларнинг умумий белгиланишини қўллаб ёзамиз:



Нейтронларни топиш бўйича Д.Чедвик ўтказган ядро реакциясининг ёзилиши:



Нейтроннинг эркин ҳолатда яшаш вақти 15 минутни ташкил қилади, кейин у ўз-ўзидан протонга, электронга ва антинейтринога парчаланади:



бу ерда 1_1p – протон;

${}^0_{-1}e$ – электрон;

${}^0_0\bar{\nu}$ – электронли антинейтрино.

Кўп тажрибалар барча ядро реакцияларида электр зарядининг ва масса сонининг сақланиш қонунлари бажарилишини кўрсатади.

Ядроларнинг умумий электр заряди ва реакцияга киришадиган элементар зарраларнинг йиғиндиси реакция маҳсулотларининг умумий электр зарядига тенг.

Реакцияда иштирон этадиган ядро ва элементар зарраларнинг йиғиндиси масса сони барқорор бўлиб қолаверади.

II Радиоактив емирилиш қонуни

1902 йилда Э.Резерфорд ва инглиз кимёгари Ф.Содди радиоактив емирилиш қонунини кашф қилди. Улар радиоактив элементларнинг

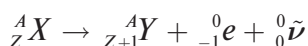
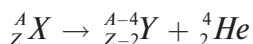


Жавобини айтинг

1. Археологик қазилмаларнинг ёши қандай аниқланади?
2. Ернинг ёши қандай аниқланган?
3. «Узоқлашиш соҳаси» жумласининг маъносини тушунтиринг.



Ёдга тушинг!



α ва β -емирилишида электр заряди ва масса сонининг сақланиш қонунлари бажарилади. Кимёвий элементнинг белгиланиши A_ZX ,
A – масса сони;
Z – ядро заряди;
X – кимёвий элемент.

нурланиш фаоллиги вақт ўтиши билан қатъий аниқланган тарзда камайишини аниқладилар. Ҳар бир радиоактив элемент учун фаоллини икки марта камайдиган вақт оралиғини 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 қўйидагига 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 айирмасини топиш керак:

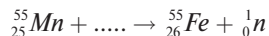
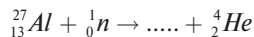
$$\Delta N = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

Радиоактив емирилиш қонуни статистик тавсифга эга. У ядроларининг сони қўп бўлган кимёвий элементлар учун бажарилади.



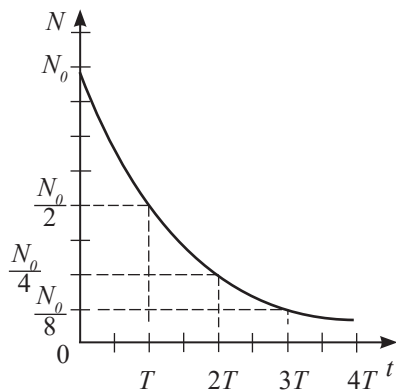
1-топшириқ

Заряд ва масса сонининг сақланиш қонуни асосида реакцияларда етишмайди-ган элементни ёзинг:



Диққат қилинг!

α ва β -емирилиш – бир ядроларнинг ўз-ўзидан бошқа ядролар билан ўзаро таъсирлашмай бошқаларига алмашиши. Ядро реакцияси – ядролар билан зарраларнинг ўзаро таъсири.



222-расм. Емирилмаган ядролар сонининг вақтга боғлиқлиги



2-топшириқ

Емирилган зарраларнинг сони 4 ярим емирилиш даврига тенг вақт ўтганда неча мартага камаяди?



Жавобини айтинг?

Нима учун радиоактив нурланиш қонуни кичик ҳажмдаги ядролар учун бажарилмайди?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. 3 саотнинг ичида радиоактив ядролари 32 марта камаядиган кимёвий элементнинг ярим емирилиш даврини топинг.

Берилган:

$$\frac{N_0}{N} = 32$$

$$t = 3 \text{ саот}$$

$$T = ?$$

Ечилиши:

Радиоактив емирилиш қонунини ёзамиз: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$;

$$\frac{N_0}{N} = 2^{\frac{t}{T}}.$$

32 ни 2^5 кўринишида ёзиб, олинган тенгламага кўямиз: $2^5 = 2^{\frac{t}{T}}$.

Кўрсаткичли функцияларнинг асоси бир хил, демак, кўрсаткич тенг: $\frac{t}{T} = 5$.

Бунда: $T = \frac{t}{5}$;

$$T = \frac{3 \text{ саг}}{5} = 0,6 \text{ саг} = 36 \text{ мин}.$$

Жавоби: 36 мин.

Текшириш саволлари

1. Ядро реакцияси нима?
2. Ядронинг радиоактив емирилашида қандай қонунлар бажарилади?
2. Ярм емирилиш даври деб нимага айтилади?

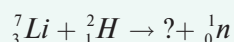
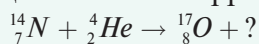


Машқ

38

1. ${}_{11}^5\text{B}$ Борни α -зарралар билан бомбардимон қилгандаги ва нейтронларни уриб чиқариши билан бирга содир бўладиган ядро реакциясини ёзинг.

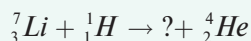
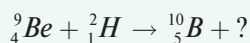
- Резерфорд элементини плутонийни ${}_{94}^{242}\text{Pu}$ неон ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ ядролари билан бомбардимон қилиш натижасида олинган. Натижада тўртта нейтрон пайдо бўлиши маълум бўлган ҳол учун реакцияни ёзинг.
- 14 углероддаги радиоактив ядронинг сони 8 марта камайган бўлса тошқўмир конининг ёшини аниқланг.
- Ядро реакцияларнинг қолиб кетган зарраларини ёзинг:



Машқ

38

- Бор изотопини ${}_{5}^{10}\text{B}$ 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 қилса, унинг сони 9 млрд йилдан сўнг неча марта камайди?
- 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. Ядровий занжир реакциялар. Ядро реактори

Кутиладиган натижа

Ушбу маевзунни ўзлаштирганда:

- Ядровий занжир реакциянинг юриш шартларини тавсифлашни; ядро реакторининг ишлаш принципини тавсифлашни ўрганасиз.



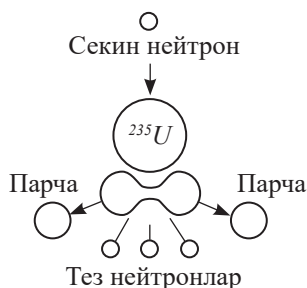
Жавобини айтинг

1. Нима учун АЭС қуриш Қозоғистон учун муҳим масала бўлиб қолди?
2. Нима учун оғир ядроларнинг бўлиниши энергетик жиҳатдан фойдали?



1-топширик

1 г ураннынг бўлиниши натижасида 3 тонна кўмиркаби энергия ажралаб чиқишини исботланг.



223-расм. Оғир ядронинг бўлиниши механизми



Жавобини айтинг

Уран 238-дан плутонийни олиш зарурлигини нима учун керак?

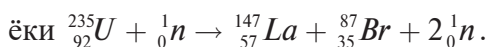
I Оғир ядроларнинг бўлиниши

Оғир ядроларни бўлиш механизми Менделеев жадвалининг ўртасида жойлашган ядроларга қараганда даврий тизимнинг охириги катаклариди 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 кўмир билан бир хил энергия миқдорини ажратади.

1938 йили немис олимлари Отто Ган ва Фриц Штрассман уран ${}_{92}^{235}\text{U}$ 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 таъсирли ядро кучлари суюқ молекулаларининг ўзаро таъсирлашувчи кучларига ўхшаш бўлади. Ураннынг ядроси ${}_{92}^{235}\text{U}$ нейтронни сингдириб олиб, уйғонган ҳолатга тушиб чўзинчоқ (сўпок) шаклга келади. Бундаги кулон итариш кучлари ядровий кучлардан кучлироқ бўлади. Ядро икки бўлакка бўлинади ва кулон куч таъсирида майда парчалар катта тезланиш билан ҳар томонга учди (223-расм).

Оғир ядроларнинг бўлиниши натижасида иккита парча пайдо бўлиб, янгидан пайдо бўлган ядро таркибига кирмайдиган 2–3 «ортик» нейтрон чиқаради:



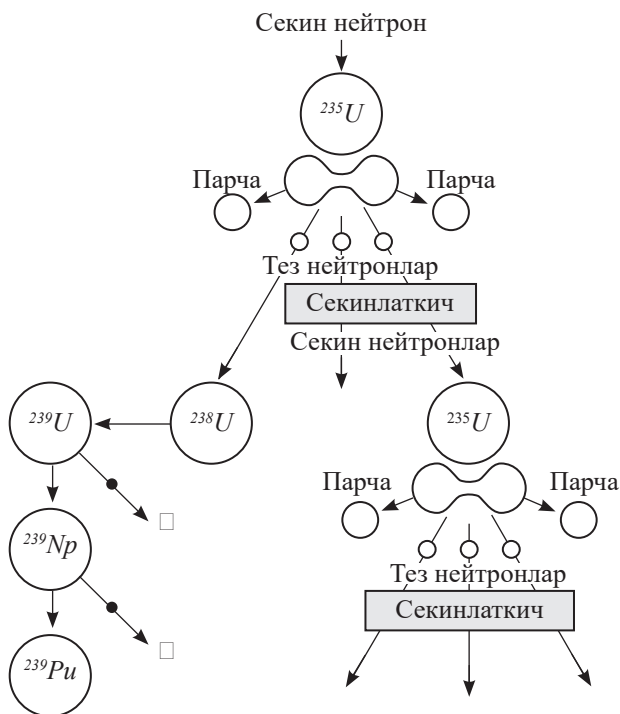
Ядро реакциялар натижасида масса сони ва заряднинг сақланиш қонунлари бажарилади.

II Ядровий занжир реакция

Уран ядросининг бўлиниши натижасида бўшаб қолган нейтронлар кўшни ядроларнинг бўлинишига шароит яратади. Бунда бўлинадиган ядролар сони ортиб, кўчки занжир реакцияси амалга ошади (224-расм).

Ядровий занжир реакция – маълум бир ядро реакцияси навбатдаги худди шундай реакция ҳосил қилади.

Табиатда учрайдиган элементлар орасида секин нейтронлар орқали заржир реакциянинг амалга ошиши учун фақат $^{235}_{92}\text{U}$ керак.



224-расм. Уран бўлинишининг занжир реакцияси

$^{238}_{92}\text{U}$ ядроларини бўлиш учун энергияси 1 МэВ атрофидаги тез нейтронлар керак, уларнинг



Жавобини айтинг

1. Нима учун $^{238}_{92}\text{U}$ ни саф ҳолда ядро ёқилғи сифатида қўллаш мумкин эмас?
2. Қўпайиш коэффициентини 1 дан кам бўлганда нима учун занжир реакция тўхтайдими?
3. Нима учун секинлаткич ва қайтаргичлар ядро ёқилғини критик массасини камайтиришга имкон беради?



2-топширик

224-расмга қараб, уран 238-дан плутон оладиган ядровий кўпайиш реакторининг ҳаракатини тушунтиринг.



Бу қизиқ!

ҚР снинг 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 натижа-сида тахминан 60% тез нейтронлар ва 40% секин нейтронлар бўлинади.

III Кўпайиш коэффициенти. Критик масса

Занжир реакциясининг ўтиши нейтронларнинг кўпайиш коэффициентига боғлиқ.

Нейтронларнинг кўпайиш коэффициенти деб бирор «авлод» нейтронлар сонининг олдинги «авлод» нейтронлар сонига нисбатига айтилади.

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 миқдорда бўлишидан иборат. Оз миқдорда бўлса, нейтронлар атроф-муҳитга тарқалиб, ядро билан тўқнашмаслиги ҳам мумкин.

Занжир реакция юриши мумкин бўлган зарранинг энг кичик массаси критик масса деб аталади.

235-ураннинг 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 раҳбарлигида 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



Диққат қилинг!

Европа мамлакатларида электр энергияси асосан АЭС-ларида олинади.



Бу қизиқ!

Манғистау вилоятини 2030 йилгача энергия билан таъминлаш этиш учун қуввати тахминан 900 МВт янги йирик энергия манбаини киритиш керак. Янги типдаги ВБЭР-300 проекти энержоблоклари бор атом реакторини қуриш учун 2006 йили «Байтерак» Қозоғистон – Россия бирлашган ишлаб чиқариш акционерлик жамияти ташкил қилинди. ВБЭР-300 проекти синовдан ўтказилган ва Россия сув ости кемаларида фойдаланилишини реакторларнинг асосида ясалган. У энг юқорги хавфсизлик даражасига ВБЭР-300 АЭС ишини экономли ва хавфсиз қилади. АЭС-нинг нормаль ишлашига хавф келтирадиган шароитда станциянинг хавфсизлик тизими ишга қўшилади. Реактор ўз-ўзидан ўчади ва ишини тўхтадади.

керакли курилмалар. Ядро реакторининг сирти радиоактив нурлардан сақлайдиган қобик билан қопланади (225-расм).

Тузилиши турлича бўлган реакторларда ядро ёқилғиси сифатида $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$, $^{239}_{94}\text{Pu}$ қўлланилади. Плутонийни $^{238}_{92}\text{U}$ секин нейтронлар билан бомбардимон қилиш орқали олинади. Бу ядровий реакторларнинг ўзида пайдо бўлади. Шу секин нейтронлар таъсирида $^{239}_{94}\text{Pu}$ занжир реакция содир бўлади. Нейтронларни секинлаткич сифатида сув ва графит қўлланилади. Иссиқлик ташувчи хизматини сув ёки суяқ 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 ўзақлари батамом реакторга солинса, ядро реакцияси тўхтайд.



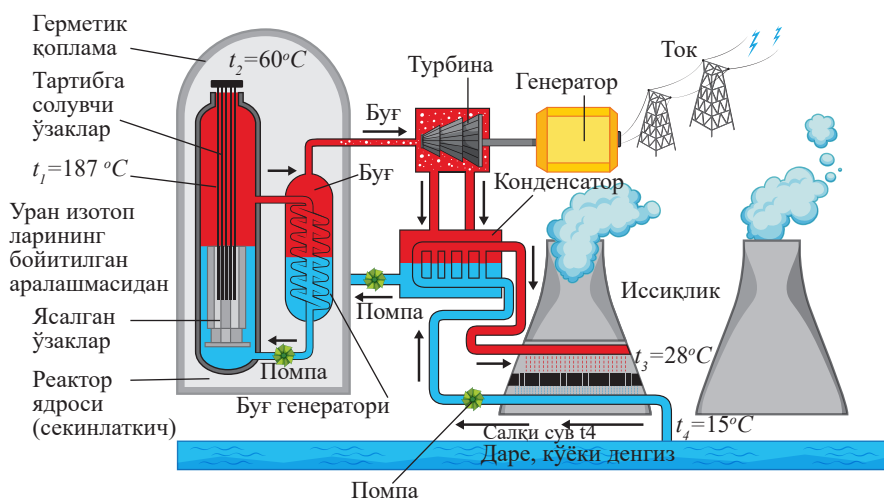
3-топшириқ

Ядро реакторининг асосий қисмларини ва уларнинг бажарадиган вазифасини ёзинг. Реакторнинг ҳар қисми учун турли материал танлаш сабабини тушунтиринг.



4-топшириқ

225-расм бўйича АЭС-сининг ишлаш принципини тушунтиринг. 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 чиққан иссиқлик энергияси турбогенераторларга юборилиб, шу ерда иссиқлик энергияси электр энергияга алмашади (225-расм). Биринчи атом электр станцияси 1954 йили Обнинск шаҳрида қурилди.

Атом электр станцияларининг афзаллиги: улар атмосферадаги кислородни фойдаланмайди, атроф-муҳитни қолдиқлар билан ифлослантирмайди. Аммо унинг яширин хавфи бўлиб, ҳар қандай ҳалокат ҳудудни 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 бошқариладиган бўлади?
5. Масса сони нима?
6. Ядровий реакторнинг асосий элементини айтинг.
7. АЭС нинг ишлаш принципи қандай?

★ Машқ

39

1. ${}_{92}^{238}\text{U}$ 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 элементни кўрсатинг: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow ? + {}_{58}^{140}\text{Ce} + 2{}_0^1\text{n}?$

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

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштиригандан:

- ядровий синтез билан ядро емирилишини таққослашни;
- радиоактив изотоплар қўлланишга мисолларини келтиришни;
- радиациядан сақланиш усулларини тавсифлашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Нима учун юлдузларда термоядровий реакциялар содир бўлади?
2. Радиоактив нурланишдан қандай сақланиш мумкин?



Топшириқ

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

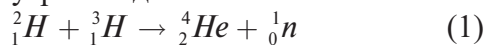
1. Нима учун енгил ядроларнинг ядровий бирикиш реакцияси ҳарорат ва босимнинг юқори қийматларидагина содир бўлади?
2. Нима учун ер шароитида термоядровий реакцияни амалга ошириш қийин бўлади?
3. Нима учун термоядровий реакцияга мўлжалланган реактор куриш самарали бўлиб саналади?

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 масофасигача 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 бирикиши 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 буёқ водород бомбаларини ишлаб чиқариш уларнинг ўта кучли портлаш қобилятига эга эканлигини кўрсатди. 1961 йили «Янги ер» архипелаги полигонида амалга оширилган мегатоннали бомбанинг

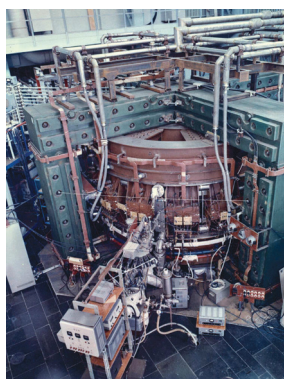
портлаши 4 км баландликча бўлган масофада бизнинг сайёрамизни уч марта ўраб чиққан зарба тўлқини вужудга келтирди.

Термоядро ёки водород бомба атомдан бошланади, у портлаганда енгил ядроларнинг синтезлаш реакциясининг бошланишига етарли босим ва ҳарорат шаклланади. 10^{-6} с вақт атрофида ҳўзилган атом бомбасининг портлаши ўта қувватли термоядро бомбасининг портлашига олиб келади.

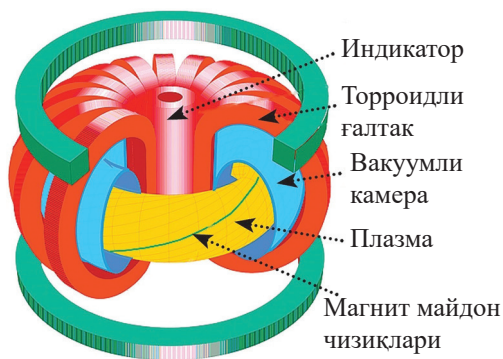
III Бошқариладиган термоядро реакциялари

Термоядро реакциясини амалга ошириш учун 10^8 К ҳароратни таъминлаш керак. Бундай ҳароратда қаттиқ ҳолатини сақлаб қоладиган моддалар Ер юзиде мавжуд эмас. Олимлар реакцияни амалга ошириш учун икки усулни таклиф қилади:

1. 1950 йили рус физиги Андрей Дмитриевич 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 таркибиде 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. Қурилиш ишларини 2007 йилдан 2019 йилга ча бўлган оралиқда Франция ҳудудида олиб бориши режаланган. Экспериментлар билан биринчи термоядро синтез реакцияси 2037 йилгача олиб бориши режаслаштирилган, 2040 йилдан бошлаб, реактор электр энергиясини ишлаб чиқарадиган бўлади.

- Термоядровий синтезлашга мўлжалланган лазер қурилмалар дастлаб 1961 йили собик 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 – ядровий 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:

- Реакциягача бўлган ядро ва зарраларнинг массасини топиш. Мисол тариқасида дейтерий ва тритийнинг (1) қўшилиш реакцияси учун бундай ёзиш мумкин:

$$m_1 = m({}_1^2H) + m({}_1^3H)$$

- Реакциядан кейинги ядро ва зарраларнинг массаларини топиш:

$$m_2 = m({}_2^4He) + m({}_0^1n)$$

- Таъсирлашгунга қадар ва кейинги ядролар массасининг ўзгаришини топиш:

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

- Эйнштейн формуласи бўйича ядро реакцияси натижасида ажралиб чиқидиган энергияни топиш:

$$E_{\text{чик}} = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ}$$

✓ Эслаб қолинг!

Ядровий реакция чиқиш энергиясини аниқлаш алгоритми:

- Реакцияга тушган ядролар массасини аниқланг.
- Реакциядан кейинги ядронинг массасини аниқланг.
- Массалар фарқини 931,5 МэВ кўчириш коэффициентига кўпайтиринг.
- Энергиянинг олинган қийматини зарур бўлганда Дж-га алмаштиринг:
1 МэВ = $1,6 \cdot 10^{-13}$ 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 иборатдир. Юқори босим ва ҳароратнинг таъсирида юлдузлар қаърида катта энергия ажралиши билан содир бўладиган термоядро реакциялари бажарилади. Куёш секунд сийин $4 \cdot 10^{26}$ Дж энергия ажратади, шу тариқа 4 млн тоннага яқин массасини йўқотади. Юлдузлардаги водород ёниб, гелий пайдо бўлади. Водород ва гелийнинг нисбати бўйича юлдуз ёшини аниқлаш мумкин. Термоядровий синтез нагжасида даврий системадаги барча элементлар пайдо бўлади.

Ҳозирги пайтда Куёш тахминан 75% водород ва 25% гелийдан таркиб топган, бошқа элементларнинг барчаси умумий массанинг 0,2% ини ташкил қилади.

V Радиоизотоплар. Радиоактив изотоплардан фойдаланиш

Табиатда учрайдиган химиявий элементларнинг изотопларининг ярим емирилиш даври узоққа чўзилади. Узоқ вақтда радиоактивлик хоссасини сақлаб туриб, улар юқори радиация фонини ташкил қилади.

Ядро реакцияларнинг ёрдами билан барча химия элементларининг катта ва кичик емирилиш даври бор изотопларини олишга бўлади.

Радиоизотоптар – кимё элементларнинг ядро реакциялари натижасида сунъий воситалар ёрдамида олинган ядроларнинг беқорлиги.

Ярим емирилиш даври қисқа радиоизотоплар, ишлаб чиқаришда, қишлоқ хўжалигида, тиббиётда, биологияда кенг қўлланилади. Ихтиёрий физик жараён ёки химия реакцияси радиоактив элемент билан юрувчи бўлса, бу жараённи кузатиш усули «*шиорали атомлар усули*» деб аталади. Радиоактивли изотопларнинг бошқа зарралар билан таъсирлашуви ва ҳаракати уларнинг радиоактивлиги бўйича назорат қилинади. Шу усул организмдаги модда алмашилиш текширилади. Одам организмдаги барча атомлар қисқа вақт ичида янгилашиб туриши аниқланган, фақат темир атоми эритроцитнинг таркибига кирганликдан ўзгармайди. Унинг инсоннинг организмдаги захира тугай бошлаганда 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

Ядровий радиация хавфли, чунки катта дозалар ҳам инсон ҳиссиётлари томонидан сезилмайди. Радиоактив нурланиш таъсирига тушмаслик учун, унга қарши химоя зарур. Радиациявий зарарланиш марказларида юришга қатъиян тақиқланади.

Радиоактив **препаратлар** билан ишлашда кўрсатмаларга риоя қилиш, махсус костюмларда ишлаш керак. Препаратни махсус контейнердан олишга бўлмайди, контейнерни қопқоғини очганда, радиация тўғри чизик бўйлаб тарқалишини эсдан чиқармаслик керак. Радиация лаборатория деворларидан акс этиши мумкинлигини ёдда тутиш керак. Радиоактив чиқиндиларни канализация тизимига тушириш мумкин эмас.

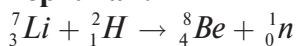
Бу қизиқ!

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 халқаро ҳамкорлари билан биргаликда ядро синовларини ўтказиш оқибатларини бартараф этиш муоммалари муваффақиятли ҳал этилмоқда. Барча ютуқлар ҚР МЯМ элбоши Н.А. Назарбаевнинг иштирокида ёзилган "хавфсиз ҳолатда собиқ Семипалатинск синов майдони илмий техник ва муҳандислик ишлари комплексини олиб бориш" уч нашрда акс эттирилган. А.Nazarboeva. Уч жилдли китоб 3 тилда (қозок, рус, ва инглиз) чоп этилиб, дунё кутубхоналари ва илмий ташкилотларига тарқатилди.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$ ядро реакцияси вақтида қандай энергия бўлинади?

Берилган:



$$m({}^7_3\text{Li}) = 7,01601 \text{ м.а.б.}$$

$$m({}^2_1\text{H}) = 2,01410 \text{ м.а.б.}$$

$$m({}^8_4\text{Be}) = 8,00531 \text{ м.а.б.}$$

$$m({}^1_0\text{n}) = 1,00866 \text{ м.а.б.}$$

$$E_{\text{чик}} = ?$$

Ҳисоблаш:

Реакцияга кирадиган ядроларнинг массасини

$$\text{аниқлаймиз: } m_1 = m({}^7_3\text{Li}) + m({}^2_1\text{H})$$

$$m_1 = 7,01901 \text{ м.а.б.} + 2,01410 \text{ м.а.б.} = 9,03011 \text{ м.а.б.}$$

Ядро реакция натижасида олинган ядронинг ва

$$\text{зарраларнинг массаси: } m_2 = m({}^8_4\text{Be}) + m({}^1_0\text{n}) ;$$

$$m_2 = 8,00531 \text{ м.а.б.} + 1,00866 \text{ м.а.б.} = 9,01397 \text{ м.а.б.}$$

Реакциягача ва кейинги ядролар массасининг

$$\text{фарқини топамиз: } \Delta m = m_1 - m_2;$$

$$\Delta m = 9,03011 \text{ м.а.б.} - 9,01397 \text{ м.а.б.} = 0,01614 \text{ м.а.б.}$$

Эйнштейн тенгламасини қўллаб, реакциянинг чиқиш энергиясини аниқ-

$$\text{лаймиз: } E_{\text{чик}} = \Delta \cdot 931,5 \text{ МэВ};$$

$$E_{\text{чик}} = 0,01614 \text{ м.а.б.} \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{м.а.б.}} = 15 \text{ МэВ.}$$

Жавоби: 15 МэВ.

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:
$${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$$
$${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}?$$

🏠 Машқ

40

1. Дейтерийнинг γ – нурлар билан бўлинишига керакли квантнинг γ – энг кам энергиясини топинг:
$${}^2_1\text{H} + \gamma \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$$
2. Термоядро реакция вақтида қандай энергия бўлинади:
$${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}?$$

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 хўжалигида, тиббиётда, биологияда кенг қўлланилади»
5. «Радиоактив нурланишнинг тирик организмга таъсирининг қиесий таҳлили»
6. «Семей ядро полигонидаги ядро портлаш оқибатлари»

41-§. Элементар зарралар

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуни ўзлаштирганда:

- элементар зарраларни таснифлаш (классифицировать) ни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. «Атом» сўзи қандай маънони англатади?
2. Элементар деб қандай зарраларга айтилади?
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 ғиштлари» деб атади.

Атом ва ядро ҳодисаларни тадқиқ қилиш олимларга микролам сирларини ўрганишга имкон берди. XIX асрнинг охири – XX аср бошларида радиоактивликнинг кашф 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 Антитарралар

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 зарррага позитрон деган ном берди. Кейинроқ 1933 йили олимлар Вильсон камерасида γ -квантининг модда билан таъсирлашуви натижасида позитрон-электрон жуфти ҳосил бўлишини кузатди (229-расм). Вильсон камераси – элементар зарраларнинг ҳаракати ва таъсирини текширишга мўлжалланган камера:

$$\gamma \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{+1}^0e.$$

1934 йили Ирен ва Фредерик Жолио Кюри β^+ емирилишни кашф қилди. Бундай емирилиш натижасида радиоактив ядро позитрон чиқаради, бунда ядрогаги протон нейтронга айланади:

$${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e + {}_0^0\nu,$$

бу ерда ${}_0^0\nu$ – нейтрино.

Бундай емирилишга фосфор изотопининг ядроси ${}_{15}^{30}P$ мойил: ${}_{15}^{30}P \rightarrow {}_{14}^{30}Si + {}_{+1}^0e + {}_0^0\nu.$

Позитрон электроннинг антизарраси бўлиб ҳисобланади. Зарра билан антизарра бир-бири билан таъсирлашганда энергия квантини ҳосил қилиб, йўқолади. Уларнинг ўзаро таъсирлашувида зарраларнинг йўқолиш 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 таъсирлашуви модданинг йўқолишида $E = mc^2$ энергия миқдори ажралиб чиқишига олиб келди.

III Элементар зарранинг алмашиниши

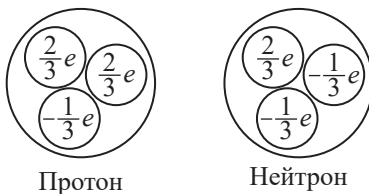
1932 йили Д.Чедвик нейтронни кашф қилиб, у зарра барқарор эмаслигини, нейтрон протонга, электронга ва антинейтринога емирилишини очди: ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\nu}$.

Нейтрон аниқ ўша заррачалардан ташкил топган деб аниқ айтиш мумкин эмас, чунки протон ўз навбатида нейтрон, позитрон ва нейтринога айланади: ${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e + {}^0_0\nu$.

Оламнинг тузилишини тадқиқ қилиш ва унинг материяси таркибини аниқлаш учун олимлар зарядланган зарраларнинг тезлаткичларини 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 ортик элементар зарралар маълум, уларнинг барчасига бир-бирига айланиш хосдир. *Барча элементар зарралар ўзаро таъсирлашганда бир-бирига айланиш хоссасига эга.*

IV Нуклонларнинг таркиби

1964 йили америкалик олимлар Мюррей Гелл-Ман ва Джордж Цвейг бир-бири мустақил равишда 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

1. Нима учун нейтрон протондан ташкил топган деб таърифлашга бўлмайди?
2. Тез ҳаракатланадиган зарраларнинг тўқнашувчи зарраларнинг массасидан ошидиган зарралар пайдо бўлади?
3. Зарралар тезлигини космик тезликка яқин тезликкача орттириш учун нима учун катта ҳажмли тезлаткич 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 хулосага келишди. Бизнинг Галактикада массаси 10^6 Қуёш массасига тенг қора туйнуклар бор. Бизнинг Галактикамизнинг массаси 10^{11} Қуёш массасига тенг. Зарраларни энг юқори энергиягача тезлата оладиган қора туйнукларнинг массаси бизнинг Галактика массаси билан солиштиришга келадиган 10^9 Қуёш массасигача етади. Олимларнинг фикрича, шундай қора туйнуклар элементар зарраларнинг тезлаткичи бўлиб ҳисобланади. Билвосита кузатишлар шуни кўрсатадики, 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 ҳодисага олимлар «Катта портлаш» деган ном берган.

Рус олими А.А. Фридман Коинот ҳозирги вақтда кенгайишда деган хулоса қилди. Эксперимент давомида кенгайишни 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 қўшилди. 10^{-35} секундда «супер куч» Коинотни субатом зарра ўлчамидан космик масштабгача оширди.



231-расм. Оламнинг ривожланиш даражаси

10^{-32} секунддан кейин элементар зарралар пайдо бўлди. 10^{-6} секундда кварклар ундан кейин протонлар ва нейтронлар пайдо бўлди.

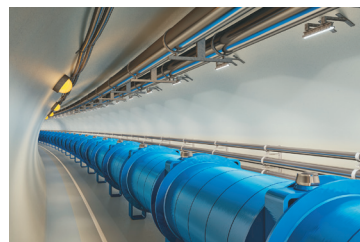
Портлашдан 200 секунд ўтгандан кейин 10^6 °C ҳароратда протонлар ва нейтронлар атом ядроларини ҳосил қилди. 20 минут ичида Коинотнинг ҳарорати шу қадар камаядики, ядроларнинг тузилиш жараёни тўхтади. Оламнинг ва ниҳоят, Коинотда энг кўп тарқалган кимёвий элементлар водород билан гелий ядролари ҳосил бўлди.

30 минг йилдан кейин Коинот 10^{30} C гача совиёди, электронлар ядролар билан бирга биринчи атомларни ҳосил қилади, Коинот ёруғлик ўтказиш қобилиятига эга бўлади.

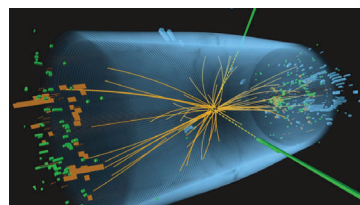
Дастлабки юлдузлар 200 млн йилдан кейин ёнган, сўнгра сунг 1 млрд йилдан кейин галактикалар деб аталган юлдузлар тўдалари пайдо бўлди. Катта портлашдан 9 млрд. йил ўтганда коинот кенгайишини тўхтатишга таъсир этадиган гравитацион кучлар «қора энергия» деб аталган Коинотнинг кенгайишини тезлаштирадиган силли кучлар антигравитация таъсиридан енгилла 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 ўтказишди (232-расм). Тезлаткич гардишининг узунлиги 27 км. Бу тезлаткичда 2008 йилдан бошлаб тез зарраларнинг таъсирлашиши 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. Адронли коллайдер

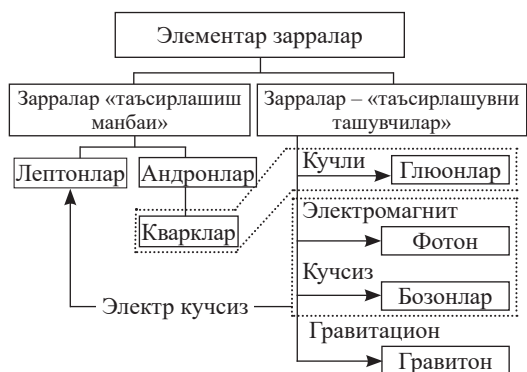


233-расм. Элементар зарраларнинг тўқнашиши



2-топшириқ

234 ва 235-расмларни кўриб чиқинг. Модда атоми (молекулалари) ташкил топган зарраларни номланг. Улар қандай зарралар билан ўзаро таъсирлашади.



234-расм. Модда билан майдоннинг зарралари

масса→ заряд→ спин→	$\approx 2.3 \text{ МэВ}/c^2$ $2/3$ $1/2$ u юкори	$\approx 1.275 \text{ ГэВ}/c^2$ $2/3$ $1/2$ c ажойиб	$\approx 173.07 \text{ ГэВ}/c^2$ $2/3$ $1/2$ t хакикий	0 0 1 g глюон	$\approx 126 \text{ ГэВ}/c^2$ 0 0 0 H Хигге бозони
Кварклар	$\approx 4.8 \text{ МэВ}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ d пастки	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ s ғалапи	$\approx 4.18 \text{ ГэВ}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ b гузаллик	0 0 1 γ фотон	Калибрий бозонлар
Лептонлар	$0.511 \text{ МэВ}/c^2$ -1 $1/2$ e электрон	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$ -1 $1/2$ μ мюон	$1.777 \text{ ГэВ}/c^2$ -1 $1/2$ τ тау	0 0 1 Z z бозони	
	$< 2.2 \text{ эВ}/c^2$ 0 $1/2$ ν_e электрон нейтрино	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$ 0 $1/2$ ν_μ мюон нейтрино	$< 15.5 \text{ МэВ}/c^2$ 0 $1/2$ ν_τ тау нейтрино	$80.4 \text{ ГэВ}/c^2$ ± 1 1 W w бозон	

235-расм. Элементар зарраларнинг стандарт модели

Текшириш саволлари

1. Элементар зарра деб қандай заррага айтилади?
2. Зарра билан антизарранинг ўхшашлиги ва фарқи нимада?
3. Зарра ва антизарра таъсирлашганда нима содир бўлади?
4. Барча элементар зарралар қандай асосий хоссаларга эга?
5. Нуклонларнинг таркиби қандай?
6. Коинот ривожланишининг асосой босқичларини айтинг.

Ижодий топшириқ

Мавзулар бўйича ахборот тайёрланг:

1. Катта адрон коллайдерининг ишлаши.
2. Элементар зарраларнинг таснифланиши.

7-бобнинг хулосаси

Масса дефектини ҳисоблаш формулалари	Боғланиш энергиясини ҳисоблаш формулалари
$A = N + Z$ $\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{я}$ $M_{я} = M_{ам} - Zm_e$ $\Delta M = ZM({}_1^1H) + Nm_n - M_{ам}$	$E_{\text{боғ}} = \Delta M \cdot c^2$ $E_{\text{боғ}} = \Delta M \cdot 931,5 \text{ МэВ}$ $E_{\text{сол}} = \frac{E_{\text{боғ}}}{A}$
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 йиғиндиси билан ядро массасининг айирмаси.

Изотоплар – протонлар сони бир хил, масса сонлари турлича бўлган ядролар.

Нейтронларнинг кўпайиш коэффициенти – қандайдир 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.

Солиштирма боғланиш энергияси – бир нуклога тўғри келадиган боғланиш энергияси.

Занжир реакцияси – бу янги ядроларни ажратиб турадиган нейтронлар доимий равишда 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-бири билан таъсирлашган вақтидаги ўзгариши.

Ядро кучлари – ядро 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 афзаллиги ва хавфлилигини баҳолашни ўрганасиз.

42-§. Физика ва астрономиянинг фалсафий маъноси

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзуну ўзлаштирганда:

- Инсонлар дунёқарашининг шаклланишига физика ва астрономиянинг ривожланишига таъсирини тушунтира оласиз.

Илмий мантиқий муносабатлар ва табиат тузилишидаги Ҳақиқатни билишни фан ҳаммасидан ҳам устун қўяди

Сазанов А.А.



Жавобини айтинг

1. Қадимда одамлар атрофдаги оламни қандай тасаввур қилганлар?
2. Инсонларнинг атрофмуҳитга нуқтаи назарлари нима учун ўзгарди?
3. Инсонларнинг дунёқарашларига қандай омиллар таъсир этди?
4. «Илмий дунёқараш» тушунчаси нимани билдиради?



1-топшириқ

«Физика» фани билан диний дунёқарашлар орасидаги зиддиятларга мисоллар келтиринг.



2-топшириқ

Фан ва техникадаги ютуқларнинг инсонлар дунёқарашининг ўзгаришига таъсирини мисоллар келтиринг.



3-топшириқ

атрофимиздаги оламни, механика қонунларини, электродинамика қонунларини, квант физикаси қонунларини тавсифланг, ўз нуқтаи назарингизни XVII, XIX, XX асрлардаги дунёқарашлар билан қиёслаб.

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, Пуанкаре, Ньютон файласуфлар сифатида танилдилар.

Табиатдаги барча ҳодисаларни ҳеч қандай ташқи сабабларга асосланмаган ҳолда фақат табиатгагина 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 нуқтаи назардан тушунтириш мумкин. Аммо одамни муайян ҳаракатга 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 «homonosapiens» тури – онгли инсон пайдо бўлиши билан сайёрада тафаккур сферасининг – ноосферанинг шаклланиши бошланади деган тушунча кенг ёритилган. Инсонларнинг имконияти ва табиатга бўлган таъсири ортган сайин,

истеъмолчилик мумкин қадар кучайиб, сайёра экологиясини беқарорлаштирувчи кучли омилга айланди. Унга XX аср охирларида Сибирь дарёлари оқимининг йўналишини ўзгартириш режаларини ёдга тушириш кифоя. Сувни Ертис, кейин Тўрғай йўли бўйлаб Қозоғистонга, Сирдарё ва Амударёга йўналтириш режалаштирилган. Яқин келажакда бир неча муҳим соҳаларда глобал фалокатларни кутишимиз мумкин. Ҳозирги инсониятга Ернинг хақиқий тафаккур сфераси бўлишга қодир ёки қодир эмаслигини аниқлашга мажбур қилади. 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 тўкнашувнинг 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 вариантлари танлаб олиш ва уларни амалга ошириш қудратли ва ривожланиш даражаси юқори космик ўй-тафаккурга тегишли эканини тан олиш маъқул 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.



Владимир Иванович Вернадский (1863–1945 жж.) – тадқиқотчи-олим, жамоат арбоби, Биогеохимё фанларининг асосчиси.

Бу қизиқ!

(А. Д. Арманднинг «Гёя» эксперименти. Жонли Ер муаммоси монографиясидан)

Ерда ҳаёт сақланиши ва ривожланиши учун Ер сирти ўртача 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).



236-расм. Жонли ер

Вернадскийнинг нуқтаи назари кундалик ҳаётда ўз тасдиғини топмоқда. Астероидлар билан тўқнашиш хавфига боғлиқ муаммо ҳал қилинмоқда. Россияда ўша мақсадда космик масштабдаги қуроолар ишлаб чиқарилди. Супер қуроолнинг 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 химояланишнинг ёлғиз усули эмас.

Сайёрамиздаги иқлим шароитини назорат қилиш муаммо етилди.

III Космик эра

Ҳозирги пайтда инсониятнинг космик эрага ўтиши ҳақида кўп айтилмоқда. Бу фақат космик кемаларни учуришдаги ютуқларгагина асосланган ҳолда айтилмоқда. Ер маданиятининг юксак ривожланган цивилизацияларнинг космик жамиятида онгли ва маъсулиятли иштирокчига айланиши учун одамларнинг турмуш тарзи, фаолияти, ўйлаши ёки ҳеч бўлмаганда уларнинг бошқарув доиралари тубдан ўзгариши ҳақида деярли ҳеч қандай тасаввур йўқ.

Классик илмий дунёқарашдаги қидапарастликнинг инерцияси билан космик алоқалар учун ривожланган технологияни талаб этадиган масофа ва вақт тўсиқ бўлмоқда деб ўйлаймиз. Аммо ҳатто дунёвий тарих ҳам, маънавий жиҳатдан кам ривожланган тамаддунинг яшаш муҳитига ва бошқа халқларга техник таъсирининг салбий оқибатларини ишончли тарзда кўрсатмоқда. Энди улар бошқа сайёралар ва юлдуз 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

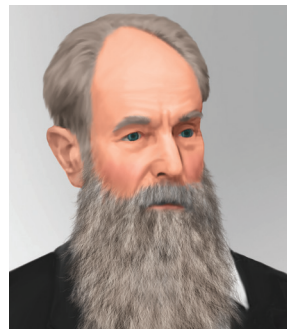
Ернинг астероидлар билан тўқнашуви оқибатларини муҳокама қилинг. Ернинг катта астероидлар билан тўқнашуви натижасида динозаврлар йўқолиб кетди деб мулоҳаза юритиш мумкинми? Кичик муз даври Ернинг астероидлар билан тўқнашуви натижаси деб айтиш мумкинми?



Диққат қилинг!

Бизнинг ердаги уйимизда тартибнинг кўчайиши устунлик қилади, ҳар бир олдинги босқич кейинги муваффақият учун кулай шароитлар яратади.

(А.Д. Арманд)



Алексей Давидович

Арманд – РФА география институтининг ходими, география фанлари доктори, Коинот ва Жонли Ернинг ахборот қурилмалари иерархиясини ишлаб чиқиш муаммоларига 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 ҳаётимизни ривожлантириш ва камол топтириш масаласини унутмаслик керак.

Текшириш саволлари

1. "Физика ва астрономия" фанининг ривожланиши илмий дунёқарашнинг шаклланишига қандай таъсир қилади?
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. "Иқлимни бошқариш истиқболлари".

43-§. Экологик маданият

Кутиладиган натижа

Ушбу мавзу ўзлаштирганда:

- янги техносолияларнинг атроф-муҳит учун афзалликлари ва хавфли жиҳатларини баҳолашни ўрганасиз.



Жавобини айтинг

1. Муқобил электр энергияси манбага ўтиши нима учун муҳим?
2. Асаларилар нима учун йўқолиб бормоқда. Бунинг оқибати қандай жаҳоншумул экологик муаммоларга олиб келиши мумкин?
3. Ер юзида иқлимни бошқариб туриш мумкинми?
4. Ер юзида иқлим 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 йўллари тавсия этинг.



Диққат қилинг!

Ривожланган давлатларда бу муаммо чиқитсиз саноатни тавсия этиш орқали ҳал этилмоқда.

I Ноосфера

Биз инсоният яратувчилик фаолиятининг атроф-муҳитга кўрсатаётган таъсирларини катъий илмий ҳамда ақл билан тушуниш зарур бўлган босқичга кадам босдик. Бу тушунча катъий равишда «табиат манфаатлари» ни ҳисобга олган бўлиши зарур. Инсон планета эволюцияси учун жавобгар, ривожланишнинг стихияли бўлиши биосферани яшаш учун яроқсиз ҳолга олиб келади. Шундай бўлгани учун инсон манфаатларининг биосфера имкониятларига мос келиши нуқтан назаридан иш кўрмоқ зарур.

XX аср бошида Владимир Иванович Вернадский биосферани «ноосфера» билан алмаштириш назариясини ишлаб чиққан бўлиб, унинг ғояси – 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-муҳитга таъсири ҳам ташкил қилади. Вернадский инсоннинг табиатга нисбатан авж олиб бораётган таъсири оқибатлари ҳақида огоҳлантирар экан: *«Инсон Ернинг кўринишини бутунлай ўзгартириб юборишига қодир геологик кучга айланиб бормоқда»* – деб ёзади.

II Инсоннинг табиатга бўлган таъсири. Техносфера

Саноатнинг ривожланиши, саноатлаштириш-индустриализация, илмий-техник революция, ўрмонларнинг ёппасига кесилиши, гигант-заводларнинг, атом, иссиқлик ва гидроэлектрстанцияларнинг 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 қобиғи 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 чиқишда табиий фанлар билан ижтимоий фанлар ўртасида ўзаро ҳамкорликнинг йўқлиги натижаси ҳамдир (237–238-расмлар).



237-расм. Ёқутистондаги олмос кони



238-расм. Қараганди вилоятидаги Балхаш кони

III Экология. Экологиялик тарбия

БМТ нинг 1972 йил атроф-муҳит муаммолари бўйича бўлиб ўтган биринчи Конференциясида Ердаги буткул биосфера қобиғининг экологик бўҳрони таҳдиди 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 очик космосда ўрин олди. Инсоннинг космик фаолияти натижасида йўқ қилинмаган чиқиндилар коинотда тўпланмоқда ва бу билан яна бир жиддий муаммо келиб чиқмоқда. Бугунги кундан бошлаб қосмик 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-муҳитга доир муаммоларни ҳал қилишда ҳаққонийлик, маълумотларнинг қўл етимлиги, улар билан таниша олиш, уларни ҳал қилиш жараёнида жамиятнинг иштирок этиши ҳақида Конвенция қабул қилинди.



Диққат қилинг!

Қозоғистон Республикаси фуқароларининг экологик ахборотлар билан танишиш имкониятларига боғлиқ равишда саволларни тартибга келтирувчи қонуний база ташкил этилган. Экологик кодексларга мувофиқ экологик ахборотлар қуйидаги маълумотларни ўз ичига олади:

- атроф-муҳит аҳволи;
- атроф-муҳитга таъсир этувчи, шу билан бирга ифлосланишига сабаб бўлаётган омиллар;
- атроф-муҳитга таъсир этувчи ёки таъсир эта оладиган дастурий, ҳудудий ва бошқа кўриладиган чоралар;
- хўжалик ишлари ва бошқа фаолиятларга қўйиладиган экологик нормативлар ва административ талаблар;
- атроф-муҳитни муҳофаза қилиш бўйича олиб борилаётган тадбирларнинг режалаштирилиши ва уларнинг моддий жиҳатдан таъминланиши;
- атроф-муҳитга таъсир қилаётган фаолиятлар, улар бўйича инспекторларнинг экологик текширишлари ва чоралар кўриш жараёнлари, шу билан бирга атроф-муҳитга тегишли ҳисоблар ва муҳокамалар ҳақидаги маълумотлар;
- атроф-муҳит ҳолатининг аҳоли саломатлигига, хавфсизлигига, ҳаёт кечиришига, маданият ёдгорликларига, иншоотлар ва қурилишларга таъсири.

IV. Экологик муаммоларни ҳал этиш йўллари

Экологик муаммоларни ҳал этиш учун энг аввало, истеъмолчилик дунёқарашдан воз кечиб, табиат билан уйғунликда яшаш йўлларини топиш ва ўрганиш зарур. Табиат учун ҳам, инсон саломатлиги учун ҳам зарарсиз 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 фақат олибгина қолмай, шу билан бирга ўрмонлар, дарё ва қўллардаги балиқлар каби табиий бойликларни қайта тиклаши; миллий боғлар ва қўриқхоналар 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 принциpidан воз кечиши, ўзи ва табиат ўртасидаги муносабатларни уйғунлаштиришга ҳаракат қилиши зарур.

Стратегик аҳамиятга эга конлар тизими:

Фойдали қазилма турлари	Кон номи	Вилоят
		Жойлашган вилоят номи
Уран	Боғитлар	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 қўл	Қарағанди 44°30'0" ш.у. 67°24'0"
Уран	Шимолий Қатпар	Қарағанди 44°45'0" ш.у. 67°41'0"



2-топшириқ

Ўзингиз яшайдиган ҳудуддаги экологик муаммоларни, ҳамда бу муаммоларнинг келиб чиқиш сабабларини муҳокама қилинг.



Бу қизиқ!

ҚР да мунтазам равишда янгиланиб турувчи стратегик конларнинг махсус рўйхати тузилган. Рўйхат ҚР нинг 4.10.2011 йил №1137 қарорига мувофиқ эълон қилинган. Унга охириги ўзгаришлар 7.08.2015 йили киргизилган. Рўйхатдан олинган вольфрам конлари жадвалда кўрсатилган.



3-топшириқ

Интернет тармоғидан ҚР даги стратегик конлар рўйхатини топинг (жами 161 та). Сиз яшайдиган ҳудудда қандай конлар борлигини аниқланг. Конларни ўзлаштириш сиз яшайдиган ҳудуднинг экологик аҳволига қандай таъсир этиши мумкин?

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.

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ ВА ЖАДВАЛЛАР

- Лаборатория ишларида уларни олиб бориш мақсади, керакли асбоб-ускуналар кўрсатилган, ишларнинг бажарилиши графиклар, жадваллар ва ҳисоблаш формуллари 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 чизиғи, секундомер.

Қисқача назария. жисм қия текисликда тезланиш билан ҳаракатланганда,

жисмнинг кўчиши ушбу тенгликка тенг бўлади: $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$.

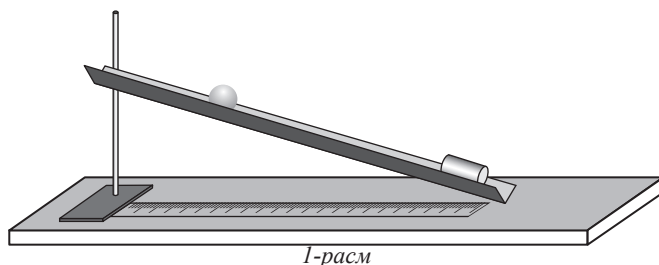
Бошланғич тезликнинг ноллиқ қийматида: $s = \frac{at^2}{2}$.

Ҳисоблаш формулаларини оламиз:

$$a = \frac{2s}{t^2}. \quad (1)$$

Ишни бажариш тартиби:

1-расмда кўрсатилган қурилмани йиғинг, цилиндрни қўйинг.



1. Шарни новнинг юқори учидан қўйиб юборинг, шарнинг нов бўйлаб ҳаракат вақтини ўлчанг.
2. Ўлчаш чизиғи ёрдами билан шарнинг бошланғич ҳолидан цилиндргача бўлган масофани аниқланг.
3. Ўлчаш натижаларини жадвалга ёзинг.

№ р/с	Ўлчанди		Ҳисобланди	
	Масофа s , м	Ҳаракат вақти t , с	Тезланиш a , м/с ²	Тезланишнинг ўртача қиймати $a_{\text{ўрт}}$, м/с ²
1				

4. Тажрибани новнинг қиялик бурчагини ўзгартирмай, 5 марта қайталанг.
5. Ҳар тажрибага шарнинг тезланишини (1) формула бўйича ҳисобланг, натижани жадвалга ёзинг.
6. Ушбу формула бўйича тезланишнинг ўртача қийматини ҳисобланг:

$$a_{\text{ўрт}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}.$$

7. Статистик усул билан ўлчаш хатолигини пастдагидай аниқлаб, баҳоланг
 Ҳар бир ўлчашнинг абсолют хатолигини:

$$\Delta a = |a_{\text{орт}} - a|,$$

абсолют хатоликнинг ўртача қийматини:

$$\Delta a_{\text{ўрт}} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3 + \Delta a_4 + \Delta a_5}{5},$$

нисбий хатоликни:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a_{\text{ўрт}}}{a_{\text{ўрт}}} \cdot 100\%$$

аниқлаб, статистик усул билан ўлчаш хатолигини баҳоланг.

8. Ўлчаш натижасини қуйидагидай ёзинг:

$$\varepsilon = \dots \cdot 100\% \text{ бўлганда } a = a_{\text{ўрт}} \pm \Delta a_{\text{ўрт}}.$$

Қўшимча топшириқ: 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, чизғич, оқ ва ва кўчириш (копировка) қоғози.

Қисқача назария. Горизонталь равишда ташланган жисм вертикаль текис ўзгарувчан, горизонталь бўйлаб бир текис эркин тушиш тезланиши билан ҳаракатланмоқда. Бошланғич тезлик учуш масофаси бўйича аниқланади:

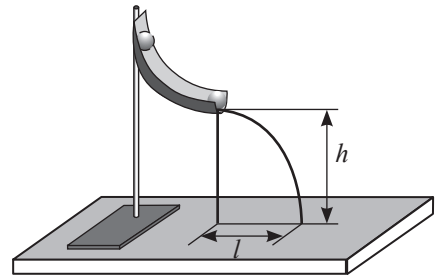
$$v_0 = \frac{l}{t}, \tag{1}$$

Жисм тушган баландлиги бўйича тушиш вақти:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \tag{2}$$

(2) нисбатни (1)-га қўйиб бошланғич тезликни ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$v_0 = l\sqrt{\frac{g}{2h}}. \quad (3).$$



2-расм

Ишни бажариш тартиби:

1. 2-расмда тасвирланган қурилмани йиғинг.
2. Шарни новдан ундаги кўрсатилган пластинкадан бошлаб қўйиб боринг.
3. Баландлиги h ва учиш масофасини l 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 $v_{0\text{ўрт}}, м/с$
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:

$$v_{0\text{ўрт}} = \frac{v_{01} + v_{02} + v_{03} + v_{04} + v_{05}}{5}.$$
8. Статистик усул билан ўлчаш хатолигини аниқлаб, баҳоланг (№1 лаборатория ишини қаранг).
9. Ўлчаш натижасини ёзинг: $\varepsilon = \dots \cdot 100\%$ болганда $v_0 = v_{0\text{ўрт}} \pm \Delta v_{0\text{ўрт}}$.

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 тажрибада нов бўйлаб сирпанаётган шарнинг даражасини ўзгартириш мумкин эмас?

№3 лаборатория иши

Математик маятник ёрдамида эркин тушиш тезланишини аниқлаш

Ишдан мақсад: математик маятник ёрдами билан Ерда эркин тушиш тезланишини аниқлаш, олинган қийматни ҳақиқий қиймат билан $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ таққослаш.

Қўлчаш воситалари: электронли секундомер (мобиль телефон) ёки секунди бор соат, ўлчов чизиғи, 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:

1. 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.
2. Ўлчов чизиғи 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	Тезланишнинг ўртача қиймати, i, g _{ўрм} , м/с ²
1					

3. 40 марта тебранишлар вақтини ўлчанг, натижани жадвалга ёзинг.
4. Тажрибани шартини ўзгартириб, 5 марта қайталанг.
5. Эркин тушишни ҳар бир тажриба сайин ҳисобланг. Ва ўртача қийматини топинг.
6. $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ни қабул қилиш орқали абсолют ва нисбий хатоликларини топинг:
 $\Delta g = |g - g_{\text{ўрм}}|$; $\epsilon_g = \frac{\Delta g}{g} \cdot 100\%$
7. Ўлчаш натижани хатолигини ҳисоблаб ёзинг:
 $\epsilon_g = \dots \cdot 100\%$ бўлганда $g = g_{\text{ўрм}} \pm \Delta g$.

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 қилади?

№4 лаборатория иши

Тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлаш

Ишдан мақсад: сув сиртидаги тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлаш.

Ўлчаш воситалари: сув қуйилган идиш, пўкак, секундомер, ўлчаш тасмаси.

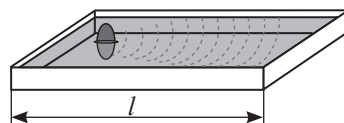
Қисқача назария. Тўлқинларнинг барча тури ўзгармас тезлик билан бир хил муҳитда тарқалади:

$$v = \frac{l}{t},$$

бу ерда l – тебраниш манбаи ва тўлқиннинг тарқаладиган жой нуқтаси орасидаги масофа; t – тўлқиннинг тарқалиш вақти.

Ишни бажариш тартиби:

1. Ёғоч идишга (кюветга) сув қуйиб четига пўкакни қўйинг (3-расм).
2. Пўкакни чуқурроқ ботириб, пўкакни бир ҳаракатга келтириб тебратинг.
3. Пўкакнинг тебраниш ҳаракат томонидан яратилган тўлқин идишнинг қарама-қарши томонига етиб борадиган вақтни белгиланг.
4. Тажрибани 5 марта такрорлан, ўлчов натижаларини 4-жадвалга киритинг.



3-расм

№ р/с	Ўлчанди		Ҳисобланди	
	Вақт t , с	Ёғоч идишнинг (кюветнинг) узунлиги l , м l , м	Тўлқин тезлиги v , м/с	Тўлқин тезлигининг ўртача қиймати $v_{\text{ўрт}}$, м/с
1				

5. Тўлқин тезлигини барча тажриба бўйича ҳисобланг, натижани жадвалга ёзинг.
6. Тўлқин тезлигининг ўртача қийматини топинг.
7. Тўлқин тезлигининг ўлчаш хатолигини статистика усули билан баҳоланг:
8. Ўлчаш натижасини пастдагидай ёзинг:

$$\varepsilon = \dots 100\% \text{ болганда } v = v_{\text{ўрт}} \pm \Delta v_{\text{ўрт}}.$$

Текшириш саволлари

Ўлчашнинг аниқлигини кўтариш учун қандай шароит ясаш керак?

Нега пўкак тўлқиннинг тарқалиш йўналишига қараб силжймайди?

Эластик муҳитда тебранишнинг таралиши қандай ҳосил бўлади

2-илова. Жадваллар

1-жадвал. Юлдузларнинг экватор координаталари

Юлдузлар	Номлари	Тўғричиқиш, α	Кенглик, δ
α Торпақ	Сулусари (Альдебран)	04 ^h 34'	+16°28'
α Бургут	Альтаир	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 Аккуш	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 айиқ	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 металлдан чиқиш иши

Моддалар	$A_{\text{чиқиш}}, \text{ эВ электронларнинг чиқиш иши}$
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
Нагрый	2,35
Рубидий	2,16
Цезий	1,81

3-жадвал. Химиявий элементлар ва элементар зарралар изотопларнинг атом массалари

Изотоп	Атом массаси, м.а.б.	Атом массаси, МэВ
${}^0_{-1}e$	0,00055	0,511
1_1p	1,00728	938,26
1_0n	1,00866	939,55
1_1H	1,00783	938,26
2_1H	2,01410	1875,58
3_1H	3,01543	2808,87
3_2He	3,01605	2809,45
4_2He	4,00260	3728,42
6_3Li	6,01512	5601,42
7_3Li	7,01600	6533,72
8_3Li	8,02065	7471,24
6_4Be	6,01738	5605,19
7_4Be	7,01457	6534,07
8_4Be	8,02168	7472,20
9_4Be	9,01219	8394,85
9_5B	9,01038	8393,17
${}^{10}_5B$	10,01294	9324,28
${}^{11}_5B$	11,00930	10252,38
${}^{11}_6C$	11,00788	10253,84
${}^{12}_6C$	12,00000	11174,67
${}^{13}_6C$	13,00335	12109,26
${}^{14}_6C$	13,99961	13040,64
${}^{14}_7N$	14,00307	13039,97
${}^{15}_7N$	15,00010	13968,69
${}^{16}_8O$	15,99491	14894,82
${}^{17}_8O$	16,99913	15830,23
${}^{17}_9F$	16,99676	15832,48
${}^{27}_{13}Al$	27,98154	26064,80
${}^{235}_{92}U$	235,04418	218242,32
${}^{238}_{92}U$	238,05113	221743,28
${}^{239}_{93}Np$	239,05320	222667,67
${}^{239}_{94}Pu$	239,05242	222675,97

4-жадвал. Радиоактив элементларнинг ярим емирилиш 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-жадвал. Қуёш, Ер ва Ой ҳақида маълумот

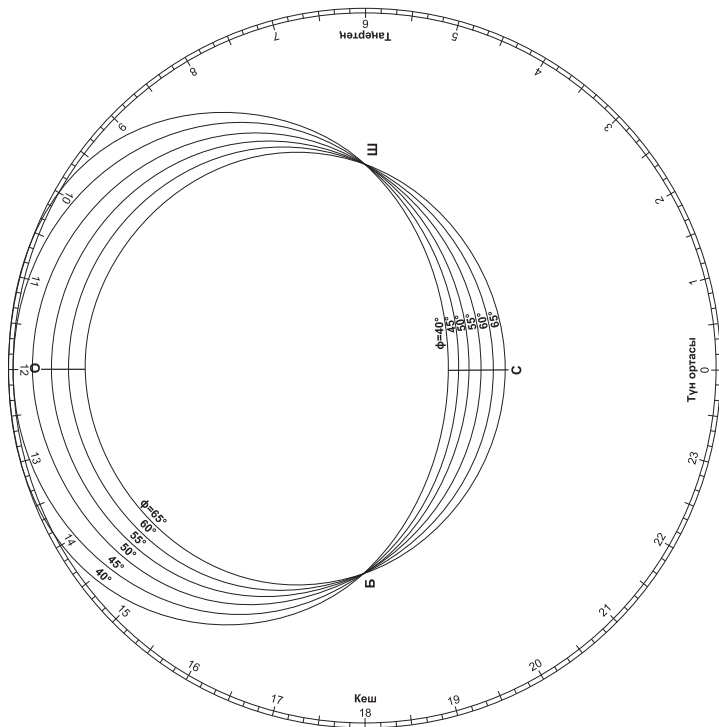
Катталиқлар	Кун	Ер	Ай
Радиус, м	$7 \cdot 10^8$	$6,4 \cdot 10^6$	$1,74 \cdot 10^6$
Масса, кг	$2 \cdot 10^{30}$	$6 \cdot 10^{24}$	$7,35 \cdot 10^{22}$
Осмон jismlari oрасидаги масофа, м			
Қуёш билан Ер орасидаги			$1,5 \cdot 10^{11}$
Ер билан Ой орасидаги			$3,84 \cdot 10^8$

6-жадвал

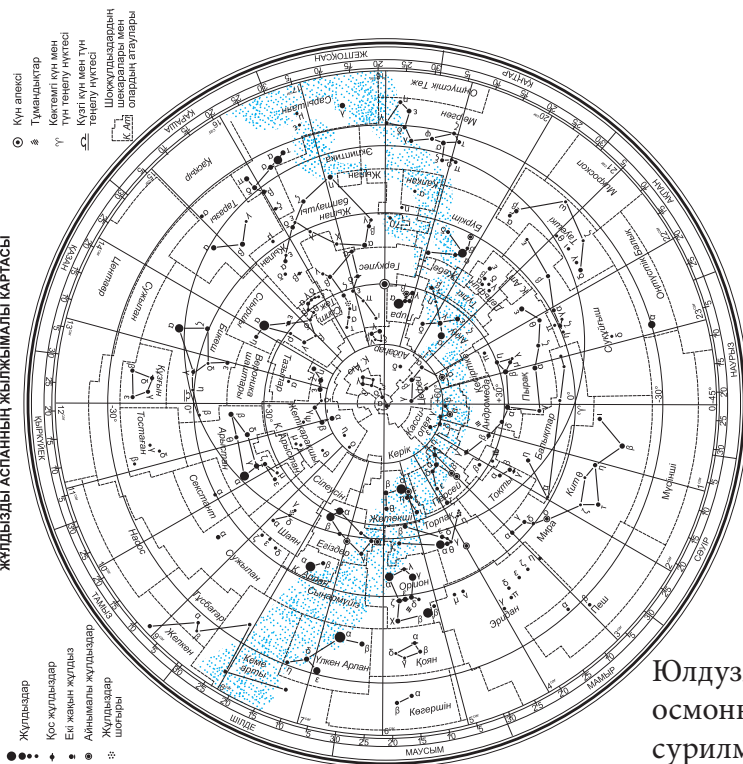
Грек алифбоси						Лотин алифбоси					
Α α	альфа	Ι ι	йота	Ρ ρ	ро	A a	а	J j	жи	S s	эс
Β β	бета	Κ κ	каппа	Σ σ	сигма	B b	бе	K k	ка	T t	тэ
Γ γ	гамма	Λ λ	лямбда	Τ τ	тау	C c	це	L l	эль	U u	у
Δ δ	дельта	Μ μ	мю	Υ υ	ипсилон	D d	де	M m	эм	V v	вэ
Ε ε	эпсилон	Ν ν	ню	Φ φ	фи	E e	э	N n	эн	W w	дубль-вэ
Z ζ	дзета	Ξ ξ	кси	Χ χ	хи	F f	эф	O o	о	X x	икс
Η η	эта	Ο ο	омикрон	Ψ ψ	пси	G g	же	P p	пэ	Y y	игрек
Θ θ	тета	Π π	пи	Ω ω	омега	H h	аш	Q q	ку	Z z	зет
						I i	и	R r	эр		

3-илова. Юлдузли осмон сурилма харитасининг қоплама доираси

ЖҮЛДЫЗДЫ АСПАН КАРТАСЫНЫҢ ҚОНДЫРМА ДӨНГЕЛЕП



ЖҮЛДЫЗДЫ АСПАННЫҢ ЖЫЛЖЫМАЛЫ КАРТАСЫ



- ☉ Күн апакси
- ♂ Тумандыктар
- ☽ Көктөпкү күн мен
- ☽ Түн тегеруу нүктеси
- ☽ Күнгү күн мен түн
- ☽ тегеруу нүктеси
- ☽ Шөкүлөлөрдөрдөн
- ☽ Күндү аттардың атаулары

- Жұлдыздар
- Ас жұлдыздар
- Ең жаңы жұлдыз
- Айынылы жұлдыздар
- Жұлдыздар
- Шырағы

Юлдузли осмоннинг сурилма харитасы

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 тезланувчан; $v_{3x} = -4 + 4t$, баяу, 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. $8,5 \cdot 10^{26}$ 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. $9R_{ж}$. 2. 8,2 Н. 3. $8,8 \text{ м/с}^2$.
- 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.

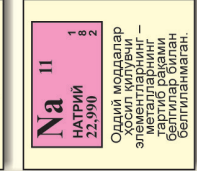
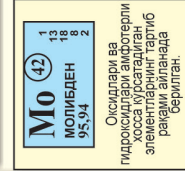
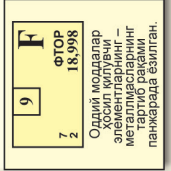
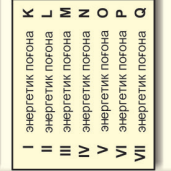
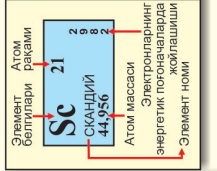
Уй вазифасининг жавоблари

- 1-топширик. 1. ха, егер қарши йўналишда эсколатор тезлигида ҳаракатланса. 2. 20 м/с. 3. 0,1 соат.
- 2-топширик. 1. 620 м; 20° шимолга қараб. 2. 14 м; 10 м. 3. 5 м/с; 8,66 м/с.
- 3-топширик. 1. 43,2 км/соат. 2. 10 м/с.
- 4-топширик. 1. 375 м. 2. 100 м. 3. а) 10 с; 40 м; б) 45 м; б) 120 м.
- 5-топширик. 1. 20 м. 2. 5 м. 3. 20 м.
- 6-топширик. 1. 125 км. 2. 3. 60.
- 7-топширик. 1. 0,006 м/с². 2. 25 м/с². 3. 2 м.
- 8-топширик. 1. $7,8 \cdot 10^{13}$ м. 2. 39.
- 10-топширик. 1. Нур-Султан учун $47^\circ 40'$; Алматы учун $55^\circ 37'$. 2. 17 соат 20 мин. 3. 11 соат.
- 11-топширик. 1. 12 йил.
- 12-топширик. 1. 1,22 млн.км. 2. $2'12''$. 3. 109,2.
- 13-топширик. 2. 2,5 Н.
- 14-топширик. 1. 1,6 см. 2. 0.
- 15-топширик. 1. 9,8 кг. 2. 200 м/с². 3. $2,4 \text{ м/с}^2$.
- 16-топширик. 2. 5 Н. 3. $0,25 \text{ м/с}^2$; $0,2 \text{ м/с}^2$.
- 17-топширик. 1. 1 Н. 2. $3,8 \text{ м/с}^2$.
- 18-топширик. 2. 700 Н. 3. 15 кН.
- 19-топширик. 1. 20 м. 2. 1000 м. 3. 9,8 м. 4. 7,57 км/с; 96,5 мин.
- 20-топширик. 1. 9,8 кг. 2. $14 \frac{\text{кг} \cdot \text{М}}{\text{с}}$, $20 \frac{\text{кг} \cdot \text{М}}{\text{с}}$, 0.
3. 3,6 м/с.

- 20-машқ. 1. $16 \frac{\text{кг} \cdot \text{М}}{\text{с}}$; $48 \frac{\text{кг} \cdot \text{М}}{\text{с}}$; 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 қатталашади.
- 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. $56,7 \frac{\text{кВт}}{\text{М}^2}$. 3. $\approx 73,5 \text{ МВт}$
- 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, иринчисади. 2. $3 \cdot 10^{11}$ м.
3. $1,38 \cdot 10^4$ км/с; $2,4 \cdot 10^{20}$ Гц, ха.
- 35-машқ. 1. ${}^4_2\text{He}$. 2. ${}^{215}_{84}\text{Po}$.
- 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-машқ. 1. ${}^{239}_{92}\text{U}$. 2. ${}^{239}_{94}\text{Pu}$.
- 40-машқ. 1. 4,35 МэВ; 17,3 МэВ ажралади.

- 21-топширик. 1. ха. 2. 48 м/с; 115,2 м. 3. 0,7 м/с.
- 22-топширик. 1. 4600 кДж. 2. 10,8 МДж.
- 23-топширик. 1. 19 м/с; 10 м/с. 2. 1 кН.
- 24-топширик. 1. 1,25 с; 0,8 Гц. 2. 0,2 м; 4 с; 0,25 Гц; $\pi/2$; π ; 2π ; 3π .
- 25-топширик. 1. 0,244 м/с.
- 26-топширик. 1. 4 кг. 2. 18 см; 50 см.
- 27-топширик. 1. йўқ. 2. 15 Гц; 1/15 с; 2,5 м.
- 28-топширик. 1. 50 мкДж. 2. 50 пФ.
- 29-топширик. 1. 10 м. 2. 2,4 м/с.
- 30-топширик. 1. 3,8 м, 3,8 см. 2. 0,58 с-ке аз. 3. 0,4 с.
- 31-топширик. 1. 1,2 МГц. 2. 37,7 км.
- 32-топширик. 1. 2,86. 2. 2 марта. 3. $\approx 4,6 \text{ МВт}$
- 33-топширик. 1. 260 нм. 2. 4 эВ. 3. 696 км/с.
4. 204 нм; 234 нм.
- 34-топширик. 1. 100 марта ортиқ. 2. яхлит кўзгу ютиши мумкин. 3. $3,1 \cdot 10^{12}$ м.
- 35-топширик. 1. ${}^{235}_{92}\text{U}$. 2. ${}^{224}_{88}\text{Ra}$.
- 36-топширик. 1. 0,25 мкм. 2. 0,49 мкм.
- 37-топширик. 2. 225 МэВ. 3. $\approx 7,48 \text{ МэВ/нуклон}$.
4. $\approx 6\%$.
- 38-топширик. 2. 4 марта.
- 39-топширик. 2. ${}^{94}_{40}\text{Zr}$.
- 40-топширик. 1. 2,2 МэВ. 2. 17,3 МэВ.

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ КИМӨВЙ ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ



ДАВР-ЛАР	КАТОР-ЛАР	Э	П	Е	М	Е	Н	Т	Л	А	Р	У	У	Х	Л	А	Р	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ЮҚУРИ ОКСИДЛАРИ	R ₂ O	RO	RO ₂	RO ₃	RO ₅	RO ₇	RO ₄											
УЧУВАН ВОДОРОДЛИ БИРКИКМАЛАРИ			RH ₄	RH ₃		H ₂ R												
Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71					
140,12	140,908	144,24	144,912	150,37	151,96	157,25	158,925	162,50	164,930	167,26	168,934	173,04	174,967					
Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	(Lr) 103					
232,038	231,036	238,029	237,048	244	243	247	247	251	252	257	258	259	261					

Фан кўрсаткичлари

- Абсолют юлдуз катталиги 56
Абсолют қора жисм 190
Азимут 61
Акустик резонанс 178
Амплитуда 143
Акс садо 178
Боғланиш энергияси 221
Баландлик 61
Бўйлама тўлқин 170
Бурчак тезлик 40
Биринчи космик тезлик 115
Вектор проекцияси 16
Гармоник тебранишлар 144
Горизонтал параллакс 75
Динамика 81
Жисмнинг оғирлиги 107
Жисм импульси 120
Жисмларнинг ёпиқ тизими 122
Иш 135
Иссиқликдан нурланиш 190
Инертлик 82
Изотоплар 219
Инерциал санок тизими 83
Кўчиш бурчаги 40
Кенглик 59
Кинематика 66
Куч импульси 120
Моддий нукта 6
Механик ҳаракат 6
Маҳалий вақт 68
Мажбурий тебранишлар 142
Механик тўлқин 170
Масса дефекти 220
Ноинерциал санок тизими 83
Солиштирма боғланиш энергияси 221
Оний тезлик 41
Ортиқча юкланиш 109
Осмон сфераси 58
Эркин тебраниш 142
Эркин тушиш 33
Эгри чизикли ҳаракат 38
Ярим емирилиш даври 225
Ёруғлик 182
Ёруғлик йили 52
Товуш 175
Частота 39
Қуёш суткаси 66

Фойдаланган адабиетлар рўйхати

1. Негізгі орта білім беру деңгейінің 7–9-сыныптарына арналған «Физика» пәнінен жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасы. – Астана: Ы.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. Уилкоккс «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 материалларға 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 | |
| 11. turbina.ru | 24. www.energovector.com |
| 12. vesti.kz | 25. www.svoboda.org |
| 13. www.altyn-orда.kz | 26. metalmininginfo.kz |
| 14. images2.popmeh.ru | |

Мундарижа

Кириш	4
1-БОБ Кинематика асослари.....	5
1-§. Механик ҳаракатс	6
2-§. Векторлар ва улар устида амаллар. Векторларнинг координаталар ўқларидаги проекциялари.....	12
3-§. Тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракат. Тезланиш.....	19
4-§. Тўғри чизиқли текис ўзгарувчан ҳаракатдаги тезлик ва кўчиш.....	25
5-§. Жисмларнинг эркин тушиши. Эркин тушиш тезланиши	32
6-§. Эгри чизиқли ҳаракат, моддий нуқтанинг 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 кенгликда кўринма ҳаракати, маҳалий вақт, минтақавий вақт, дунё вақти.....	64
11-§. Кўёш тизими. Сайёраларнинг ҳаракати	70
12-§. Астрономияда масофаларни аниқлашнинг параллакс усули.....	75
3-БОБ. Динамика асослари.....	81
13-§. Ньютоннинг биринчи қонуни, инерциал санок тизимлари.....	82
14-§. Механикада кучлар	87
15-§. Ньютоннинг иккинчи қонуни	92
16-§. Ньютоннинг учинчи қонуни	97
17-§. Бутун олам тортишиш қонуни	102
18-§. Жисмнинг оғирлиги, вазнсизлик.....	107
19-§. Жисмларнинг оғирлик кучи таъсиридаги ҳаракати. Ернинг сунъий йўлдошлари ҳаракати.....	112
4-БОБ. Сақланиш қонуллари.....	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-§. Тебранишиш 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 ходисалари	189
32-§. Иссиқлик нурланиши.....	190
33-§. Ёруғлик кванти тўғрисида Планк гипотезаси. Фотозэффект ходисаси.....	195
34-§. Рентген нурлари.....	202
35-§. Радиоактивлик. Радиоактив нурланиш табиати.....	208
36-§. Резерфорд тажрибаси. Атом тузилиши.....	212
7-БОБ. Атом ядроси	217
37-§. Ядровий ўзаро таъсир, ядро кучлари. Масса дефекти, атом ядросининг боғланиш 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 тушиш тезланишини аниқлаш.....	258
№4 лаборатория иши	
Сиртки тўлкинларнинг 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 тилинде*)

Бас редакторы	К.Караева
Редакторлары	Ж.Кулдарова, Т.Базарханова
Техникалық редакторы	В.Бондарев
Көркемдеуші редакторы	Е.Мельникова
Суретші-бездіруші	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 70×100 $\frac{1}{16}$.
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Офсеттік басылыс.

Баспа табағы 17,0. Шартты баспа табағы 22,1.

Таралымы 6800 дана. Тапсырыс №

ISBN 978-601-200-670-4

