Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

ФИЗИКА

Жалпы орто билим берүүчү мектептердин
7-классы үчүн окуу китеби

МЕХАНИКА

Өзбекстан Республикасынын Элге билим берүү
министрлиги тарабынан тастыкталган

Кайра иштелген жана толукталган төртүнчү басылышы

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»
Мамлекеттик илимий басмасы
Ташкент – 2017

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

UO‘T: 22.3я72
КВТ: 53=512.154(075.3)
Ф-49

Авторлор:

П. ХАБИБУЛЛАЕВ, А. БАЙДЕДАЕВ,
А. БАХРАМОВ, С. БУРХАНОВ

Жооптуу редакторлор:

К. Турсунметов – физика-математика илимдеринин доктору, Өзбекстан улуттук университетинин профессору;
Ш. Усманов – физика-математика илимдеринин кандидаты, ӨзР ИА Физика-техника институтунун ага илимий кызматкери.

Пикир жазгандар:

Б. Нуруллаев – Низамий атындагы ТМПУ кафедра башчысы;
Б. Ибрагимов – Низамий атындагы ТМПУ кафедра доценти;
З. Сангирова – РББ нун башкы методисти;
Н. Буранова – Ташкент шаарындагы 178-АМЖБМ физика мугалими;
М. Рахманова – Ташкент шаарындагы 200-мектептин физика мугалими;
Э. Жуманиязов – Ташкент шаарындагы 8-мектептин физика мугалими;
А. Рустамов – Фергана областындагы 54-АМЖБМ физика мугалими;
Б. Рахматуллаева – Ташкент шаарындагы 307-АМЖБМ физика мугалими;
Д. Бекполатов – Самарканд областы, Акдарыя районундагы 18-мектептин физика мугалими.

Шарттуу белгилер:

– эреже жана корутундуларды билип ал;
– формуланы эстеп кал;
– таяныч түшүнүктөр;
– үйгө тапшырма;
– маселенин тартип номери.

Республикалык максаттуу китеп фондунун каражаттары эсебинен басылды.

© Хабибуллаев П. жана б., 2005, 2017.
© «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Мамлекеттик илимий басмасы, 2005, 2017.

ISBN 978-9943-07-493-4

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

КИРИШҮҮ

Механика бөлүмүндө эмнени үйрөнөбүз?

Сен 6-класста физикалык чоңдуктар, заттын түзүлүшү, механикалык, жылуулук, жарык, үн кубулуштары жөнүндөгү алгачкы маалыматтарды алгансың. Аны менен физика жөнүндөгү баштапкы түшүнүктөргө ээ болгонсуң. Эми физиканын ар бир бөлүмүн толугураак үйрөнүүнү баштайсың. Алсак, 7-класста «Механика» бөлүмүн үйрөнөсүң.

«Механика» сөзү каерден келип чыккан? Физиканын «Механика» бөлүмүндө эмнелер окутулат?

Адам байыркы замандарда эле өз керектөөсү үчүн үй-жай курган, айбандарга аңчылык кылган, дыйканчылык менен алектенген. Бул сыяктуу иш-аракеттерде эң жөнөкөй машиналар — рычаг, жантык тегиздик, шынаа, дөңгөлөк өңдүү жөнөкөй механизмдерден пайдаланышкан. Биздин заманга чейинки V кылымда Афина армиясында дубал тешүүчү машина (таран), таш ыргытуучу курулма (катапулта)лар колдонулган.

1-сүрөт. Мезгил өтүп өкүндөп барган механикалык курулмалар

Мезгил өтүшү менен адамдар мындан да татаал болгон курулмаларды – көпүрө жана суу сактагычтарды курду, түрдүү устачылык куралдарын ойлоп тапты, түркүн буюмдарды өндүрө баштады. Адам жөнөкөй кайыктан тартып чоң кемени, арабадан тартып велосипед, автомобиль, ракеталарды ойлоп тапты (1-сүрөт).

Түрдүү курулма жана машиналардын жаратылышы, аларга болгон керектөөнүн артышы билимдерди чогултууга, жаңы билимдерди ээлөөгө зарылдык туудурду. Ушинтип механика илими пайда болду.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

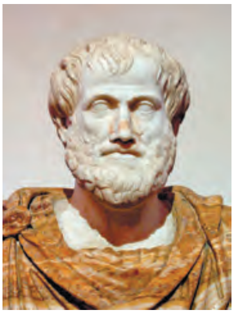
“Механика” сөзү грекчеден которгондо машина жөнүндөгү окуу деген маанини билдирет.

Механика бөлүмүндө материянын эң жөнөкөй көрүнүштөгү кыймылы – механикалык кыймылды үйрөнөбүз. Нерсенин механикалык кыймылын талдоо үчүн убакыт өтүшү менен мейкиндикте бул кыймылды мүнөздөөчү чоңдуктар жөнүндөгү маалыматтарга ээ болушубуз керек.

Механиканын негизги милдети нерселердин кыймыл ылдамдыгын нерсенин массасы жана ага аракет этүүчү күчтөргө байланыштуулугун, о.э., каалаган учурдагы абалын аныктоодон турат.

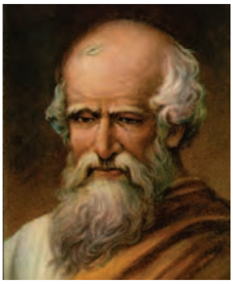
Бул негизги милдетти чечүү үчүн нерсе кандай кыймылдап жатканын жана ушул кыймыл учурунда нерсенин мейкиндиктеги абалы убакыттын өтүшү менен кандай өзгөргөнүн так жана кыска көрүнүштө туюнтуу керек болот. Бүгүнкү күндө «Механика» курулма жана машиналарды жаратууну гана эмес, о. э. нерселердин өз ара таасирин, ушул таасир натыйжасындагы алардын кыймылын да үйрөнөт.

Механиканын өнүгүү тарыхынан маалыматтар



Аристотель

Грек окумуштуусу Аристотель (б.з.ч. 384–322) 2300 жылдан мурдараак «Физика» китебинде 1-жолу «механика» сөзүн колдонду жана илимге киргизди. Аристотель өз китебинде Жер ааламдын борборунда болуп, анын айланасында Күн менен Ай айланат деп эсептеген жана жогору атылган нерселердин жерге түшүшү, рычаг жана башка механизмдердин иштеши жөнүндө маалыматтарды келтирген. Аристотелдин нерселердин кыймылына таандык пикири ошол заман үчүн эң алдыңкы окуу болгон.



Архимед

Дагы бир грек окумуштуусу Архимед (б.з.ч. 287–212) биринчилерден болуп механикалык кубулуштарды талдоо үчүн математиканы колдонду. Ал рычагдын иштөө принцибин, нерселердин сүзүү шарттарын математикалык эсептөөлөр аркылуу түшүндүрдү. Математикалык амалдардын физикалык жараяндарга колдонулушу физиканын илим катары калыптануусуна негиз болду жана анын өнүгүүсүндө чоң роль ойноду.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

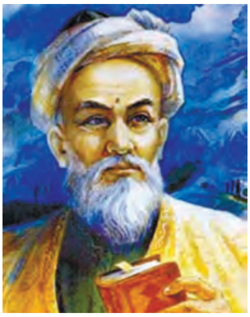
Механикалык кыймыл жөнүндө Абу Райхан Беруний жана Абу Али ибн Синанын окуулары

Абу Райхан Беруний

Орто кылымдарга келип башка илимдер катары физика, андан, механиканын өнүгүшүнүн жаңы баскычы башталды. Бул мезгилде механиканын өнүгүшүндө Орто Азиялык окумуштуулардын да салымы чоң. Харезмдин байыркы борбору Кат шаарында (азыркы Беруний районунда) төрөлгөн **Абу Райхан Беруний** (973–1048) Жердин тартылуу күчү, нерселердин эркин түшүшү, оордук күчү, жөнөкөй механизмдер, энергия жана анын бир түрдөн башка түрүнө айланышы жөнүндө жазып калтырган. Атап айтсак, Жердин нерселерди тартуусу жөнүндө мындай деген: «Жер шар формасында болгондуктан, нерселердин салмагы бардык жактан жердин борборун көздөй тартылып турат». Беруний деңиз жана океандардын сууларынын бети сфера формасында болушуна да нерселердин жерге тартылуусу себеп экендигин жазып калтырган. Жердин ички кыймылы, б. а. анын курамындагы заттардын өз табигый орундарына умтулуусуна да нерселердин Жердин борборуна тартылуусу себеп болушун, мунун натыйжасында Жер бетинде түрдүү кыймылдардын пайда болушун түшүндүрүп берген.

Беруний Жердин радиусун, айлананын узундугун жана аянтын өзгөчө бир усулда аныктоо менен бирге, глобусту ойлоп тапкан. Америка материгин теориялык жактан ачкан, Жердин өз огу айланасында жана Күндүн айланасында айлануусу жөнүндө да жазып калтырган.

Берунийдин замандашы, Бухаранын Афшана кыштагында төрөлгөн **Абу Али ибн Сина** (980–1037) механикалык кыймыл, кыймылдын салыштырмалуулугу, нерселердин өз ара аракеттенишүүсү, айлануу кыймылы, борборго умтулуучу күч, сызыктуу ылдамдык, атмосфералык басым жөнүндө баалуу маалыматтарды жазып калтырган. Ибн Синанын «Физика» жана «Механика» деп аталган чыгармаларында келтирилген маалыматтар азыркы доор окууларына өтө дал келиши анын канчалык улуу окумуштуу экенинен кабар берет. Абу Али ибн Сина күчтүн таасиринде нерселердин кыймылдашы, мында алардын массасы канча чоң болсо, кыймылы үчүн да ошончо чоң күч керек болоорун, бирдей күчтүн таасиринде түрдүү чоңдуктагы нерселердин алган ылдамдыктары да ар түрдүү болоорун айтып өткөн.



Абу Али ибн Сина

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Атап айтсак, ал мындай деген: «Эки шар ал. Алардын чоңдуктары түрдүүчө, ал эми себеп бирдей болгондо натыйжалары ар түрдүү болот. Чоң шар экинчисинен канча эсе чоң болсо, натыйжасы ошончо эсе кичине болот». Мында Сина «себеп» деп азыркы замандагы «күч» түшүнүгүн, ал эми «натыйжа» деп «ылдамдык» түшүнүгүн көздө туткан. Бул, чындыгында, арадан жети кылым өткөндөн соң Исаак Ньютон (1643–1727) тарабынан жарыяланган механиканын биринчи закону аты менен белгилүү закондун сөздөр менен жазылышы эмеспи.

Ибн Сина нерселердин Жерге тартылуусун түшүндүрүүдө мындай мисал келтирет: «Эгерде кимдир бирөө жүзүмдү көтөрүп турган сөөрүнүн астындагы устунду тартып алса, ал сөөрүнү кулатты дешет. Чындыгында болсо ал сөөрүнү кулаткан жок, тескерисинче сөөрү өзүнө мүнөздүү болгон оордуктун таасиринде кулайт. Мында устун сөөрүнүн кулашына тоскоол болуп турган эле. Устун анын астынан тартып алынаары менен оордук өз өнөрүн көрсөттү». Ньютон тарабынан Бүткүл дүйнөлүк тартылуу законунун ачылышы Синанын бул багыттагы пикирлерин далилдеди. Анткени, Ньютон да алманын үзүлүп түшүүсүнө анын Жерге тартылуусу себеп болоорун айткан.

XVII кылымга келип, италиялык окумуштуу **Галилео Галилей** (1564–1642) кыймылдагы нерсенин дароо токтой албастыгынын себебин – нерселердин инерциясын, нерселерди Жер шары өзүнө тартып турушун, натыйжада алардын эркин түшүшү, маятниктин термелүү мыйзам ченемдүүлүктөрүн ачты. Ньютон өз мезгилине чейинки окумуштуулардын механика боюнча иштерине, о. э., өзүнүн алып барган күзөтүү жана текшерүүлөрүнө негизделип, механикалык кыймыл жана нерселердин өз ара аракеттениши жөнүндөгү мыйзамдарды математикалык түрдө туюнтту жана бир системага келтирди. Натыйжада механика өз адынча илим катары ачыкка чыкты. Бул мыйзамдар илим-техниканын өнүгүүсүнө чоң салым кошту.

Классикалык механиканын түзүлүү жараяны коомдун руханий өсүүсүнө, жалпы адамзаттык өнүгүүсүнө чоң салым кошту. Эң биринчи ачылган физикалык мыйзам да механикага таандык болуп, аалам жөнүндөгү эң биринчи физикалык элестөөлөр ааламдын механикалык сүрөттөлүшү болгон. Механиканын өнүгүшү натыйжасында илимий ойлоонун жаңы усулу пайда болду, микро жана макро ааламдын сырлары чечилип, космосту ийгиликтүү өздөштүрүү башталды.

1. «Механика»нын өнүгүшүнө Орто Азиялык окумуштуулардын кошкон салымдары жөнүндөгү маалыматтарды жазып кел.
2. «Механика»нын өнүгүүсүнө салым кошкон дагы кайсы окумуштууларды билесиң?
3. Эмне үчүн физика илими техниканын негизи дейилет? Жообуңду мисалдар менен түшүндүр.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

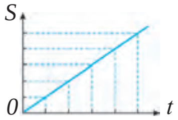
КИНЕМАТИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

Механика үч: кинематика, динамика жана статика бөлүмдөрүнөн турат. Алгач кинематика бөлүмү менен таанышасың. «Кинематика» нерселердин кыймылын алардын массалары жана таасир кылуучу күчтөрдү эске албастан үйрөнө турган механиканын бөлүмү эсептелет. Кинематика сөзү грекче *«kinematos»* сөзүнөн алынган болуп, *«кыймыл»* дегенди билдирет. Кийин механиканын нерселердин кыймылына алардын массасынын жана өз ара аракеттенишүүнүн байланышын үйрөнө турган бөлүмү – динамика менен таанышасың. Нерсени кыймылга келтириш үчүн ага белгилүү бир күчтөр таасир этиши керек. Бул күчтөрдүн кошулуу мыйзам ченемдүүлүктөрү менен вектордук чоңдуктар темасында таанышасың. Статикада болсо аракет этүүчү күчтөрдүн кошулуу мыйзам ченемдүүлүктөрү жана нерселердин тең салмактуулукта болуу шарттары үйрөнүлөт.

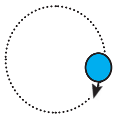
Сен кинематиканы үйрөнүүдө зарыл болгон түшүнүктөр (материалдык чекит, эсептөө системасы, траектория) жана чоңдуктар (жол, которулуш, ылдамдык, ылдамдануу) жөнүндө жалпы маалыматтар аласың. Ошону менен бирге бул бөлүмдө сен нерселердин кыймылы кандайча үйрөнүлүшү, кинематикага тиешелүү жөнөкөй маселелерди чыгарууну билип аласың. Ушул бөлүмдө берилген маалыматтар механиканын кийинки бөлүмдөрүн үйрөнүүдө да пайдаланылат.

I бөлүм.
МЕХАНИКАЛЫК КЫЙМЫЛ ЖӨНҮНДӨ ЖАЛПЫ МААЛЫМАТТАР

II бөлүм.
ТҮЗ СЫЗЫКТУУ КЫЙМЫЛ



III бөлүм.
БИР КАЛЫПТА АЙЛАНМА КЫЙМЫЛ



*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

I бөлүм. МЕХАНИКАЛЫК КЫЙМЫЛ ЖӨНҮНДӨ ЖАЛПЫ МААЛЫМАТТАР

1-§. НЕРСЕЛЕРДИН КЫЙМЫЛЫ

Механикалык кыймыл

2-сүрөт. Нерселердин механикалык кыймылы

Айланабызда велосипед, автомобиль жана адамдар жүрөт, асманда куш, вертолёт, самолёт жана ракеталар учат (2-сүрөт), суула балык, акула жана дельфиндер сүзөт, Жер Күндү, ал эми Ай Жерди айланат. Булардын бардыгы нерселердин кыймылына мисал болот. Нерсенин кыймылы белгилүү мыйзам-эрежелерге баш иет. Мисалы, окумуштуулар изилдөө натыйжаларына негизделип асман телолорунун кайсы убакытта мейкиндиктин кайсы жеринде болорун, Ай жана Күндүн качан тутулушун айтып бере алышат.

Ар кандай нерсенин күзөтүлүп жаткан кыймылы башка нерсеге салыштырмалуу болот. Мисалы автомобиль жол боюндагы дарак же үйгө, дарыянын суусу жээкке, самолёт жердеги имараттарга, асмандагы булуттарга салыштырмалуу кыймылдайт. Нерсенин кыймылы күзөтүүчүнүн абалына карай түрдүүчө болот.

Убакыттын өтүшү менен нерсенин мейкиндиктеги абалынын башка нерселерге салыштырмалуу өзгөрүшү *механикалык кыймыл* деп аталат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Кыймылдын салыштырмалуулугу

Адатта нерсенин абалы Жерге салыштырмалуу өзгөрбөсө, аны тынч турат дейбиз. Чындыгында, нерсенин тынч турган же кыймылдагы абалы салыштырмалуу. Кайыкта отурган адам кайыкка салыштырмалуу тынч болсо, дарыянын жээгине салыштырмалуу кыймылда болот. Жердеги бардык нерселер тынч турганга окшойт. Бирок алар Жер менен бирге Күндүн тегерегинде айланат, б. а. кыймылда болот. Белгилүү бир ылдамдыкта бара жаткан поезддин ичинде бараткан адам вагонго салыштырмалуу кичине ылдамдыкта баратса, сырттагы темир жолдун релсине салыштырмалуу чоң ылдамдыкта бараткан болот. Бул адамдын ылдамдыгы түрдүү нерселерге салыштырмалуу түрдүүчө болот. Башка нерселер болбосо, жалгыз бир нерсенин ылдамдыгы жөнүндө ой жүгүртүүнүн өзү туура эмес.

Бардык нерселердин кыймылы салыштырмалуу, алардын тынч туруусу да салыштырмалуу болуп саналат.

Эсептөө нерсеси

Кыймылдын салыштырмалуулугун эсепке алуу үчүн «эсептөө нерсеси» түшүнүгү киргизилген. Мисалы, адам жана автомобилдердин кыймылы же тынчтыгы Жерге салыштырмалуу алынат. Мында Жер — эсептөө нерсеси. Айланабыздагы башка бардык нерселердин тынч же кыймылдагы абалы мына ушул эсептөө нерсесине салыштырмалуу каралат. Жердин Күндү айлануусунда Күн эсептөө нерсеси болот.

Нерсенин кыймылы же тынч абалы кайсы нерсеге салыштырмалуу күзөтүлсө, ошол нерсе эсептөө нерсеси деп аталат.

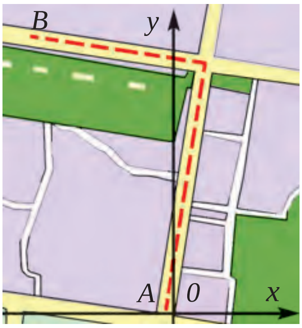
3-сүрөттө жерге салыштырмалуу 10 м/с ылдамдык менен бараткан платформанын үстүндө ушул багытта 1 м/с ылдамдык менен бараткан адам берилген. Адамдын кыймылы үчүн платформа эсептөө нерсеси деп алынса, анын ылдамдыгы 1 м/с болот. Эгерде эсептөө нерсеси катары Жер тандап алынса, адамдын ылдамдыгы 11 м/с болот (10 м/с + 1 м/с = 11 м/с). Жолдо бараткан автомобиль, поезд жана башкалардын кыймылында эсептөө нерсеси катары Жер шарынын ордуна анын бетинде туруктуу жайгашкан имарат, дарак сыяктууларды алуу мүмкүн. Мисалы, автомобилдин кыймылы жол боюндагы даракка салыштырмалуу күзөтүлсө, демек ушул нерсени эсептөө нерсеси деп алса болот.

3-сүрөт. Платформадагы адамдын кыймылы салыштырмалуу

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Эсептөө системасы



4-сүрөт. Автомобилдин кыймылын эки өлчөмдүү координатада сүрөттөө

Нерсенин механикалык кыймылы жөнүндө толук маалымат берүү керек болсун. Мисалы, автомобиль шаардын A пунктунан B пунктуна баруусун талдайлы. Анын тегиздиктеги кыймылын туюнтуу үчүн төмөнкү усулдан пайдаланышыбыз мүмкүн. Шаардын картасын алып, анда кыймыл башталган A пункт, б.а. эсептөө нерсесин табабыз (4-сүрөт). Бул чекиттен өтүүчү Батыштан Чыгышка жана Түштүктөн Түндүккө багытталган эки масштабы көрсөтүлгөн ок жүргүзөбүз. Муну менен эки өлчөмдүү координаталар системасын түзөбүз. Автомобиль жүргөн көчөлөр боюнча сызык жүргүзсөк, автомобилдин координата башына салыштырмалуу кыймыл жолунун схемасын сызган болобуз. Эми кыймыл учурунда автомобилдин координаталар башына салыштырмалуу каерде жана качан болгону так көрсөтүлсө, кыймыл жөнүндө толук маалымат берилген болот.

Эгерде учуп жаткан ракетанын координаттарын туюнтмакчы болсок, анын бийиктик боюнча кыймылы жөнүндөгү маалыматтарды да көрсөтүү керек болот. Ал үчүн тегиздиктеги координаталар системасында жогоруга багытталган жана координата башынан өтүүчү перпендикуляр ок жүргүзөбүз. Натыйжада үч өлчөмдүү координаталар системасы пайда болот.

Ракетанын кыймылын толук туюнтуу үчүн үч параметр көрсөтүлөт:

1) эсептөө нерсеси (бул мисалда Жер шары алынат);

2) координаталар системасы (координата борбору Жер шарында ракета учкан жердеги чекитке жайгаштырылат);

3) убакыт эсеби (ракета учуу траекториясынын белгилүү бир чекитинде кайсы убакытта болгону).

Эсептөө нерсеси, ага байланышкан координаталар системасы жана убакытты өлчөй турган курал менен бирге *эсептөө системасын* түзөт.

Мисалы, «Ласетти» машинасы үйдөн чыгып, 10 минутта түндүк багытта 8 км жол жүрдү. Мында «Ласетти»нин үйдөгү тынч абалы да, жолдогу кыймылы да Жерге салыштырылат. «Ласетти» үчүн Жер кыймылсыз болуп, эсептөө нерсеси болот. Айдоочу сааты жана спидометри жардамында 10 минутта канча аралыкты басып өткөнүн аныктоо мүмкүн. Мында үй – координата башы, басып өткөн 8 км болсо координата

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

башына салыштырмалуу басып өтүлгөн жол. Демек, «Ласетти»-нин кыймылында Жер – эсептөө нерсеси, үй – координата башы, айдоочудагы саат – убакытты өлчөөчү аспап болот. Алар биригип эсептөө системасын түзүп, бул кыймыл жөнүндөгү толук маалыматты туюнтууга жардам берет.

Таяныч түшүнүктөр: механикалык кыймыл, кыймылдын салыштырмалуулугу, эсептөө нерсеси, координаталар системасы, эсептөө системасы.

1. Грек окумуштуусу Птолемей Күн Жерди айланат, деп эсептеген. Ал эми польшалык окумуштуу Коперник болсо Жер Күндүн айланасында айланат, деген ойду илгери сүргөн. Сенинче, кайсы биринин ою туура? Өз пикиринди негиздеп бер.
2. Бирдей бышыктыкка ээ болгон, бышырылган бирдей эки жумуртка алабыз. Алардын бирдей жактарын бири-бирине туштап, биринчисин тынч абалда кармап турабыз жана экинчиси менен биринчисине урабыз. Сенинче, мында тынч турган жумуртка сынабы же сокку бергениби?

2-§. МЕЙКИНДИК ЖАНА УБАКЫТ

Мейкиндиктин чексиздиги

Ааламда бар болгон бардык нерселер мейкиндикте жайгашкан. Мейкиндикти ээлебеген жана андан сыртта болгон бир да объект жок жана болушу да мүмкүн эмес. Тактап айтканда, мейкиндик материя менен үзгүлтүксүз байланышкан. Мейкиндик чексиз жана чек арасыз. Мейкиндик жөнүндөгү элестөөнү математикалык гана көрүнүштө – сандар менен туюнтабыз. Демек, асмандагы нерселердин арасынан андан да башка алыста жайгашкандары бар. Биз асмандагы жылдыздардын 3 миңин гана көрө алабыз. Жарык нуру 1 секундда 300 000 км аралыкты басып өтөт. Ушундай ылдамдыкта эң жакын жылдыз (Центавр)дын нуру бизге 4 жылда жетип келет. Бул аралыктын канчалык чоң экенин эсептөөлөр гана көрсөтөт. Ушул жылдызга чейинки аралыкты эсептеп көрөлү:

Берилген:	*Формула:*	*Чыгарылышы:*
$t = 4$ жыл $\approx 126\,230\,400$ с; $v = 300\,000$ км/с.	$s = vt$.	$s = 300\,000$ км/с $\cdot$ $126\,230\,400$ с = $= 37\,869\,120\,000\,000$ км.
Табуу керек: $s = ?$		*Жообу:* $s = 37\,869\,120\,000\,000$ км.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Элестетип көр, саатына 1000 км ылдамдыкта уча турган самолётто Жерден ошол жылдызга баруу керек болсун. Эсептөөлөр көрсөткөндөй, ал үчүн 4300 жылдан көп убакыт тынымсыз учуу керек болот.

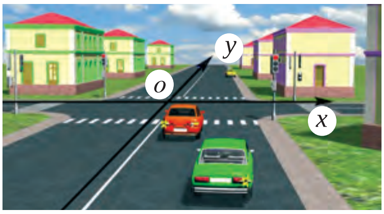
Бизге көрүнө турган жылдыздар артында сан жеткис жылдыздар бар. Мейкиндикте бири-бирине салыштырмалуу жакын жылдыздар системасы галактиканы түзөт. Биз эң күчтүү аспаптардан пайдалансак да, мейкиндиктин кичине бир бөлүгүн гана көрө алганыбыз себептүү, галактикалардын так санын билүү кыйын. Окумуштуулардын ою боюнча Күн системасы орун алган биздин галактикада 200 дөн 400 млрд.га чейин жылдыз бар. Жарык ылдамдыгында кыймылдаса, галактикабыздын бир четинен экинчи четине баруу үчүн 100 миң жыл керек экен. Ал эми чексиз мейкиндикте 100 дөн 200 млрд га чейин галактикалар бар болуп, ар бир галактикада жүз млрд. даган жылдыздар бар деп эсептелүүдө. Эң алыста табылган галактиканын жиберген нуру бизге дээрлик 10 млрд. жылдан кийин жетип келет. Мейкиндиктин канчалык кеңдигин элестетип көрдүң. Демек, мейкиндик чексиз.

Мейкиндикти үч өлчөмдүү координаталарда сүрөттөө

5-сүрөт. Түз сызыктуу кыймылды бир өлчөмдүү координатада сүрөттөө

Түз туура жолдо бараткан автомобилдин кыймылын чиймеде туюнтуу үчүн масштабы көрсөтүлгөн бир түз сызык жетиштүү (5-сүрөт). Темир жолдун түз сызыктуу бөлүгүндөгү поезддин кыймылын туюнтууга да бир өлчөмдүү координата огу керек. Мында кыймылдагы нерсе оң же солго, о.э. жогоруга же ылдыйга кыймылдабаганы үчүн кошумча координата октору керек эмес, анын кыймылын бир өлчөмдүү координаталарда туюнтуунун өзү жетиштүү.

Түз жолдо бараткан автомобиль эки жолдун кесилишинде солго же оңго бурулушу, б. а. түз сызыктуу кыймылынан четтеши мүмкүн. Жердин бетин тегиз деп алсак, анда адам, велосипед, автомобилдердин кыймылы эки өлчөмдүү болот. Эки өлчөмдүү кыймылдагы нерсенин кыймылын, мисалы, автомобиль кыймылын координаталар тегиздигинде сүрөттөө мүмкүн (6-сүрөт).



6-сүрөт. Тегиздиктеги кыймылды эки өлчөмдүү координатада сүрөттөө

Куш жерде, б. а. тегиздикте да жүрөт, асманда, мейкиндикте да учат. Анын жердеги кыймылы эки өлчөмдүү, асманда учушу үч

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

өлчөмдүү болот. Куштун мейкиндиктеги үч өлчөмдүү кыймылын координаталар системасында сүрөттөө мүмкүн. Самолёттун учушу кыймыл багытына салыштырмалуу тандап алынган үч өлчөмдүү координаталар системасында туюнтулат (7-сүрөт). Аба шарынын асмандагы, деңиз жаныбарларынын суу астындагы кыймылын туюнтуу үчүн да үч өлчөмдүү координаталар системасы керек.

7-сүрөт. Самолёттун кыймылын үч өлчөмдүү координатада сүрөттөө

Мейкиндиктин негизги касиеттери: чындан да бар экендиги, материядан бөлүнгүстүгү (ааламда мейкиндик менен байланышпаган бир да объект жок), чексиздиги, үч өлчөмдүүлүгү (бардык физикалык объекттердин узуну, туурасы жана бийиктиги бар).

Убакытты бир өлчөмдүү координаталарда сүрөттөө

Ар кандай жараян, окуя, кубулуш белгилүү бир мейиндик жана убакытта болуп өтөт. Нерсе өз абалын мейкиндикте гана эмес, о.э., убакыт боюнча да өзгөртөт. Убакытты өлчөө үчүн кайталанып туруучу окуянын кайталануу узактыгынан пайдаланылат. Мисалы, Жердин өз огу айланасында бир жолу айлануу убактысын 24 саат деп же Күндү бир жолу айланып чыгуу убактысын бир жыл деп алууга келишилген. Бир жыл 31 556 926 секундга барабар. Андыктан 1 с өтүү мезгили Жердин Күндү толук бир жолу айлануу мезгилинин 31 556 926 дан бирге тең. Азыркы маалда убакытты өтө чоң тактыкта өлчөй турган кварц жана молекулалык сааттар иштетилет. Алар убакытты секунддун триллиондон бир бөлүгүнчө тактыкта өлчөшү мүмкүн. Убакыттын өзү бир өлчөмдүү координаталарда туюнтулуп, ал өтмүштөн келечекке карай өсүп баруучу чоңдук катары каралат (8-сүрөт). Нерселердин кыймылын мейкиндик жана убакыттан бөлүп элестетип болбойт. Ошондуктан да нерселердин барлыгы жана алардын кыймылдары мейкиндикте жана убакыттын өтүшү менен болуп өтөт, деп каралат.

8-сүрөт. Убакытты бир өлчөмдүү координатада сүрөттөө

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Убакыт – окуялардын удаалаш өзгөрүү тартибин жана жараяндардын узактыгын туюнта турган чоңдук. Убакыт эл аралык бирдиктер системасында (ЭБС) секунддарда өлчөнөт.

Бизди, нерсенин мейкиндиктеги абалынын убакытка байланыштуулугу кызыктырат.

Таяныч түшүнүктөр: мейкиндик, галактика, убакыт, бир өлчөмдүү координатада, эки өлчөмдүү координатада жана үч өлчөмдүү координатада туюнтула турган кыймыл, үч өлчөмдүү координатадагы мейкиндик.

1. Элестетип, 99-беттеги маалыматтардан пайдаланып, самолётто Айга жана Күнгө баруу үчүн канча убакыт учуу керектигин эсепте.

3-§. КИНЕМАТИКАНЫН НЕГИЗГИ ТҮШҮНҮКТӨРҮ

Механиканын нерсенин кыймылын анын массасы жана аны кыймылга келтирүүчү себептер эске алынбаган түрдө үйрөнө турган бөлүмү кинематика деп аталат.

Кинематиканын негизги милдети – нерселердин каалаган учурдагы координаталарын аныктоо. Нерсенин координаталарынын убакытка болгон байланышы жөнүндөгү маалыматтар, мисалы, графикалык, жадыбал же формула түрүндө берилиши, о.э., сөздөр менен туюнтулушу мүмкүн. Бул маалыматтарды билип, ушул нерсенин каалаган учурдагы мейкиндиктеги орду так айтып берилет. Ал үчүн бир топ жаңы түшүнүктөр менен таанышып алышыбыз керек.

Материалдык чекит

Алыста бараткан автомобилдин формасы так көрүнбөйт, ал өтө кичине, атүгүл чекит болуп көрүнүшү мүмкүн. Чынында кичинекей кумурскага микроскоп менен карасак ал чоң жырткыч болуп көрүнөт. Нерселердин кыймылын үйрөнүүдө бир топ жөнөкөйлөштүрүүлөрдөн пайдаланылат. Алардан бири кыймылдагы нерсенин өлчөмдөрүн эсепке албастан, аны материалдык чекит деп алуудан турат.

Белгилүү бир шартта өлчөмү жана формасы эсепке алынбаса да боло турган нерсе материалдык чекит деп аталат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Узундугу 4 м болгон автомобилдин 10 км аралыкты басып өтүүдөгү кыймылын үйрөнүүдө аны материалдык чекит деп кароо мүмкүн, анткени автомобиль басып өтө турган аралык анын узундугунан 2500 эсе чоң. Ушул сыяктуу, самолёттун алыс аралыкка учушу каралып жатканда аны материалдык чекит деп эсептөө мүмкүн. Бир эле нерсе бир учурда материалдык чекит деп каралса, башка учурда аны материалдык чекит деп кароого болбойт. Мисалы, окуучу мектепке бара тканда үйүнөн 1 км аралыкты басып өтсө, бул кыймылда аны материалдык чекит деп кароо мүмкүн. Бирок ушул окуучу эртең мененки гимнастика көнүгүүлөрүн аткарып жатканда аны материалдык чекит деп болбойт. Китепти сумкадан алып столго коюу жараянын сүрөттө туюнтууда аны кайсы жагы менен койгонубузду көрсөтө алабыз. Бирок мектепке алып кетилип жаткан китеп чиймеде өтө кичине чекит болуп калат. Мында аны материалдык чекит деп алуу мүмкүн.

Материалдык чекит түшүнүгүнөн кыймылдагы нерсенин өлчөмү басып өтүлгөн аралыкка салыштырмалуу өтө кичине болгондо гана эмес, о.э., талданып жаткан нерсенин өлчөмү ага салыштырмалуу каралып жаткан башка бир нерсеге чейинки аралыкка караганда өтө кичине болгондо да пайдаланылат. Жер шары чоң. Бирок Жердин Күндү айланууси үйрөнүлүп жатканда аны да материалдык чекит деп кароо мүмкүн.

Траектория

Доскага бордо сызганда, кар баскан жолдо автомобиль жүргөндө, түндө асманда метеор учканда алар из калтырат. Бор, автомобиль жана метеордун калтырган изи кыймыл траекториясы болот.

9-сүрөт. Метеордун кыймыл траекториясы

Нерселердин кыймылында дайыма эле из кала бербейт. Алсак, асманда учуп бараткан метеор из калтырса, трамплинден секирип жаткан спортчу из калтырбайт. Спортчу, тебилген топ, адам, машиналардын, асмандагы куш жана самолёттордун кыймылы учурунда изи көрүнбөсө да, алардын изин үзгүлтүксүз сызык деп элестетүү мүмкүн.

Материалдык чекиттин өз кыймылы учурунда мейкиндикте сызган үзгүлтүксүз сызыгы *траектория* деп аталат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

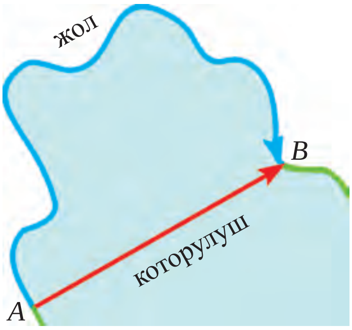
Жол жана которулуш

Нерсенин траекториясын чоңдугу боюнча баалоо үчүн физикалык чоңдук – жол кабыл алынган.

Нерсенин кыймыл траекториясы боюнча басып өткөн аралыгы, таректориянын узундугу жол деп аталат жана *s* тамгасы менен белгиленет.

Жолдун, узундуктун чен бирдиги катары метр кабыл алынган. Анын үлгүсү – эталону кылып Париждеги Эл аралык Өлчөөлөр Бюросунда сактала турган платина-иридийден даярдалган атайын өзөктүн (стержен) узундугу кабыл алынган. Айрым учурларда нерсенин басып өткөн жолу эмес, ал кыймылды кайсы чекиттен баштап, кайсы чекитте токтогону маанилүү.

Нерсенин кыймылындагы баштапкы жана акыркы абалын туташтыруучу багытталган кесинди *которулуш* деп аталат.



10-сүрөт. Жол жана которулуш

Сен көл бойлоп A чекиттен B чекитке жасаган кыймылыңда ийри сызыктуу траектория боюнча 100 м жолду басып өттүң (10-сүрөт). Мында которулуш A чекиттен B чекитке чейинки аралыкка, б.а. 40 м ге тең болот. Ал эми досуң кайыкта A чекиттен B чекитке түз сызык бойлоп сүзүп өтсө, траектория жана которулуш дал келип, 40 м ди түзөт. Ташкенттен Андижанга которулуу 245 км болгон абалда, автомобиль Ташкенттен Андижанга баруу үчүн 380 км жолду басып өтөт. Түз сызыктуу кыймылда жол менен которулуш өз ара тең болот.

Механикалык кыймыл

11-сүрөт. «Матиз»деги алга умтулуучу жана айланма кыймылдын багыты

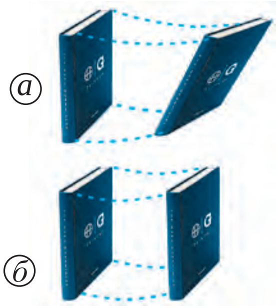
Жөнөкөйлөштүрүү максатында нерселердин кыймылы үч түргө бөлүп үйрөнүлөт: алга умтулуучу, айланма жана термелүүчү. Автомашинанын корпусу алга умтулуучу кыймыл жасаса, дөңгөлөктөрү айланат (11-сүрөт). Ал эми мотордогу поршендер термелүү кыймылын жасашат, десе болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Алга умтулуу кыймылы

Эгерде нерсе алга умтулуучу кыймыл жасаса, анын кыймылын туюнтуу үчүн нерсенин бир чекитинин кыймылын туюнтуу жетиштүү. Мисалы, столдун үстүндөгү китепти бир жерден экинчи жерге түрдүүчө которуу мүмкүн (12-сүрөт). (*a*) абалда анын кырлары түрдүүчө кыймылдайт. (*b*) абалда китептин кырларынын кыймыл траекториясы бирдей болот, б.а. китептин төрт бурчунун траекториялары өз ара дал келишет. Китептин экинчи абалдагы кыймылы алга умтулуу кыймылына мисал боло алат. Мында китептин кырлары гана эмес, башка каалаган чекиттери да бирдей кыймылдайт.



12-сүрөт. Китептин алга умтулууда болбогон (*a*) жана алга умтулуу (*б*) кыймылы

Велосипед же моторлуу кайыктагы адам алга умтулуучу кыймыл жасайт. Бирок велосипеддин дөңгөлөгү жана мотордун калактарынын кыймылы буга мисал боло албайт.

Кыймыл учурунда нерсенин бардык чекиттери бирдей которулса, мындай кыймыл алга умтулуучу кыймыл дейилет.

Алга умтулуу кыймылында нерсенин каалаган эки чекитинен ой жүзүндө жүргүзүлгөн түз сызык өз-өзүнө параллель боюнча калат.

Жогоруга көтөрүлүп жаткан лифт, учуп бараткан самолёт жана ракета алга умтулуучу кыймыл жасашат. Бактагы айланма селкинчектин кабинасы айлануу кыймылын жасайт (13-сүрөт). Бирок ошону менен эле бир мезгилде ал алга умтулуу кыймылында да болот. Анткени кабинанын каалаган эки чекитинен жүргүзүлгөн түз сызык өзүнө-өзү параллель түрдө которулат.

Алга умтулуу кыймылын жасап жаткан нерсенин кыймылы үйрөнүлүп жатканда анын бир гана чекитинин кыймылын кароо жетиштүү болот. Ошондуктан, алга умтулуу кыймылындагы нерсени материалдык чекит деп алуу мүмкүн. Алга умтулуучу кыймыл түз сызыктуу жана ийри сызыктуу болушу мүмкүн. Нерселердин кыймылын үч түргө: алга умтулуучу, айланма жана термелүү кыймылдарына бөлүү шарттуу болуп, бул татаал кыймылдарды талдоону жеңилдетет жана математикалык түрдө туюнтуу мүмкүнчүлүгүн берет.

13-сүрөт. Айланма селкинчек кабиналарынын алга умтулуучу кыймылы

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Таяныч түшүнүктөр: материалдык чекит, траектория, жол, которулуш, алга умтулуучу кыймыл.

1. Бир нерсени күзөтүлүп жаткан түрдүү жараяндардын биринде материалдык чекит деп алуу мүмкүн болгон, экинчисинде болсо мүмкүн болбогон абалдарга бир канча мисал жаз.
2. Үйүңдөн мектепке чейин баруу траекториясын жана которулушун чиймеде сызып, алардын арасындагы аралыктардын айырмасын чамалап көр.

4-§. СКАЛЯРДЫК ЖАНА ВЕКТОРДУК ЧОҢДУКТАР, АЛАРДЫН ҮСТҮНДӨ АТКАРЫЛУУЧУ АМАЛДАР

Скалярдык чоңдуктар

Физикалык чоңдуктарды эки топко – скалярдык жана вектордук чоңдуктарга ажыратуу мүмкүн.

Багытынын мааниси болбогон, сандык мааниси менен гана аныктала турган чоңдуктар *скалярдык чоңдуктар* деп аталат.

Көлөм, убакыт, жол, масса, энергия сыяктуу физикалык чоңдуктар скалярдык чоңдуктар болушат. Алардын үстүндө амалдар сандар сыяктуу аткарылат. Мисалы, биринчи нерсенин массасы $m_1 = 8$ кг, экинчи нерсенин массасы $m_2 = 4$ кг болсо, алардын жалпы массасы:

$$m_1 + m_2 = 8 \text{ кг} + 4 \text{ кг} = 12 \text{ кг}.$$

Ушул эки нерсенин массаларынын арасындагы айырма:

$$m_1 - m_2 = 8 \text{ кг} - 4 \text{ кг} = 4 \text{ кг}.$$

Мына ушинтип биринчи нерсенин массасы экинчисиникинен канча эсе көп экендигин да аныктоо мүмкүн. Мындан сырткары, нерсенин массасын кандайдыр санга көбөйтүү же бөлүү мүмкүн. Мисалы, $m = 12$ кг болсо, аны 3 кө көбөйтүү жана бөлүү төмөнкүдөй аткарылат:

$$m \cdot 3 = 12 \text{ кг} \cdot 3 = 36 \text{ кг}; \quad m : 3 = 12 \text{ кг} : 3 = 4 \text{ кг}.$$

Түз сызыктуу кыймылда нерсе каерден кыймылды баштады, кайсы жакка кетти жана басып өтүлгөн жолдун сандык маанисин билүү бул нерсенин кыймыл аягындагы абалын аныктоо үчүн жетиштүү.

Вектордук чоңдуктар

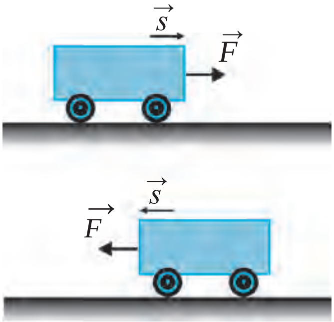
Айрым физикалык чоңдуктар менен иштегенде алардын сандык маанисин билүү аздык кылат, алардын багыты да өзгөчө мааниге ээ болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Мисалы, нерсе s = 5 м аралыкка которулду, десек жетиштүү болбойт. Мында которулуштун багыты да белгилүү болушу керек. Ошондо нерсе кайсы жакка жана каерге которулгандыгын толук элестетүү мүмкүн.

Столдун үстүндө турган арабачага белгилүү бир күч таасир этүүдө, деп айтуу жетишсиз. Бул күч нерсеге солдон оңго карай багытта таасир кылганда арабача оңго, ондон солго карай таасир кылса, солго карай кыймылдайт (14-сүрөт). Эгерде күч арабачага жогорудан ылдыйга таасир этсе, арабача кыймылдабайт.



14-сүрөт. Кыймыл багытынын күчтүн багытынан көз карандылыгы

Күч, ылдамдык, которулуш сыяктуу физикалык чоңдуктар вектордук чоңдуктар болушат. Бул чоңдуктарды үйрөнүүдө сандык маанисинен сырткары алардын багытын да билүү маанилүү.

Сандык маанилери жана багыттары менен аныктала турган чоңдуктар *вектордук чоңдуктар* деп аталат.

Адатта, вектордук чоңдуктардын үстүнө багыттуу сызыкча (жебе) коюлат. Мисалы, күч – $\vec{F}$, ылдамдык – $\vec{v}$, которулуш – $\vec{s}$ түрүндө жазылат. Вектордук чоңдуктун санын гана көрсөтмөкчү болсок, анын сандык мааниси мындайча туюнтулат:

$$|\vec{F}| = 2\text{ N}, |\vec{v}| = 10\text{ м/с}, |\vec{s}| = 5\text{ м}$$
$$\text{же } F = 2\text{ N}, v = 10\text{ м/с}, s = 5\text{ м}.$$

Вектордук чоңдук чиймеде узундугу сандын маанисине тең багыттуу кесинди түрүндө көрсөтүлөт.

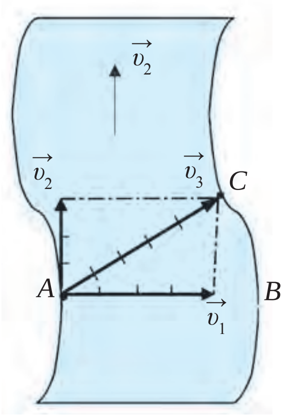
Вектордук чоңдуктарды кошуу жана кемитүү

Дарыянын A чекитинен B чекитине карай v_1 ылдамдыкта сүзүп өтмөкчү болгон сүзүүчүнүн кыймылын карап чыгалы (15-сүрөт). Сүзүүчү В чекитке карай сүзүүдө, бирок v_2 ылдамдыктагы дарыянын агымы таасиринде ал наркы жээктин C чекитине барып калат. Сүзүүчү A дан B га жетип алуу үчүн сарптаган t убакытта дарыя суусу B дан C га чейинки аралыкты өтөт. Сүзүүчү өзүнүн $\vec{v}_1$ ылдамдыгына суунун $\vec{v}_2$ ылдамдыгы кошулуусунун натыйжасы болгон $\vec{v}_3$ ылдамдыкта дарыяны сүзүп өтөт. Вектордук көрүнүштө муну мындайча туюнтуу мүмкүн:

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_3.$$

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



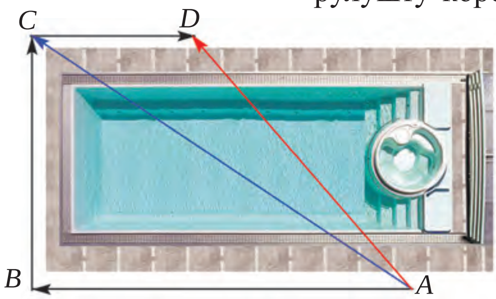
15-сүрөт. Сүзүүчүнүн дарыядан өтүшүнүн вектордук туюнтулушу

Вектордук чоңдуктардын үстүндө амалдарды жөнөкөй сандар менен аткарылуучу амалдар сыяктуу аткарып болбойт. Мисалы, *AB* кесинди 4 м, *BC* кесинди 3 м болсо, бул векторлордун суммасы 4 м + 3 м = 7 м эмес, тескерисинче 5 м ге тең болот. 16-сүрөттөгү *A* чекиттен суу бассейнин айланып, *B* жана *C* чекиттер аркылуу *D* чекитке баруу жолун чиймеде туюнтуп көрөлү. *AB* векторго *BC* вектор кошулганда *AC* вектор пайда болду:

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}.$$

AB жана *BC* вектор боюнча жүргөндө пайда болгон сумма *AC* вектор *A* чекиттен *C* чекитке которулушту көрсөтөт. *AC* векторго *CD* вектор кошулганда *AD* вектор пайда болду:

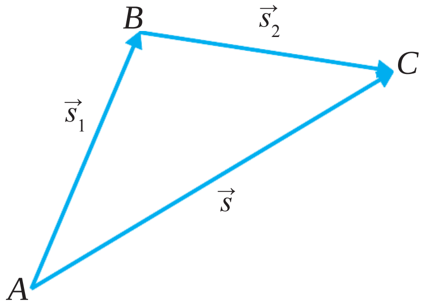
$$\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CD} = \overrightarrow{AD}.$$



16-сүрөт. Имаратты айланып өтүүнүн чиймеси

A чекиттен *B* жана *C* аркылуу *D* чекитке баруу үчүн көп аралык басып өтүлдү, ал эми которулуш болсо болгону *A* чекиттен *D* чекитке чейин болду:

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} = \overrightarrow{AD}.$$



17-сүрөт. $\vec{s}_1$ жана $\vec{s}_2$ векторлорду кошуу

Демек, вектордук чоңдуктун саны гана эмес, багыты да чоң мааниге ээ экен. Башка бир мисалды карайлы. Мисалы, *A* чекитте турган нерсе түз сызык менен 4 м жолду басып, *B* чекитке, кийин В чекиттен 3 м жолду басып, *C* чекитке которулсун (17-сүрөт). Нерсенин баскан жолун s_1 жана s_2 менен белгилесек, $s_1 = 4$ м жана $s_2 = 3$ м болот. Нерсенин *A* дан *B* га, анан *B* дан *C* чекитке которулушу $\vec{s}_1 + \vec{s}_2$ көрүнүшүндө болот. Бул которулуш *A* чекиттен *C* чекитке түз которулуш $\vec{s}$ ке тең:

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

Бул усулда кошуу үч бурчтуктар усулунда кошуу эрежеси деп аталат. Аны мындайча мүнөздөө мүмкүн:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

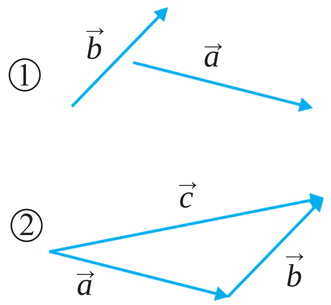
Эки векторду кошуу үчүн биринчи вектордун аягына экинчи вектордун башы коюлат жана биринчи вектордун башынан экинчи вектордун аягына багытталган вектор жүргүзүлөт. Ушул вектор эки вектордун суммасы болот.

Каалагандан багыттагы a жана b векторлору берилген болсун. Алардын суммасы:

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} \qquad (2)$$

векторун табуу 18-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Багыттуу түз сызык физикалык чоңдуктун багытын гана эмес, о. э. сандык маанисин да туюнтат. Багыттуу сызыктын узундугу канча чоң болсо, берилген физикалык чоңдук ошончолук чоң мааниге ээ болот.



18-сүрөт. $\vec{a}$ жана $\vec{b}$ вектор-лор (1), алардын суммасы $\vec{c}$ вектор (2)

Кемитүү амалы кошууга тескери амал болгондуктан 18-сүрөттө $\vec{c}$ вектордон $\vec{a}$ вектор кемитилсе, $\vec{b}$ пайда болот. Мында:

$$\vec{c} - \vec{a} = \vec{b}. \qquad (3)$$

Бир вектордон экинчи векторду кемитүү үчүн эки вектордун баштары бир чекитке коюлат жана экинчи вектордун учунан биринчисинин учуна карай вектор жүргүзүлөт. Ушул вектор эки вектордун айырмасы болот.

Демек, векторлорду кошуу жана кемитүүдө багыттуу сызыктын узундугу жана багытын өзгөртпөгөн түрдө векторлордун башы жана аягын кандай жайгаштырууга маани бериш керек экен.

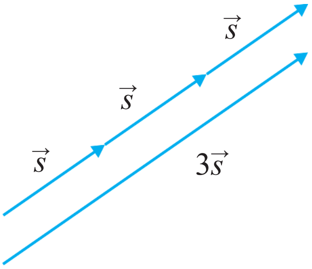
Багыты жана сандык мааниси бирдей болгон векторлор *тең векторлор* деп аталат.

Вектордук чоңдуктарды санга көбөйтүү жана бөлүү

Нерсе кайсы бир багытта түз сызыктуу кыймылдап s жолду басып өтсө, анын которулушу s векторго тең болот: $s = \vec{s}$. Нерсе өз багытын өзгөртпөй ушундай s жолду дагы эки жолу басып өтсүн. Мында ал басып өткөн жол $s + s + s = 3s$, которулушу $\vec{s} + \vec{s} + \vec{s} = 3\vec{s}$ болот (19-сүрөт). Демек, $\vec{s}$ ти 3 жолу көбөйтсө, $3\vec{s}$ вектор алынат. Натыйжада вектордун багыты өзгөрбөйт.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



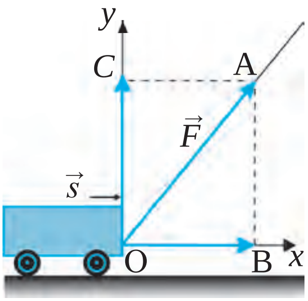
19-сүрөт. $\vec{s}$ вектордун 3 кө көбөйтүндүсү

Вектордук чоңдук оң санга көбөйтүлсө, анын мааниси ошончо жолу артат, ал эми багыты өзгөрбөйт.

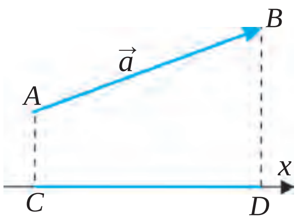
Мында вектордук чоңдук көбөйтүлө турган сан оң болушу керек. Ушул сыяктуу вектордук чоңдукту оң санга бөлсө да болот. Эгерде терс санга көбөйтүлсө же бөлүнсө, багыт тескериге өзгөрөт.

Вектордук чоңдук оң санга бөлүнсө, анын мааниси ошончо жолу азаят, ал эми багыты өзгөрбөйт.

Вектордук чоңдуктардын проекциясы



20-сүрөт. Арабачага таасир этип жаткан күчтүн проекциясы



21-сүрөт. Каалагандай багыттагы вектордун проекциясы

Араба кыймыл багытына салыштырмалуу кандайдыр бир бурч астында $\vec{F}$ күч менен тартылып жатат (20-сүрөт). Бул күч арабачаны вертикаль жана горизонталь багыттарда тартат. Ага кыймыл багытында таасир этүүчү күчтүн мааниси кандай?

Арабанын кыймыл багыты боюнча *Ox* огун жүргүзөбүз. Мында *O* чекит $\vec{F}$ вектордун башына туура келсин. $\vec{F}$ вектордун аягындагы А чекиттен *Ox* огундагы *B* чекитке перпендикуляр түшүрөбүз. Алынган *OB* кесинди $\vec{F}$ вектордун *Ox* огундагы проекциясын берет. Кыймыл багытында арабага таасир этип жаткан күч ушул *OB* проекциясынын узундугуна тең болот. Мисалы, бурч астында таасир этип жаткан күчтүн мааниси $|\vec{F}| = 5$Н болсун. Бул күчтүн проекциясы болсо 3Н го тең болушу мүмкүн. Арабага кыймыл багытында таасир этип жаткан күч мына ушул 3Н го тең болот.

Эми $\vec{F}$ күч арабачаны жогоруга кандай күч менен тартып жатканын билүү үчүн *A* чекиттен *Oy* огунун *C* чекитине перпендикуляр жүргүзөбүз. Алынган $\overrightarrow{OC}$ вектордун узундугу вертикаль аракет этүүчү күчкө тең. Анын мааниси 4 Н болушу мүмкүн.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

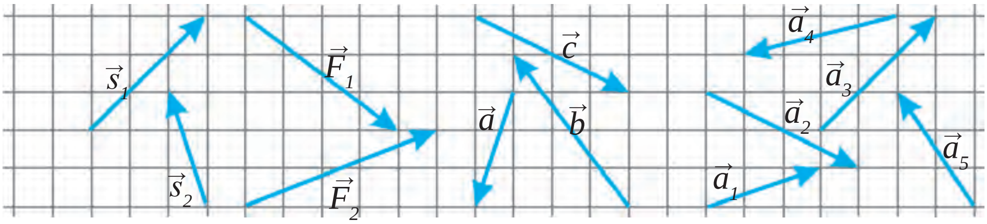
Каалагандай багыттагы $\vec{a}$ вектордун Ox огундагы проекциясын табалы (21-сүрөт). Ал үчүн вектордун башы A жана аягы B дан Ox огунун C жана D чекиттерине эки перпендикуляр түшүрүлөт. Алынган CD кесинди $\vec{a}$ вектордун Ox огундагы проекциясы болот.

Таяныч түшүнүктөр: скалярдык чоңдук, вектордук чоңдук, векторлордун суммасы, векторлордун айырмасы, векторду санга көбөйтүү, векторду санга бөлүү, вектордун проекциясы (түзүүчүсү).

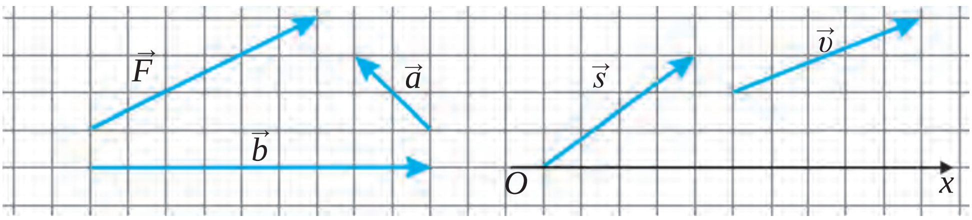
1. Үйүңдөн мектепке чейинки жүргөн жолуңду вектордук көрүнүштө туюнтуп, бул векторлордун суммасын тап.

М 1

1. 22-сүрөттө көрсөтүлгөн *а*) $\vec{s}_1$ жана $\vec{s}_2$; *б*) $\vec{F}_1$ жана $\vec{F}_2$; *в*) $\vec{a}$, $\vec{b}$ жана $\vec{c}$; *г*) $\vec{a}_1$, $\vec{a}_2$, $\vec{a}_3$, $\vec{a}_4$ жана $\vec{a}_5$ векторлордун суммасын дептериңде сыз.
2. 22-сүрөттө көрсөтүлгөн: а) $\vec{s}_1$ вектордон $\vec{s}_2$ вектордун айырмасын; *б*) $\vec{F}_1$ вектордон $\vec{F}_2$ вектордун айырмасын дептериңе сыз.
3. 23-сүрөттө көрсөтүлгөн: а) $\vec{F}$ векторду 2 ге көбөйт; *б*) $\vec{a}$ векторду 5 ке көбөйт; *в*) $\vec{b}$ векторду 3 кө бөл.
4. 23-сүрөттө көрсөтүлгөн $\vec{s}$ жана $\vec{v}$ векторлордун Ox окко проекциясын дептериңе сыз.



22-сүрөт. Суммасы жана айырмасы аныктала турган векторлор



23-сүрөт. Санга көбөйтүлө жана бөлүнө турган, проекциясы аныктала турган векторлор

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

I БӨЛҮМГӨ ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА СУРОО ЖАНА МАСЕЛЕЛЕР

1. Бир калыпта сүзүп бараткан кеменин тумшугунда турган жаа аткыч кеменин арткы бөлүгүнө орнотулган бутага, кеменин арткы бөлүгүндөгү дал ушундай жаа аткыч мерген тумшуктагы бутага ок атса, кайсы бирини огу бутага тез жетип барат?

2. Поезддин купесинде отуруп бараткан жолоочу: «Мен тынч отурам, ал эми сырттагы рельс жана дарактар мага салыштырмалуу кыймылдап жатышат», – десе, поезддин машинисти: «Мен паравоздо отун сарптап, поездди жүргүзүп жатам. Сырттагы рельс жана дарактар тынч турат», – дейт. Сениңче кимдин сөзү туура?

3. Эгерде поезд экватордо батыштан чыгышты көздөй белгилүү бир ылдамдыкта бараткан болсо, ал Жердин чыгыштан батышты көздөй саатына эки миң километр ылдамдыкта өз огу айланасында айланып жаткан кыймылын бир аз болсо да азайтып жаткандыр? Сен эмне деп ойлойсуң?

4. Тынч турган вагондун ичинде жогоруга секирсек, секирген ордубузга кайтып түшөбүз. Эгерде түз сызыктуу бир калыпта кыймылдап жаткан вагондун ичинде ушундай секирсек, каерге түшөбүз? Секирген ордубузгабы же кыймыл багытына карама-каршы жаккабы? Кайсы бир жүктү кыймыл багытында ыргытуу үчүн вагон тынч турганга караганда көбүрөөк күч керектелет. Кыймыл багытына карама-каршы багытта ыргытуу үчүнчү?

5. Элестет, досуң менен кеменин бөлмөлөрүнөн бирине кирип алдың. Сырт сага көрүнбөйт. Уктоого жатканыңда кеме токтоп турган болчу. Ойгонгонуңда ал токтоп турганы же түз сызыктуу бир калыпта сүзүп баратканын билүү үчүн эмне кыласың?

6. Түтүктүн астыңкы бөлүгүн бүгүп, бүгүлгөн учун тез агып жаткан суунун агымына каршы орнотсок, анын суунун бетинен жогорураактагы учунан суу чыгып жатканын көрүү мүмкүн. Төмөнкү көйгөйдү чеч. Поездге станцияда суу алуу керек, бирок токтогонго убакыт жок. Жогорудагы усулдан пайдаланып, токтобостон поездге суу чогултуп алууга болобу?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

7. Вертолёт горизонталь багытта чыгышка 10 км, кийин түштүк тарапка 8 км, андан соң батышка карай 12 км, ал эми аягында түндүк жакка 8 км учту. Вертолёттун басып өткөн жолун жана которулушун тап.

8. Көлгө калың туман түшкөн жана анын жээктери көрүнбөйт деп элестет. Көлдөгү кайыктын кыймыл багытын көрсөтүү мүмкүнбү?

9. Кайык дарыянын агымына перпендикуляр түрдө кесип өтүүдө. Дарыяда суу жээкке салыштырмалуу дарыянын агымы ылдамдыгында агат. Кайыктын кыймылын эки адам күзөтүп турат. Алардан бири жээкте тынч турат, ал эми экинчиси агымды бойлой сүзүп бараткан бараткан салда турат. Эки байкоочу кайыктын которулушу жана ага кеткен убакытты өлчөйт.

Алардын алган натыйжалары бири-биринен кандай айырмаланат? Кайсы көрсөткүчтөрү бирдей болот?

10. Төмөнкү кайсы абалдарда Жерди материалдык чекит деп кароого болот?

а) экватордун узундугун эсептегенде;

б) Жердин Күндүн айланасындагы орбита бойлой басып өткөн жолун эсептөөдө;

в) Жердин өз огу айланасындагы суткалык айлануусунда экватор чекитинин кыймыл ылдамдыгын эсептегенде;

г) Жерден Сатурн планетасына чейинки аралыкты эсептөөдө.

11. Чекиттердин ордуна жооптордон тиешелүүсүн коюп, эрежени толукта:

Вектордук чоңдуктар – бул ...

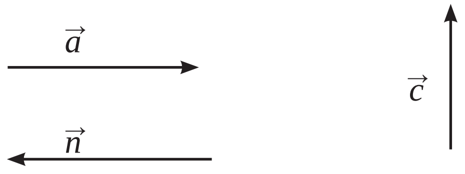
а) сандык мааниси менен гана аныктала турган чоңдуктар;

б) багыттары менен гана аныктала турган чоңдуктар;

в) сандык маанилери эсепке алынбаса да боло турган чоңдуктар;

г) сандык маанилери жана багыттары менен аныктала турган чоңдуктар.

12. Төмөндө үч вектор берилген. $\vec{a}$ вектор $\vec{n}$ векторго теңби? $\vec{c}$ вектор $\vec{a}$ вектордон чоң десе болобу?



*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

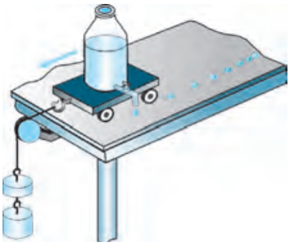
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

II бөлүм.
ТҮЗ СЫЗЫКТУУ КЫЙМЫЛ

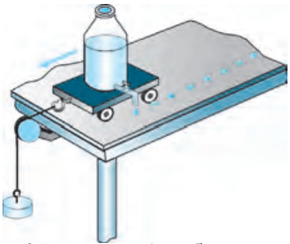
Айлана-чөйрөдөгү нерселердин кыймылы ар түрдүү татаал көрүнүшкө ээ болуп, аларды үйрөнүү жана чиймелерде туюнтуу үчүн механикалык кыймылдын жөнөкөй көрүнүштөрүн талдоодон баштайбыз. Эң жөнөкөй механикалык кыймыл – бул түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл эсептелет. Бул бөлүмдө сен баштап нерселердин түз сызыктуу бир калыптагы кыймылын үйрөнөсүң, бир калыпта эмес кыймыл жөнүндө кыскача маалымат аласың. Андан соң түз сызыктуу бир калыпта өзгөрүүчү кыймылды толугураак үйрөнүүгө киришесиң.

5-§. ТҮЗ СЫЗЫКТУУ БИР КАЛЫПТАГЫ КЫЙМЫЛ ЖӨНҮНДӨ ТҮШҮНҮК

Бир калыптагы кыймыл



24-сүрөт. Арабачанын бир калыпта эмес кыймылы



25-сүрөт. Арабачанын бир калыптагы кыймылы

Телонун механикалык кыймылын үйрөнүү үчүн төмөнкү тажрыйбаны аткарып көрөлү. Арабачага 24-сүрөттөгүдөй тамчылаткыч орнотулган болсун. Бирдей убакыт аралыгында бирден тамчылап турса, ал кайсы убакытта араба каерде болгонун белгилеп кетет. Арабачаны коюп жиберсек, ал кыймылдайт. Мында анын артындагы түшкөн тамчылардын арасындагы аралык бирдей эместигин байкоо мүмкүн. Демек, арабача бирдей убакыт аралыгында түрдүүчө аралыкты басып өткөн, б. а. ал бир калыпта эмес кыймылдаган. Эми тажрыйбаны бир аз өзгөртөлү. Бул жолу арабачага артылган жүктү азайтып, тамчылар арасындагы аралык бирдей болушуна жетишели (25-сүрөт). Мындай учурда арабача бирдей убакыт аралыгында бирдей жолду басып өткөн деп айтуу мүмкүн. Арабанын мындай кыймылы бир калыптагы кыймылга мисал боло алат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Эгерде нерсе каалагандай бирдей убакыт аралыктарында бирдей жолду басып өтсө, мындай кыймыл *бир калыптагы кыймыл* деп аталат.

Кыймыл ылдамдыгы туруктуу болгон нерсенин кыймылы бир калыптагы кыймыл болот. Эгерде автомобиль бир калыпта кыймылдап, ар бир минутада 1,5 км ден жол басып өтүп жаткан болсо, 2 минутада 3 км, 5 минутада 7,5 км, 10 минутада 15 км, 30 минутада 45 км, 1 саатта 90 км жолду басып өтөт. Саат жебесинин кыймылы да бир калыптагы кыймылга мисал боло алат. Бирок алардын кыймыл траекториясы айланадан турат. Жогоруда келтирилген мисалдардагы нерселердин кыймылын үч түргө бөлүү мүмкүн:

1) ылдамдыгы бирдей жана траекториясы түз сызыктуу;
2) ылдамдыгы бирдей, бирок траекториясы ийри сызыктуу;
3) траекториясы түз сызыктуу, бирок ылдамдыгы түрдүүчө.

Айланабыздагы нерселердин кыймылы көбүнчө бир калыпта эмес, траекториясы ийри сызыктуу болот. Айрым учурларда гана нерселер жолдун белгилүү бир бөлүгүндө түз сызыктуу кыймылда болушу мүмкүн.

Түз сызыктуу кыймыл

Кыймыл траекториясы түз сызыктан турган нерсенин кыймылы *түз сызыктуу кыймыл* деп аталат.

24-жана 25-сүрөттөрдөгү арабачанын кыймылы бир калыпта же бир калыпта эмес болушуна карабай түз сызыктуу болот.

Түз жолдо бараткан автомобилдин, түз темир жолдогу поезддин, белгилүү бир бийиктикке көтөрүлүп алгандан кийинки самолёттун кыймылдарын түз сызыктуу кыймыл деп айтуу мүмкүн.

Түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл

24-сүрөттөгү арабача түз сызыктуу, бирок бир калыпта эмес кыймылдап жатат. Ошондуктан анын кыймылын түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл деп болбойт. Сааттын жебесинин учу бир калыпта кыймылдайт, бирок түз сызыктуу эмес. Ошондуктан бул да түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл эмес. 25-сүрөттөгү арабача болсо түз сызыктуу да, бир калыпта да кыймылдап жатат. Ошондуктан анын кыймылы түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Эгерде түз сызыктуу кыймылдап жаткан материалдык чекит каалагандай барабар убакыттар аралыгында бирдей аралыктарды басып өтсө, анын кыймылы *түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл* деп аталат.

Буга жолдун өйдө-ылдый жана бурулуулар болбогон бөлүгүндө автомобилдин ылдамдыкты өзгөртпөй жүрүшү мисал болот. Ошондой эле, поезд ылдамданып, белгилүү бир аралыкты басып өткөндөн соң түз сызыктуу бир калыпта жүрө баштайт. Түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл эң жөнөкөй механикалык кыймыл болуп саналат. Ошондуктан механикалык кыймылды үйрөнүүнү ылдамдык, аралык жана убакыттын ортосундагы эң жөнөкөй байланышка ээ болгон нерселердин түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдан баштайбыз. Кийин бир калыпта эмес жана ийри сызыктуу кыймылдын ылдамдыктарын талдоого өтөбүз.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыптагы кыймыл, түз сызыктуу кыймыл, түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл.

1. 24 жана 25-сүрөттөрдө көрсөтүлгөн тажрыйбаны түшүндүрүп бер.
2. Түз сызыктуу болбогон бир калыптагы кыймылга мисал келтир.
3. Түз сызыктуу бир калыпта эмес кыймылга мисал келтир.
4. Түз сызыктуу бир калыптагы кыймылга түшүндүрмө бер.
5. Сен мектепке келе жатканыңда жолдун кайсы бөлүгүндө түз сызыктуу бир калыпта кыймылдайсың?

6-§. ТҮЗ СЫЗЫКТУУ БИР КАЛЫПТАГЫ КЫЙМЫЛДЫН ЫЛДАМДЫГЫ

Ылдамдыкты аныктоо

Эгерде бирдей убакыт аралыгында басып өтүлгөн жол түрдүүчө болсо, бирдей аралыкты басып өтүү үчүн түрдүүчө убакыт сарпталат. Мисалы, бирдей аралыкты басып өтүү үчүн автомобиль велосипедченден аз убакыт сарптайт. Жөө адам бир минутта 100 м жүрсө, Жердин жасалма жолдошу бул убакытта 500 км, ал эми жарык нуру болсо 18 млн километрди басып өтөт. Байкоолорубуздан бир нерсе экинчи нерседен ылдам же акырын кыймылдаарын билебиз. Мисалы, велосипед адамдан ылдам, автомобиль адам жана велосипедден ылдам, ал эми поездден акырын кыймылдайт. Самолёттун кыймылы болсо поездден да тез (26-сүрөт).

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

26-сүрөт. Нерселердин түрдүү ылдамдыктагы кыймылдары

6-класс физика курсунан нерсенин басып өткөн жолу *s*, ушул жолду басып өтүүгө кеткен убакыт *t*, ылдамдык *v* менен белгиленишин билебиз. Анда ылдамдыктын формуласы төмөнкүдөй туюнтулат:

$$v = \frac{s}{t}. \qquad (1)$$

Нерсенин бир калыптагы кыймылындагы ылдамдыгы нерсе басып өткөн жолдун ушул жолду басып өтүү үчүн кеткен убакытка болгон катышына барабар.

Нерсенин бир калыптагы кыймылындагы ылдамдыгы жолдун каалаган бөлүгүндө бирдей сандык мааниге ээ болот. Ар кандай сан 1 ге бөлүнсө, натыйжа ушул санга тең болоору белгилүү. Эгерде (1) формулада $t = 1$ с болсо,

$$|v| = \left|\frac{s}{1}\right| = |s|$$

болуп калат. Демек, бир калыптагы кыймылда бирдик убакытта басып өтүлгөн жол сандык жактан ылдамдыкка тең экен. Ылдамдыкка төмөнкүчө мүнөздөмө берсе болот:

Нерсенин убакыт бирдигинде басып өтүлгөн жолуна тең болгон чоңдук *ылдамдык* деп аталат.

Жогоруда келтирилген мисалдарда убакыт бирдиги катары 1 саат алынган. Эгерде адам 1 саатта 18 км, велосипед 36 км, автомобиль 90 км, поезд 144 км, ал эми самолёт 900 км аралыкты басып өтсө, алардын 1 секундда канча аралыкты басып өтүшүн, б.а убакыт секунддарда

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

туюнтулган ылдамдыктарды эсептеп көрөлү: адамдын ылдамдыгы $\upsilon_а = 5$ м/с, велосипед $\upsilon_в = 10$ м/с, автомобиль $\upsilon_{ав} = 25$ м/с, поезд $\upsilon_п = 40$ м/с, самолёт $\upsilon_с = 250$ м/с.

Илим жана техниканын өнүгүшү менен убакыт, аралык жана ылдамдык өңдүү физикалык чоңдуктардын так өлчөнүшүнө болгон талап артып барууда. Биз үчүн арзыбастай көрүнгөн бир секундда велосипед болгону 10 м жүрсө, Жер Күндү айланууда 29 км, жарык нуру болсо вакуумда 300 000 км жолду басып өтөт. Эгерде Жер жасалма жолдоштору менен байланыштагы маалыматта 1 секунд каталыкка жол берсе, Жерде кыймылдап жаткан автомобилдерге жолдо аракеттенүү жөнүндө көрсөтмө берип жаткан «навигатор»дун маалыматтарында 10 км ге чейин каталык күзөтүлүшү мүмкүн.

Ылдамдыктын бирдиги

Эл аралык бирдиктер системасында узундуктун (жол) бирдиги – метр (м), убакыттын бирдиги – секунд (с) экенин билесиң.

ЭБСда ылдамдыктын бирдиги катары м/с кабыл алынган.

Эгерде ылдамдыгы 6 м/с болсо, нерсе 1 секундда 6 м аралыкты басып өтөт. Ылдамдыктын негизги бирдиги – м/с дан сырткары дагы км/саат, км/мин, км/с, см/с сыяктуу бирдиктери да колдонулат. Мында: 1 м/с = 3,6 км/саат, 1 м/с = 0,06 км/мин, 1 км/с = 1000 м/с, 1 м/с = = 100 см/с. Маселелер чыгарууда, күндөлүк турмушта ылдамдыктын км/сааттагы маанисин м/с да же м/с дагы маанисин км/саатта туюнтуу көп жолугат. Эгерде ылдамдык м/с берилген болсо, анын маанисин 3,6 га көбөйтүү аркылуу ылдамдыктын км/сааттагы маанисин табуу мүмкүн. Мисалы, велосипед 10 м/с ылдамдык менен бараткан болсо, анын км/сааттагы ылдамдыгы мындайча табылат:

$$\upsilon = 10\,\frac{м}{с} = 10 \cdot 3{,}6\,\frac{км}{саат} = 36\,\frac{км}{саат}.$$

Эгерде ылдамдык км/саатта берилген болсо, анын ылдамдыгын 3,6 га бөлүү же 5/18 ге көбөйтүү аркылуу ылдамдыктын м/с дагы маанисин табуу мүмкүн. Мисалы, автомобиль 90 км/саат ылдамдыкта бараткан болсо, анын м/с дагы ылдамдыгы мындайча табылат:

$$\upsilon = 90\,\frac{км}{саат} = 90 \cdot \frac{5}{18}\,\frac{м}{с} = 25\,\frac{м}{с}.$$

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Ылдамдыктын табигый чен бирдиги – жарыктын вакуумдагы (космостук мейкиндик) ылдамдыгы 300 000 км/с га теңдиги белгилүү. Астрономияда узундуктун эң чоң мааниси катары жарыктын бир жылда басып өтө турган аралыгынан ($9{,}5 \cdot 10^{12}$ км) пайдаланылат. Азыр мындай чоң аралыктар да мейкиндик өлчөмдөрүн туюнтууда кичинелик кылгандыктан, парсек ($31 \cdot 10^{12}$ км), андан 1000 эсе чоң болгон килопарсек жана 1 000 000 эсе чоң мегапарсектерден пайдаланылууда.

Ылдамдыкты өлчөө

Кыймылдагы нерселердин ылдамдыгы атайын аспаптар жардамында өлчөнөт. Мисалы, автомобиль, кеме, самолёттун ылдамдыгы спидометр (англисче *speed* – ылдамдык, латинче *metreo* – өлчөө) жардамында өлчөнөт.

27-сүрөт. Автомобилдин спидометри

Сен автомобиль айдоочусунун алдына орнотулган спидометрди көргөнсүң (27-сүрөт). Анын иштөө принциби автомобиль дөңгөлөгүнүн убакыт бирдиги ичинде айлануулларынын санын өлчөөгө негизделген. Мисалы, шинанын сырткы айланасынын узундугу 2 м болсо, дөңгөлөктүн ар бир айлануусунда автомобиль 2 м аралыкты басып өтөт. Эгерде дөңгөлөк секундасына 10 жолу айланса, ушул убакта автомобиль 20 м аралыкты басып өткөн болот. Анда автомобилдин спидометринин бул моментте көрсөтө турган ылдамдыгы 20 м/с же 72 км/саат болот.

Жерде туруп асманда учуп бараткан самолёттун ылдамдыгын, жол четинде туруп, жакындап келаткан автомобилдин ылдамдыгын аныктап бере ала турган аспаптар да бар. Жол патруль кызматы кызматкерлери ушундай атайын аспап – радар жардамында жолдо келаткан машиналардын ылдамдыктарын аныкташат.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыптагы кыймылдын ылдамдыгы, түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдын ылдамдыгы, ылдамдыктын бирдиктери, спидометр.

1. Коёндун ылдамдыгы 54 км/саат, ал эми дельфиндин ылдамдыгы 20 м/с. Алардан кайсы биринин ылдамдыгы чоң?
2. Агымынын ылдамдыгы 0,5 м/с болгон дарыяда агып жаткан сал 15 км жолду канча убакытта басып өтөт?

M2

1. Ылдамдыктарды км/саатта туюнт: 2 м/с, 5 м/с, 20 м/с, 50 м/с.
2. Метро эскалаторунун узундугу 18 м. Ал адамды 12 секундда жогоруга алып чыкты. Эскалатордогу адамдын ылдамдыгын тап.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

3. Велосипед бир калыпта жүрүп, 15 минутта 4,5 км аралыкты басып өттү. Анын ылдамдыгын м/секундда тап.
4. Бир калыпта бараткан автомобиль 30 минутта 40 км аралыкты басып өттү. Автомобилдин ылдамдыгын тап.

7-§. ТҮЗ СЫЗЫКТУУ БИР КАЛЫПТАГЫ КЫЙМЫЛДЫН ГРАФИКАЛЫК СҮРӨТТӨЛҮШҮ

Ылдамдыктын формуласынан жол жана убакытты табуу

Нерсенин кыймыл ылдамдыгы белгилүү болсо, ылдамдык формуласынан анын каалагандай убакыт ичинде басып өткөн жолун табуу мүмкүн:

$$s = v \cdot t.$$

Бир калыптагы кыймылда басып өтүлгөн жолду табуу үчүн нерсенин ылдамдыгын анын кыймылдоо убактына көбөйтүү керек.

Мисалы, нерсе $v = 8$ м/с ылдамдык менен бир калыпта кыймылдап жаткан болсо, ал $t = 10$ с ичинде $s = 8$ м/с · 10 с = 80 м жолду басып өтөт. Нерсенин бир калыптагы кыймылындагы ылдамдыгы жана басып өткөн жолу белгилүү болсо, ылдамдык формуласынан анын кыймыл убактын табуу мүмкүн:

$$t = \frac{s}{v}.$$

Бир калыпта кыймылдап жаткан нерсенин кыймыл убактын табуу үчүн ушул убакыт ичинде басып өтүлгөн жолу ылдамдыкка бөлүнөт.

Мисалы, нерсе 12 м/с ылдамдык менен бир калыпта аракеттенип жаткан болсо, ал 60 м жолду $t = \frac{s}{v} = \frac{60 \text{ м}}{12 \text{ м/с}} = 5$ с да басып өтөт.

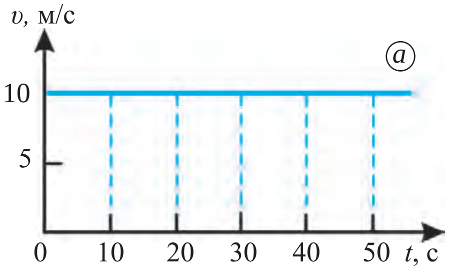
Ылдамдыктын графиги

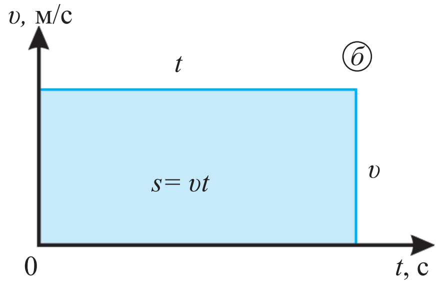
Бир калыптагы кыймылда t убакыт өтүп барышы менен нерсенин ылдамдыгы өзгөрбөй кала берет. Мисалы, түз сызыктуу бир калыпта кыймылдап жаткан нерсенин башталгыч ылдамдыгы 10 м/с болсо, 20 с, 30 с, 40 с, 50 с дан кийин да анын ылдамдыгы ушул 10 м/с га барабар боло берет. Бул учурда ылдамдыктын графигин 28-*а* сүрөттө көрсөтүлгөндөй сүрөттөө мүмкүн. Жалпы учур үчүн, бир калыптагы кыймылда ылдамдыктын графиги жактары v жана t болгон тик бурчтуктардан турат. Ушул тик бурчтуктун аянты сан жагынан нерсе басып өткөн s жолго барабар (28-*б* сүрөт).

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Жолдун графиги





28-сүрөт. Ылдамдыктын графиги

Нерсе $\upsilon = 5$ м/с ылдамдыкта кыймылдап жатсын. Жолдун формуласы $s = \upsilon t$ дагы t убакытка сан маанилерин берип, s тин натыйжаларын жадыбалга жазабыз:

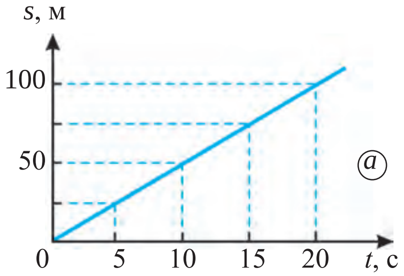
t, s	5	10	15	20
$s = \upsilon t$, м	25	50	75	100

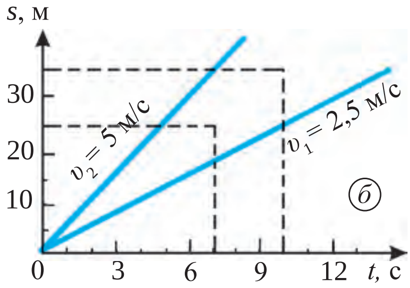
Жадыбалдагы t убакыттын ар бир маанисине туура келген s жолдун тиешелүү маанилерин координата окторуна койсок, жолдун графигин пайда кылабыз (29-*а* сүрөт). Ылдамдыктары υ_1 = 2,5 м/с жана υ_2 = 5 м/с болгон бир калыпта аракеттенип жаткан эки нерсенин жол графиктери 29-*б* сүрөттө көрсөтүлгөн. Графиктен көрүнүп тургандай, ылдамдыгы чоң болгон нерсенин графигинин убакыт огуна салыштырмалуу кыйшаюу бурчу чоңураак болот, б.а. тигирээк жайгашат. Эгерде жолдун графиги түз сызыктан турса, нерсе туруктуу ылдамдык менен аракеттенген болот, б.а. кыймыл жолунун графиги түз сызык болот.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Автомобиль 60 км/саат ылдамдык менен бир калыпта баратат. Анын 15 минут ичиндеги кыймылы үчүн ылдамдык жана жолдун графиктерин сыз.

Чыгарылышы: 15 мин = 0,25 саат. Ылдамдыктын графиги жактары 60 км/саат жана 0,25 саат болгон туура төрт бурчтуктан турат (30-*а* сүрөт). Графиктин 0,25 саат менен чектелген бөлүгү жана убакыт огу менен пайда кылынган туура төрт бурчтуктун аянты (30-*а* сүрөт) 60 км/саат · 0,25 саат = 15 км ге тең. $s = \upsilon t$ формулага υ = 60 км/саат маанисин коюп, жадыбал түзөбүз:

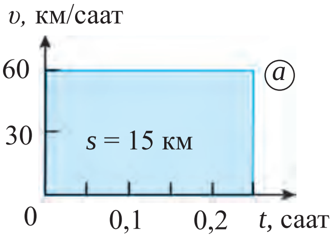


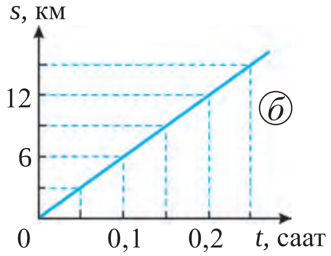


29-сүрөт. Жолдун графиги

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE





30-сүрөт. Автомобиль кыймылынын ылдамдык (*а*) жана жол (*б*) графиктери

t, саат	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
s, км	3	6	9	12	15

Бул жадыбалдын негизинде 30-*б* сүрөттөгү жолдун графигин сызабыз.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыптагы кыймылда басып өтүлгөн жол, бир калыпта кыймылдап жаткан нерсенин аракет убакты, ылдамдыктын графиги, жолдун графиги.

1. Үйүңдөн мектепке баруудагы абал үчүн ылдамдык менен жолдун болжолдуу графигин сыз.
2. Жолдун графигинде убакыт огуна салыштырмалуу түрдүү бурчтагы эки түз сызык тартып, пайда болгон графикти талда.

МЗ

1. 3 м/с ылдамдык менен бир калыпта бараткан нерсе 20 секундда канча аралыкты басып өтөт?
2. 120 км/саат ылдамдык менен бир калыпта бараткан поезд 15 минутта канча километр аралыкты басып өтөт?
3. 10 м/с ылдамдык менен бир калыпта бараткан нерсе 6 км аралыкты канча минутта басып өтөт?
4. Асманга көтөрүлгөн соң 900 км/саат ылдамдык менен бир калыпта учуп жаткан самолёт 450 км аралыкты канча саатта учуп өтөт?
5. 18 км/саат ылдамдык менен бир калыпта бараткан велосипед үчүн ылдамдык жана жолдун графиктерин сыз.

8-§. БИР КАЛЫПТА ЭМЕС КЫЙМЫЛДА ЫЛДАМДЫК

Орточо ылдамдык

Бир калыпта кыймылдап жаткан нерсе каалаган $t_1, t_2, t_3, \ldots, t_n$ убакыт аралыктарында тиешелүү түрдө $s_1, s_2, s_3, \ldots, s_n$ жолду басып өткөндөгү ылдамдыгы туруктуу мааниге ээ болот:

$$\upsilon = \frac{s_1}{t_1} = \frac{s_2}{t_2} = \frac{s_3}{t_3} = \ldots = \frac{s_n}{t_n} = \text{const}, \qquad (1)$$

мында «const» туруктуу маанини туюнтуучу белги. Латинчеде *constantus* – *өзгөрбөс*, *туруктуу* дегенди билдирет. Айланабыздагы нерселер, негизинен бир калыпта эмес кыймылды жасашат. Мисалы, бир жерден чыккан

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

автомобиль 35 км аралыкты басып, жарым сааттан кийин экинчи жерге жетип барды. Автомобиль жолдо түрдүү ылдамдыкта жүрдү. Жолдун айрым бөлүктөрүндө гана бир калыпта жүрдү (31-сүрөт). Анын кыймылы бүткүл жолго салыштырмалуу бир калыпта эмес болот.

Кыймыл убагында нерсенин ылдамдыгы өзгөрмөлүү болсо, мындай кыймыл бир калыпта эмес кыймыл дейилет.

31-сүрөттөгү көгүш фигуранын аянты басып өтүлгөн s = 35 км жолдун сандык маанисине тең болот. Жогорудагы мисалда автомобилдин туруктуу ылдамдыгы эмес, тескерисинче орточо ылдамдыгы жөнүндө айтуу мүмкүн. Мында автомобилдин орточо ылдамдыгы 35 км : 0,5 саат = 70 км/саат.

Бир калыпта эмес кыймылда орточо ылдамдык нерсе басып өткөн жолдун ушул жолду басып өтүүгө кеткен убакытка болгон катышы менен аныкталат.

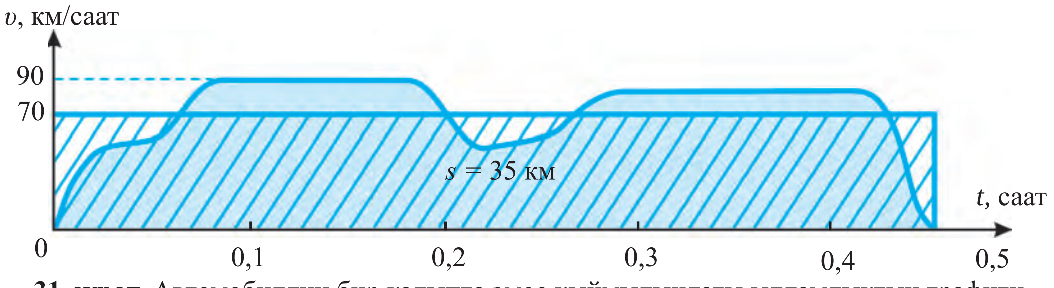
Башкача айтканда:

$$v_{орт.} = \frac{s_1 + s_2 + \cdots + s_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n}. \qquad (2)$$

Ылдамдыктын графигинде орточо ылдамдыктын графиги туруктуу ылдамдык сыяктуу горизонталь багыттагы түз сызыктан турат. (2) формуладан бир калыпта эмес кыймылда басып өтүлгөн жол төмөнкүчө туюнтулат:

$$s = v_{орт.} \cdot t. \qquad (3)$$

Орточо ылдамдыгы $v_{орт.}$ = 70 км/саат менен убакыт t = 0,5 сааттын көбөйтүндүсү 31-сүрөттөгү туура төрт бурчтуктун аянтына сан жагынан тең. Мында орточо ылдамдыктын графиги пайда кылынган штрихтелген фигуранын аянты бир калыпта эмес кыймылдын ылдамдыгы графиги пайда кылган көгүш фигуранын аянты менен тең болот.



31-сүрөт. Автомобилдин бир калыпта эмес кыймылындагы ылдамдыктын графиги

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

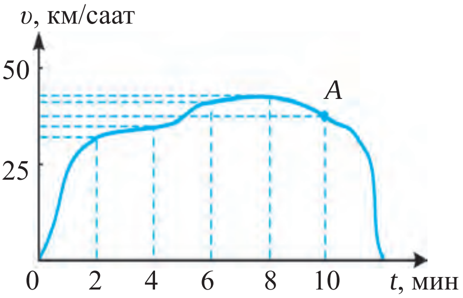
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Кирпик каккычакты ылдамдык

Орточо ылдамдык нерсенин бүткүл жол узундугундагы кыймылын жалпы түрдө туюнтат. Бирок ал жолдун каалаган чекитиндеги ылдамдыкты мүнөздөбөйт. Бир калыпта эмес кыймылда бизди жолдун каалаган чекитинде нерсе кандай ылдамдыкта болоору кызыктырат.

Нерсенин белгилүү бир учурдагы же траекториянын белгилүү бир чекитиндеги ылдамдыгы кирпик каккычакты ылдамдык деп аталат. Бул ылдамдык нерсенин күзөтүлүп жаткан моменттеги ылдамдыгын билдирет.

Автобустун эки бекет арасындагы бир калыпта эмес кыймылын талдайлы. Бекеттер арасындагы жолду 6 минутта басып өтсүн жана кыймыл ылдамдыгы графиги 32-сүрөттөгүдөй болсун. Күзөтүү үчүн түрдүү убакыттарды тандап алып, ушул убакыттарга туура келген ылдамдык маанилерин, б.а. ушул моменттеги кирпик каккычакты ылдамдыкты табуу мүмкүн. Жакындаштырылган түрдө графиктен 2 минут өткөндөгү кирпик каккычакты ылдамдыгы 32 км/саат, 4 минут өткөндөгүсү 40 км/саат, 10 минуттагысы болсо 46 км/саатка тең болгонун билип алабыз. Кыймылдын белгилүү бир чекитиндеги кирпик каккычакты ылдамдыгын аныктоо үчүн ушул чекитте кыска Δt убакыт ичинде нерсенин басып өткөн Δs жолу табылат. Мында Δ (дельта) кыска аралыкты билдирүүчү белги. 32-сүрөттөгү график боюнча A чекитте автобус Δt = 0,3 с убакыт ичинде Δs = 3 м жол жүргөн болсун. Анда A чекиттеги кирпик каккычакты ылдамдык төмөнкүдөй аныкталат:



32-сүрөт. Автобустун ылдамдык графиги

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3\ \text{м}}{0{,}3\ \text{с}} = 10\ 3{,}6\ \frac{\text{км}}{\text{саат}} = 36\ \frac{\text{км}}{\text{саат}}.$$

Таяныч түшүнүктөр: бир калыпта эмес кыймыл, орточо ылдамдык, бир калыпта эмес кыймылда орточо ылдамдык, кирпик каккычакты ылдамдык.

1. Лыжачы жогорудан түшүп, толук токтогонго чейин кыймылда болот. Анын башталгыч жана кыймыл аягындагы ылдамдыгы нөлгө тең болсо, бүткүл жол боюндагы орточо ылдамдыгы нөлгө теңби?
2. 31-сүрөттө берилген ылдамдыктын графигин талда.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

M 4

1. Нерсе бир калыпта эмес кыймылдап, 2 минутада 60 м аралыкты басып өтөт. Анын орточо ылдамдыгы канча м/с га барабар болот?
2. Ташкенттен саат 7:30 да жолго чыккан «Нексия» автомобили 270 км жол жүрүп, саат 10:30 да Ферганага жетип келди. Анын орточо ылдамдыгын тап.
3. Окуучу жолдун белгилүү бир аралыгында 2 с ичинде 3 м аралыкка жүрдү. Жолдун ушул бөлүгүндөгү окуучунун ылдамдыгын тап. Бул кирпик каккычакты ылдамдыкпы же орточо ылдамдыкпы?
4. Эгерде окуучунун орточо ылдамдыгы 1 м/с, үйүнөн мектепке чейинки болгон аралык 600 м болсо, ал мектепке 7:50 дө жетип баруу үчүн үйүнөн саат канчада чыгышы керек?

9-§. БИР КАЛЫПТА ӨЗГӨРМӨЛҮҮ КЫЙМЫЛДА ЫЛДАМДАНУУ

Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл жөнүндө түшүнүк

Бир калыпта эмес кыймылдын эң жөнөкөй түрү – бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл болот. Жантык ноодо шарча же арабачанын кыймылы бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылга мисал боло алат.

Тамызгыч орнотулган арабачанын жантык тегиздиктеги кыймылын карайлы. Тамызгычтан бир калыпта ар 0,5 секундда бирден тамчы түшсүн. Арабача коюп жиберилгенде тамчылардын арасындагы аралык артып барганын байкоо мүмкүн (33-сүрөт). Мында:

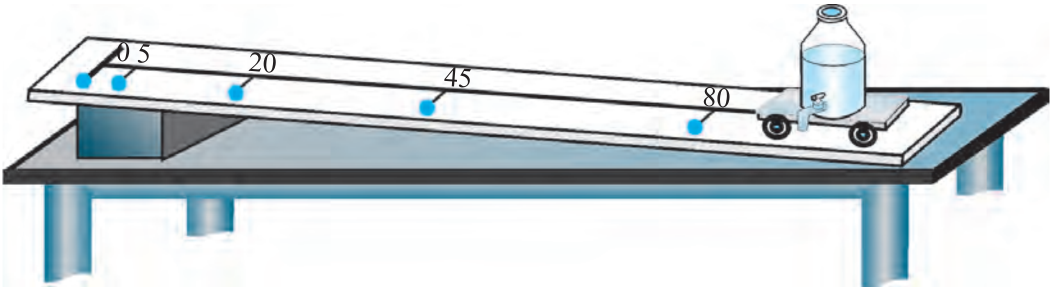
1- жана 2-тамчылардын арасы: 5 см;

2- жана 3-тамчылардын арасы: 20 см – 5 см = 15 см;

3- жана 4-тамчылардын арасы: 45 см – 20 см = 25 см;

4- жана 5-тамчылардын арасы: 80 см – 45 см = 35 см.

Демек, тамчылардын арасындагы аралык ар 0,5 с да 10 см ге артып барат. Мындан ар 0,5 с да арабачанын ылдамдыгы 10 см : 0,5 с = 20 см/с га артып барышын аныктоо мүмкүн.



33-сүрөт. Жантык тегиздиктеги арабачанын бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылы

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Каалагандай барабар убакыт аралыктарында ылдамдыгы тиешелүү түрдө барабар чондуктарга өзгөрүп бара турган кыймыл бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл деп аталат.

Автомобиль ордунан козголуп, ылдамдыгын бир калыпта чоңойтуп барса, анын кыймылын да бир калыпта өзгөрмөлүү (ылдамдатылган) кыймыл деп айтуу мүмкүн. Нерсе ылдамдыгы бир калыпта чоңоюп барганда гана эмес, ылдамдыгы бир калыпта азайып барганда да бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда болот. Мисалы, шарчаны жантык тегиздикте ылдыйдан жогоруга тоголоткондо анын ылдамдыгы бир калыпта өзгөрмөлүү (акырындатылган) болот. Тегиз түз жолдо чоң ылдамдыкта бараткан автомобилдин мотору өчүрүлсө, ал бир калыпта өзгөрмөлүү (акырындатылган) кыймылдап, белгилүү бир жолду басып өткөндөн кийин токтойт. Мындан ары бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл дегенде, ылдамдыгы бир калыпта ылдамдатылган же бир калыпта акырындатылган кыймыл түшүнүлөт.

Ылдамдануу жана анын бирдиги

Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылды мүнөздөө үчүн **ылдамдануу** деп аталуучу чондук киргизилген. υ_0 – башталгыч ылдамдык менен бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылды баштаган нерсенин t убакыттагы ылдамдыгы υ га тең болсо, ылдамдануунун формуласы:

$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}. \qquad (1)$$

Ылдамдануу ылдамдыктын өзгөрүшүнүн ушул ылдамдык өзгөрүшү болуп өткөн убакыт аралыгына катышы менен аныкталат жана a тамгасы менен белгиленет.

Ылдамданууну төмөнкүчө мүнөздөсө да болот:

Убакыт бирдигинде нерсенин ылдамдыгынын өзгөрүшү ылдамдануу деп аталат.

Ылдамдануунун формуласынан пайдаланып, анын негизги бирдиги – м/с^2 табуу мүмкүн.

Эл аралык бирдиктер системасындагы ылдамдануунун бирдиги – м/с^2 катары нерсенин кыймыл ылдамдыгы ар 1 секундда 1 м/с га өзгөрө тургандай бирдик кабыл алынган.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Ылдамдануунун бирдиги катары см/с^2 да көп колдонулат. Мында:

$$1 \text{ м/с}^2 = 100 \text{ см/с}^2.$$

Ылдамдануунун формуласы акырындатылган кыймыл үчүн да туура. Кийинки убакыт мурдагы убакыттан ар дайым чоң болгондуктан, (1) формуланын бөлүмү дайыма оң сан болот. Күзөтүлүп жаткан убакыттагы ылдамдык башталгыч ылдамдыктан кичине болсо, бул формуланын алымындагы $\upsilon - \upsilon_0$ айырма терс болот. Мисалы, нерсенин башталгыч ылдамдыгы $\upsilon_0 = 20$ м/с, $\Delta t = 10$ с убакыт өткөндөгү ылдамдыгы болсо $\upsilon = 5$ м/с болсо, ылдамдануу мындайча табылат:

$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{\Delta t} = \frac{5 - 20}{10}\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2} = -1{,}5\,\frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Демек, бир калыпта ылдамдатылган кыймылда нерсенин ылдамдануусу оң (a>0), бир калыпта акырындатылган кыймылда болсо терс ($a < 0$) болот. Ылдамдануу вектордук чоңдук болот. Анын вектордук көрүнүштөгү туюнтмасы төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\vec{a} = \frac{\vec{\upsilon} - \vec{\upsilon}_0}{t}. \qquad (2)$$

Түз сызыктуу бир калыпта ылдамдатылган кыймылда ылдамдануунун багыты нерсенин кыймыл багыты боюнча, бир калыпта акырындатылган кыймылда кыймыл багытына тескери болот. Ылдамдануу ылдамдыктын убакыт бирдигиндеги өзгөрүүсү болгондуктан, ылдамдыктын өзгөрүүсү качан күзөтүлөт, деген суроо туулат. Түрдүү маалдардагы ылдамдык маанилери бири-биринен айырмалуу болушу натыйжасында ылдамдануу пайда болот. Өзгөрүү болушу үчүн чоңдуктун түрдүү маалдардагы маанилеринин айырмасы нөлдөн чоң болушу керек. Ылдамдык вектордук чоңдук болгондуктан убакыттын өтүшү менен ылдамдыктын өзгөрүшү эки абалда күзөтүлөт:

1) түз сызыктуу кыймылда ылдамдыктын абсолюттук мааниси, б.а. модулу өзгөргөндө: $|\upsilon_2 - \upsilon_1| \neq 0$;

2) сандык жактан бирдей болсо да кыймыл багыты өзгөргөндө: $\vec{\upsilon}_2 - \vec{\upsilon}_1 \neq 0$.
Демек, ылдамдыктын модулу гана эмес, кыймыл багыты өзгөргөндө да ылдамдануу байкалат экен.

Түз сызыктуу кыймылда ылдамдык жана ылдамдануунун вектордук маанилеринин ордуна скалярдык маанилерин алууга болот. Анткени түз сызыктуу кыймылдын түрдүү убакыттардагы багыттары өзгөрбөйт. Өзгөрмөлүү кыймыл жөнүндө маалымат берүүчү негизги чоңдуктардан бири ылдамдануу экендиги белгилүү болду. Кийинки бөлүмдөрдө анын пайда болуу себептерине токтолобуз.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы «Спарк» 5 с да ылдамдыгын 36 км/сааттан 90 км/саатка арттырды. Анын ылдамдануусун тап.

Берилди:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$\Delta t = 5$ с; $\upsilon_0 = 36$ км/саат $= 10$ м/с; $\upsilon = 90$ км/саат $= 25$ м/с.	$a = \dfrac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$.	$a = \dfrac{25 - 10}{5} \dfrac{\text{м}}{\text{с}^2} = 3 \dfrac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
Табуу керек: $a = ?$		*Жообу:* $a = 3 \dfrac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл, бир калыпта ылдамдатылган кыймыл, бир калыпта акырындатылган кыймыл, ылдамдануу.

1. 40 км/саат ылдамдык менен бараткан автомобиль бир калыпта ылдамдатылган кыймыл жасоону баштады. 100 м аралыкта 60 км/саат ылдамдыкка жетишүү үчүн ал кандай ылдамдануу менен аракеттениши керек?
2. Сен жүрө баштап, белгилүү бир убакыттан кийин токтодуң. Мында кайсы абалда ылдамдатылган, кайсы абалда акырындатылган кыймыл жасайсың?

М 5

1. Тынч турган нерсе бир калыпта ылдамдатылган кыймылда болуп, 8 с да 20 м/с ылдамдыкка жетти. Нерсе кандай ылдамдануу менен кыймылдаган?
2. Ордунан козголгон нерсе 0,3 м/с^2 ылдамдануу менен кыймылдап, канча убакытта 9 м/с ылдамдыкка жетишет?
3. Велосипед ордунан козголуп, 10 секундда 18 км/саат ылдамдыкка жетишти. Кийин тормоз берип, 5 секундда токтоду. Анын бир калыпта ылдамдатылган жана акырындатылган кыймылындагы ылдамданууларын тап.
4. Бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы «Каптива» 25 с ичинде ылдамдыгын 45 км/сааттан 90 км/саатка чоңойтту. «Каптива»нын ылдамдануусун тап.
5. Самолёттун конуу учурунда дөңгөлөктөрү жерге тийгендеги ылдамдыгы 360 км/саат. Эгерде анын ылдамдануусу 2,0 м/с^2 болсо, ал канчадан кийин токтойт?

10-§. БИР КАЛЫПТА ӨЗГӨРМӨЛҮҮ КЫЙМЫЛДЫН ЫЛДАМДЫГЫ

Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда ылдамдык жана анын графиги

Эгерде бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда нерсенин башталгыч ылдамдыгы жана ылдамдануусу белгилүү болсо, анын кыймыл учурундагы каалаган убакытта ээ болгон ылдамдыгын эсептеп тапса болот. Ылдамдануунун $a = \dfrac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$ формуласынан нерсенин t убакыт ичинде алган υ ылдамдыгы төмөнкүдөй табылат:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

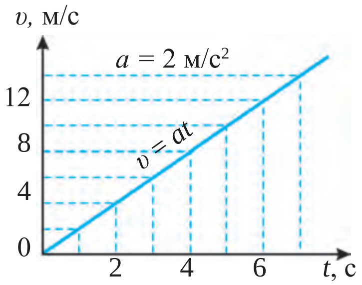
$$v = v_0 + a \cdot t. \qquad (1)$$

Нерсенин башталгыч ылдамдыксыз ($t_1 = 0$ дө $v_0 = 0$) бир калыпта ылдамдатылган кыймылында ылдамдык мындайча туюнтулат: ($\Delta t = t$):

$$v = at. \qquad (2)$$

Башталгыч ылдамдыксыз $a = 2$ м/с^2 ылдамданууда болгон нерсенин ылдамдык графигин сызабыз. Ал үчүн баштап (2) формулада $a = 2$ м/с^2 деп алып, t га сандык маанилерди беребиз жана ага тиешелүү болгон υ нын маанилерин жадыбалга жазабыз:

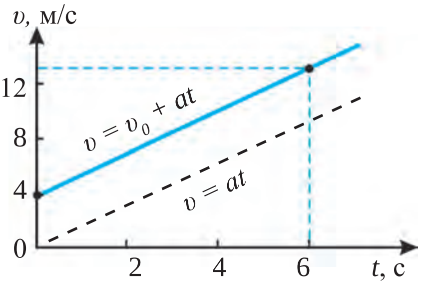
t, с	1	2	3	4	5	6	7
υ, м/с	2	4	6	8	10	12	14



34-сүрөт. Бир калыпта ылдамдатылган кыймыл үчүн ылдамдыктын графиги ($v_0 = 0$)

Жадыбалдагы t жана υ нын сандык маанилерин тиешелүү координаталар огуна коюп, $\upsilon_0 = 0$ абал үчүн бир калыпта ылдамдатылган кыймылдын ылдамдык графигин түзөбүз (34-сүрөт).

Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл үчүн ылдамдык графиктери түз сызыктан турат. Ал эми түз сызык жүргүзүү үчүн убакыттын эки мааниси жана ага туура келген ылдамдыктарды графикте берүү жетиштүү. Нерсе $v_0 = 4$ м/с башталгыч ылдамдык жана $a = 1{,}5$ м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылда болсун. Анда (1) формуладан $t = 0$ үчүн $v_0 = 4$ м/с, $t = 6$ с маани үчүн $v = 13$ м/с экенин эсептеп табуу мүмкүн. Аларды координата огуна коюп, 35-сүрөттөгү графикти алабыз. Бул башталгыч ылдамдык менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин ылдамдык графиги. Демек, нерсенин $v_0 \neq 0$ болсо, анын графиктеги түз сызыгы $v_0 = 0$ абалдагыга (пунктир сызыкка) салыштырмалуу параллель сүрүлөт.

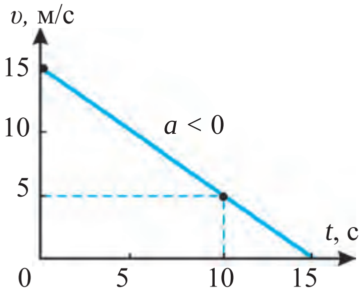


35-сүрөт. Бир калыпта ылдамдатылган кыймыл үчүн ылдамдыктын графиги ($v_0 > 0$)

Эми бир калыпта акырындатылган кыймыл, б. а. $a < 0$ абал үчүн ылдамдык графигин карайлы. Нерсе $v_0 = 15$ м/с башталгыч ылдамдык жана $a = -1$ м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта акырындатылган кыймылда болсун. (1) формуладан $t = 0$ маани үчүн $v = 15$ м/с, $t = 10$ с үчүн болсо $v = 5$ м/с экенин эсептеп табуу

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

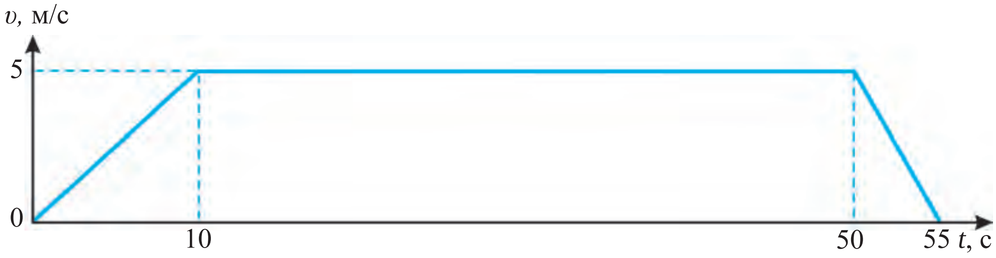


36-сүрөт. Бир калыпта акырындатылган кыймылдын ылдамдык графиги

мүмкүн. Аларды координаталар огуна койсок, бир калыпта акырындатылган кыймыл үчүн ылдамдыктын графиги пайда болот (36-сүрөт).

Бир калыпта акырындатылган кыймылда нерсе акыры барып токтойт. Муну 36-сүрөттөн да көрсө болот. Чындап эле (1) формулада $t = 15$ с да $\upsilon = 0$ болот, башкача айтканда нерсе кыймылдан токтойт. Демек, ылдамдыктын графиги абсцисса огуна салыштырмалуу бурч астында болгон түз сызыктан турган болсо, нерсе бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл жасагандыгын билип алабыз.

Адатта нерселер белгилүү бир убакыт бою баштап ылдамдануу менен, кийин туруктуу ылдамдык менен, кийин акырындатылган кыймыл жасап токтошот. Мисалы, ордунан козголгон велосипед 10 с ичинде ылдамдыгын 5 м/с га жеткирсин. Ал ушул ылдамдыкта 40 с жүрүп, анан акырын тормоз берилгенде 5 с дун ичинде бир калыпта акырындатылган кыймыл менен токтосун. Велосипеддин мындай кыймылы үчүн ылдамдыктын графиги 37-сүрөттө берилген.



37-сүрөт. Велосипеддин кыймылынын ылдамдык графиги

Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдын орточо ылдамдыгы

Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдагы нерсенин орточо ылдамдыгы төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\upsilon_{орт.} = \frac{\upsilon_0 + \upsilon}{2}; \qquad (3)$$

мында υ_0 – нерсенин башталгыч ылдамдыгы, υ – каалагандай t убакыттагы ылдамдыгы. Мисалы, графиги 35-сүрөттө берилген нерсенин 6 с өткөндөгү орточо ылдамдыгын мындайча эсептөө мүмкүн:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$\upsilon_{орт.} = \frac{4+13}{2}\ \frac{м}{с} = 8{,}5\frac{м}{с}\ .$$

(3) формуладагы υ ылдамдыктын ордуна анын $\upsilon = \upsilon_0 + at$ туюнтмасы коюлса, орточо ылдамдыктын төмөнкү формуласы пайда кылынат:

$$\boxed{\upsilon_{орт.} = \upsilon_0 + \frac{at}{2}\ .} \qquad (4)$$

Мисалы, 35-сүрөттөгү графикте $\upsilon_0 = 4$ м/с, $a = 1{,}5$ м/с^2 экендигинен t = 6 с өткөндөгү нерсенин орточо ылдамдыгын табуу мүмкүн:

$$\upsilon_{орт.} = 4\frac{м}{с} + \frac{1{,}5\cdot 6}{2}\frac{м}{с} = 8{,}5\frac{м}{с}\ .$$

(3) жана (4) формулалардан башталгыч ылдамдыксыз, б. а. $\upsilon_0 = 0$ абал үчүн бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдагы орточо ылдамдыкты төмөнкү туюнтмалар аркылуу табуу мүмкүн:

$$\boxed{\upsilon_{орт.} = \frac{\upsilon}{2}\ ;} \quad (5) \qquad \boxed{\upsilon_{орт.} = \frac{at}{2}\ .} \quad (6)$$

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Башталгыч ылдамдыгы 18 км/саат болгон «Матиз» 1,0 м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылда болуп, 10 с дан соң кандай ылдамдыкка жетет? Орточо ылдамдыкты тап.

Берилди:

$\upsilon_0 = 18$ км/саат $= 5$ м/с;

$a = 1$ м/с^2;

$t = 10$ с.

Табуу керек:

$\upsilon = ?$ $\upsilon_{орт.} = ?$

Формуласы:

$\upsilon = \upsilon_0 + at$;

$\upsilon_{орт.} = \upsilon_0 + \frac{at}{2}.$

Чыгарылышы:

$\upsilon = (5 + 1\cdot 10)$ м/с =

= 15 м/с = 54 км/саат;

$\upsilon_{орт.} = [5 + (1\cdot 10)/2]$ м/с =

= 10 м/с = 36 км/саат.

Жообу: $\upsilon = 54$ км/саат; $\upsilon_{орт.} = 36$ км/саат.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда ылдамдык, бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдын орточо ылдамдыгы.

1. 100 м аралыкка чуркоо мелдешиндеги кыймылдын ылдамдык графигин сыз.
2. Бир калыпта ылдамдатылган жана бир калыпта акырындатылган кыймылдагы нерсенин ылдамдык графигин сыз.

М6

1. Ордунан козголгон нерсе 0,2 м/с^2 ылдамдануу менен кыймылдап 1 минутта кандай ылдамдыкка жетишет?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

2. Баштапкы ылдамдыгы 3 м/с болгон нерсе 0,4 м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылда болуп, 30 с да кандай ылдамдыкка жетишет?
3. 60 км/саат ылдамдык менен бараткан «Нексия» мотору өчүрүлгөндөн кийин –0,5 м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта акырындай баштады. Мотору өчүрүлгөндөн 20 с өткөндөн кийин анын ылдамдыгы канча болот? Ушул 20 с ичиндеги орточо ылдамдыгычы?
4. 0,4 м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылда болгон нерсенин белгилүү бир убакыттагы ылдамдыгы 9 м/с га барабар. Нерсенин ушул убакыттан 10 с мурунку баштапкы ылдамдыгы канча болгон?
5. Башталгыч ылдамдыгы 2 м/с болгон нерсе 3 м/с^2 ылдамдануу менен жүрө баштады. Мындай кыймыл үчүн ылдамдыктын графигин сыз.
6. Автомобиль жолдун биринчи жарымын $\upsilon_1 = 20$ м/с, экинчи жарымын $\upsilon_2 = 25$ м/с ылдамдыкта басып өттүү. Анын жалпы жолдогу орточо ылдамдыгын тап.

11-§. БИР КАЛЫПТА ӨЗГӨРМӨЛҮҮ КЫЙМЫЛДА БАСЫП ӨТҮЛГӨН ЖОЛ

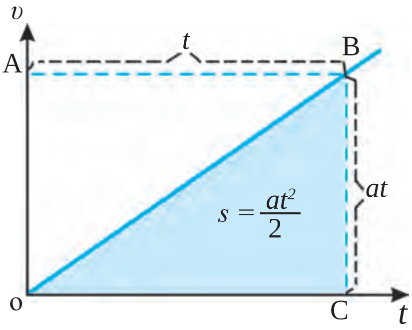
Жолдун формуласы

Тынч абалдагы ($\upsilon_o = 0$) нерсе a ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймыл жасап, t убакытта υ ылдамдыкка жетсин. Ушул убакыт ичинде нерсенин басып өткөн жолу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$s = \upsilon_{орт.}\, t. \quad (1)$$

Мында $\upsilon_{орт.} = at/2$ экендигинен пайдаланып, башталгыч ылдамдыксыз бир калыпта ылдамдатылган кыймылда жол үчүн төмөнкү формуланы алабыз:

$$s = \frac{at^2}{2}. \quad (2)$$



38-сүрөт. $\upsilon_0 = 0$ учур үчүн ылдамдатылган кыймылда жол

Башталгыч ылдамдыксыз бир калыпта бараткан нерсенин ылдамдык графиги жантык бойлоп созулган түз сызыктан тураарын билесиң (38-сүрөт). Бул сүрөттө берилген *OBC* үч бурчтугунун аянтын табалы. *OABC* туура төрт бурчтуктун жактары at жана t экендигинен анын аянты $at \cdot t = at^2$ ка тең. *OBC* нын аянты болсо *OABC* нын аянтынын жарымына тең: $at^2/2$. Бул нерсе басып өткөн s жолду билдирет. υ_0 башталгыч ылдамдык менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин t убакытта басып өткөн s жолу 39-сүрөттө берилген *OABD* фигу-

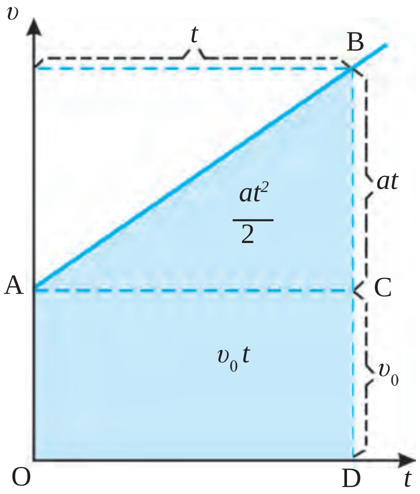
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

ранын аянтынын сандык маанисине тең. Ал эки бөлүктөн – аянты $\upsilon_0 t$ болгон *OACD* туура төрт бурчтуктан жана аянты $at^2/2$ болгон *ABC* үч бурчтуктан турат.

Демек, бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда нерсенин басып өткөн жолу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$s = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2} \qquad (3)$$



39-сүрөт. $\upsilon_0 > 0$ болгондо бир калыпта ылдамдатылган кыймыл үчүн жолдун графиги

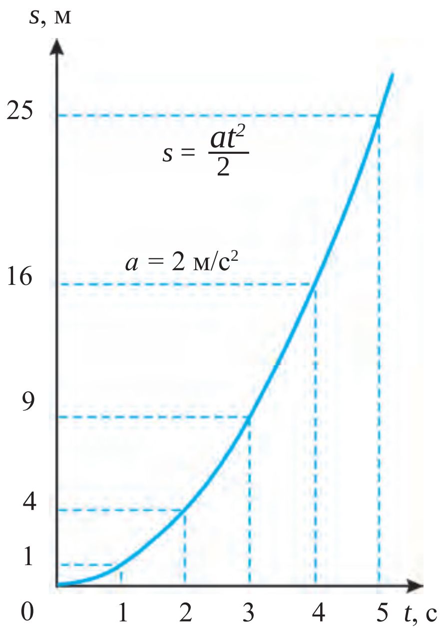
Жолдун графиги

Жолдун графигин пайда кылуу үчүн басып өтүлгөн жолдун ушул жолду басып өтүү үчүн сарпталган убакытка көз карандылыгын чиймеде көрсөтүшүбүз керек. Бул сызык жолдун убакытка көз карандылык графиги, же кыскача, жолдун графиги дейилет. Ар кандай бир калыпта аракеттенип жаткан нерсенин жол графиги түз сызыктан тураарын билебиз. Эми бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдагы нерсенин жол графигин түзүп көрөлү.

Нерсе ордунан козголуп ($\upsilon_0 = 0$), $a = 2$ м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылда болсун. Жолдун графигин сызуу үчүн обол у $s = at^2/2$ формуладан t убакыттын бир канча маанилерине ылайык келген s жолду эсептейбиз жана натыйжаларды жадыбалга жазып чыгабыз:

t, с	0	1	2	3	4	5
s, м	0	1	4	9	16	25

Жадыбалдагы t жана s тин тиешелүү маанилерин координата огуна коюп, жолдун графигин алабыз (40-сүрөт). Бул график ийри сызыктан турган болуп, убакыттын өтүшү менен басып өтүлгөн жол пропорциялуу түрдө артып барат.



40-сүрөт. $\upsilon_0 = 0$ болгондо бир калыпта ылдамдатылган кыймыл үчүн жолдун графиги

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Мындай көрүнүшкө ээ болгон ийри сызык **парабола** деп аталат. Биз башталгыч ылдамдыгы $v_0 = 0$ болгондо убакыт бирдигинде ылдамдыгы бирдей санда артып баруучу кыймыл үчүн жолдун графигин көрүп чыктык. Башталгыч ылдамдыгы нөлгө тең болуп, бир калыпта өзгөрмөлүү аракеттенип жаткан нерсе кыймылынын биринчи секундунда (t = 1 с) ылдамдануунун жарымына тең аралыкты басып өтөөрүн (2) формуладан эсептеп табууга болот.

Демек, биринчи секундда басып өтүлгөн жолду билген түрдө ылдамданууну табуу мүмкүн экен.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

10 м/с ылдамдыкта түз жолдо бараткан велосипед –0,2 м/с² ылдамдануу менен бир калыпта акырындай баштады. Ал 40 с ичинде канча жолду басып өтөт жана канча убакыттан кийин токтойт?

Берилди:

$v_0 = 10$ м/с;
$a = -0{,}2$ м/с²;
$t = 40$ с;
$v = 0$.

Табуу керек:
$s = ?$ $t_0 = ?$

Формуласы:

$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$;
$v = v_0 + at_0$;
$v_0 + at_0 = 0$;
$t_0 = -\frac{v_0}{a}$.

Чыгарылышы:

$s = (10 \cdot 40 + \frac{-0{,}2 \cdot 40^2}{2})$ м = 240 м.

$t_0 = -\frac{10}{-0{,}2}$ $c = 50$ c.

Жообу: $s = 240$ м; $t_0 = 50$ с.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда басып өтүлгөн жол, бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда жолдун графиги.

1. Тынч абалдан козголуп ($v_0 = 0$), a = 3 м/с² ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин жол графигин сыз.
2. 39-сүрөттө берилген графиктен ($v_0 > 0$ үчүн) нерсенин басып өткөн жолу кандай табылат?

М 7

1. Ордунан козголуп, 0,3 м/с² ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдап бараткан нерсе 10 с да канча жолду басып өтөт?
2. Баштапкы ылдамдыгы 30 км/саат болгон автомобиль 0,5 м/с² ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдап, 1 минутанын ичинде канча жолду басып өтөт?
3. Нерсе ордунан козголуп, 1 м/с² ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылда аракеттенип жатат. Нерсенин кыймылынын жол графигин сыз.
4. Башталгыч ылдамдыгы 36 км/саат болгон автомобиль 4 м/с² ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдады. Автомобиль кыймылынын жол графигин сыз.
5. Нерсе бирдей убакыт аралыктарында v_0 = 0 м/с, v_1 = 1 м/с, v_2 = 2 м/с жана башка ылдамдыкка ээ болсо, анын кыймылын бир калыпта өзгөрмөлүү десе болобу?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

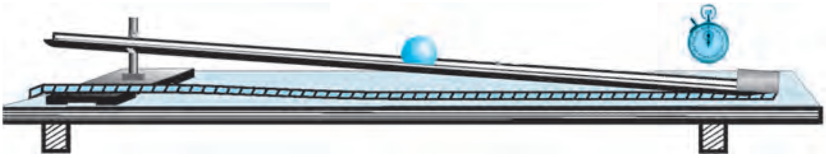
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

12-§. БИР КАЛЫПТА ЫЛДАМДАТЫЛГАН КЫЙМЫЛДАГЫ НЕРСЕНИН ЫЛДАМДАНУУСУН АНЫКТОО

(1-лабораториялык иш)

Иштин максаты: жантык ноодон тоголоп түшүп жаткан шарчанын басып өткөн жолу жана кыймыл убактын өлчөө аркылуу бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин ылдамдануусун аныктоону үйрөнүү.

Керектүү жабдуулар: Металл ноо, болот шарча, штатив, металл цилиндр, ченөө тасмасы, секундомер.



41-сүрөт. Бир калыпта ылдамдатылган кыймыл ылдамдануусун аныктоо үчүн курулма

Ишти аткаруунун тартиби

1. 41-сүрөттө көрсөтүлгөндөй металл ноону штативге орнот, металл цилиндрди ноонун төмөнкү учуна кой.

2. Ноонун жогорку учунан коюп жиберилген шарчанын ноонун төмөнкү учундагы металл цилиндрге барып кагылышына чейин өткөн убакытты секундомерде өлчө.

3. Тажрыйбаны 3 жолу кайтала. Шарчанын ар бир кыймыл убакты t_1, t_2, t_3 тү өлчөп, натыйжаларын 1-жадыбалга жаз.

4. Ченөө тасмасында шарча басып өткөн s жолду чене, натыйжасын жадыбалга жаз.

5. Бир калыпта ылдамдатылган кыймылда жолдун формуласы $s = at^2/2$ ден ылдамдануунун формуласы $a = 2\,s/t^2$ алууга болот. Тажрыйбада өлчөнгөн s жолду жана ар бир t_1, t_2, t_3 убакытты бирден ылдамдануу формуласына коюп, a_1, a_2, a_3 ылдамдануулары эсепте.

6. $a = (a_1 + a_2 + a_3)/3$ формуласы менен орточо ылдамданууну эсепте. Аныкталган бул маани жантык ноодон тоголоп түшүп жаткан шарчанын ылдамдануусун туюнтат.

7. Тажрыйбаны ноонун үч түрдүү жантайган абалдары үчүн аткар.

8. $\Delta a_n = |a_{орт.} - a_n|$ формуладан абсолюттук каталыкты тап.

9. $\Delta a_{орт.} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3)/3$ формуладан орточо абсолюттук каталыкты эсепте.

10. $\varepsilon = (\Delta a_{орт.} / a_{орт.}) \cdot 100\%$ формуладан салыштырма каталыкты тап.

11. Натыйжаларды иликте жана жыйынтык чыгар.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

1-жадыбал

№	s, м	t_1, с	t_2, с	t_3, с	a_1, м/с^2	a_2, м/с^2	a_3, м/с^2	a, м/с^2	$a_{орт}$, м/с^2	ε, %
1										
2										
3										

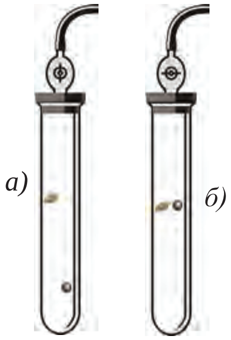
1. Ноонун жантыктыгы артканда эмне себептен ылдамдануунун мааниси артып барат?

13-§. НЕРСЕЛЕРДИН ЭРКИН ТҮШҮҮ

42-сүрөт. Пиза мунарасы

Бирдей бийиктиктен ташталган таш жана куштун канатынын жерге түрдүү убакыттарда түшүүсүн байкаган байыркы грек философу Аристотель Жердин тартуу күчү таасиринде оор нерселер жеңил нерселерден мурда түшөт, деген жыйынтыкка келген. Бул туура эмес окуу дээрлик эки миң жыл бою туура деп эсептелди. Италиялык окумуштуу Галилео Галилейдин (1564–1642) XVI кылымдын аягында жүргүзгөн тажрыйбаларынан кийин гана Аристотелдин ойлору туура эмес экендиги далилденди.

Галилей Пиза мунарасынан (42-сүрөт) бир маалда болот жана таш шарларын таштап, алар жерге дал бир убакытта түшөөрүнө ыманды. Галилей төмөнкүчө элестетти (гипотезаны алга сүрдү): эгерде абанын каршылыгы болбосо, бир убакытта ташталган болот шар менен жеңил куштун канаты мунарадан бир убакытта түшөт. Бул гипотезаны текшерүү үчүн узун айнек түтүктүн ичине болот шарча менен куштун канаты жайгаштырылды (43-*а* сүрөт). Ал эми түтүктөн абасы соруп алынганда болсо болот шарча жана куштун канаты бирдей убакытта түштү (43-*б* сүрөт). Бул тажрыйба Галилейдин элестетүүсү туура экендигин далилдейт.



43-сүрөт. Сейректешкен абадагы нерселердин кыймылы

Нерсенин абасыз боштукта Жердин гана тартуусу таасириндеги кыймылы *эркин түшүү* деп аталат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Нерсенин эркин түшүүсү түз сызыктуу бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылга айкын мисал болот. Белгилүү бир бийиктиктен коюп жиберилген шарча бир калыпта ылдамдатылган кыймыл жасап, анын ылдамдыгы ар секундда 9,81 м/с^2 га артып барат (44-сүрөт).

Эркин түшүп жаткан нерсенин ылдамдануусу туруктуу чоңдук. Ал эркин түшүүнүн ылдамдануусу деп аталат жана g менен белгиленет.

Мында: $\boxed{g = 9{,}81 \text{ м/с}^2}$.

Так өлчөөлөр Жер жүзүнүн түрдүү географиялык кеңдиктеринде эркин түшүүнүн ылдамдануусунун маанилери түрдүүчө экендигин көрсөттү. Мисалы, бул ылдамдануу уюлда g = 9,83 м/с^2 болсо, экватордо g = 9,78 м/с^2 ка тең. Мунун негизги себеби Жердин абсолюттук шар түрүндө эместигинде. Эркин түшүүнүн ылдамдануусун жакындаштырып 9,8 м/с^2, кээ бир учурларда тегеректеп 10 м/с^2 га тең деп алуу мүмкүн.

Ал вектордук чоңдук болуп, дайыма ылдыйга карай тик багытталган. Түз сызыктуу бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылга тиешелүү бардык формулаларды эркин түшүүгө колдонуу мүмкүн. Мында бир гана a ылдаманууну g менен, s жолду h бийиктик менен алмаштыруу жетиштүү. Мына ушундайча эркин түшүүгө тиешелүү төмөнкү формулаларды жазуу мүмкүн:

1. Эркин түшүп жаткан нерсенин t убакыттагы ылдамдыгы:

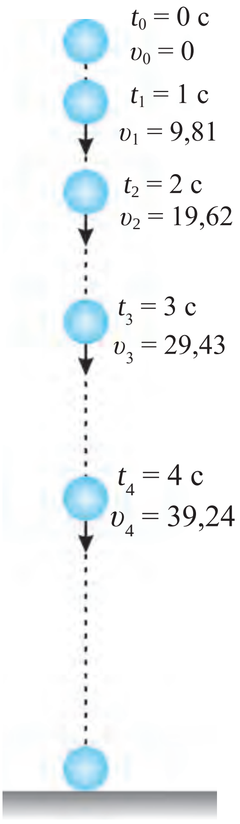
$$\boxed{\upsilon = \upsilon_0 + gt;} \quad (1) \qquad \upsilon_0 = 0 \text{ дө:} \quad \boxed{\upsilon = gt.} \quad (2)$$

2. Эркин түшүп жаткан нерсенин орточо ылдамдыгы:

$$\boxed{\upsilon_{\text{орт.}} = \upsilon_0 + \frac{gt}{2};} \quad (3) \qquad \upsilon_0 = 0 \text{ дө:} \quad \boxed{\upsilon_{\text{орт.}} = \frac{gt}{2}.} \quad (4)$$

3. Эркин түшүп жаткан нерсенин түшүү бийиктиги:

$$\boxed{h = \upsilon_0 t + \frac{gt^2}{2};} \quad (5) \qquad \upsilon_0 = 0 \text{ дө:} \quad \boxed{h = \frac{gt^2}{2}.} \quad (6)$$



44-сүрөт. Эркин түшүп жаткан нерсенин кыймылы

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Нерсе бийиктиктен коюп жиберилгенде 5 с да жерге түштү. Нерсе кандай бийиктиктен ташталган. Ал жерге кандай ылдамдык менен түшкөн? $g = 10$ м/с^2 деп алынсын.

Берилди:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$t = 5$ с; $\upsilon_0 = 0$; $g = 10$ м/с^2.	$h = \frac{gt^2}{2}$;	$h = \frac{10 \cdot 5^2}{2}$ м $= 125$ м;
Табуу керек: h – ? υ — ?	$\upsilon = gt$.	$\upsilon = (10 \cdot 5)$ м/с $= 50$ м/с. *Жообу*: $h = 125$ м; $\upsilon = 50$ м/с.

Таяныч түшүнүктөр: эркин түшүү, эркин түшүүнүн ылдамдануусу.

1. Эки бирдей таш бирдей бийиктиктен биринин артынан экинчиси таштап жиберилсе, түшүү маалында алардын арасындагы аралык өзгөрөбү?
2. Кандайдыр бир бийиктиктен башталгыч ылдамдыксыз ташталган нерсе 5 с да жерге түштү. Ал кандай бийиктиктен түшкөн?

М8

1. Нерсе белгилүү бир бийиктиктен таштап жиберилди. Эркин түшүп жаткан нерсенин 6 с дан кийинки ылдамдыгы канча болгон? Ушул убакыт ичинде нерсе канча аралыкты басып өткөн? Бул жана кийинки маселелерде g=10 м/с^2 деп алынсын.
2. Белгилүү бир бийиктиктен таштап жиберилген нерсе эркин түшүүдө. Ал канча убакытта 40 м/с ылдамдыкка жетет? Бул убакыт ичинде нерсе кандай аралыкты басып өтөт?
3. Нерсе белгилүү бир бийиктиктен 15 м/с ылдамдык менен төмөн көздөй ыргытылды. 3 с дан кийин ал кандай ылдамдыкка ээ болот жана канча аралыкты басып өтөт?

14-§. ЖОГОРУГА ТИК ЫРГЫТЫЛГАН НЕРСЕНИН КЫЙМЫЛЫ

Ар кандай нерсе жогоруга ыргытылганда, ал кандайдыр бир бийиктикке көтөрүлүп, дагы кайра жерге түшөт. Эми бул кыймылды талдап көрөлү. Бизди нерсе кандай ылдамдануу менен кыймылдашы кызыктырат. Нерсе жогоруга тик ыргытылганда, ал бир калыпта акырындатылган кыймыл жасайт. Мында нерсенин эркин түшүү ылдамдануусу g нын ордуна терс $-g$ алынат. Анда $\upsilon = \upsilon_0 + gt$ формуладан пайдаланып, жогоруга тик ыргытылган нерсенин каалагандай t убакыттагы ылдамдыгы мындайча табылат:

$$\boxed{\upsilon = \upsilon_0 - gt.} \quad (1)$$

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

49-беттеги (5) формуладан жогоруга тик ыргытылган нерсенин каалагандай t убакыттагы көтөрүлүү бийиктигин аныктоого болот:

$$h = \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}. \qquad (2)$$

Тажрыйбалар көрсөткөндөй, белгилүү бир чекиттен жогоруга тик ыргытылган нерсе канча убакыт жогоруга көтөрүлсө, ошончо убакытта ыргытылган чекитке кайра түшөт. Мисалы, нерсе $\upsilon_0 = 20$ м/с ылдамдык менен жогоруга тик ыргытылды дейли (44-сүрөт). $g = 10$ м/с^2 деп алып, төмөнкү эсептөөлөрдү аткарабыз.

Нерсе эң жогорку бийиктикке көтөрүлгөндө ылдамдыгы $\upsilon=0$ болот. Анда (1) формуладан эң жогорку бийиктикке көтөрүлгөнгө чейинки кеткен убакытты эсептөө мүмкүн:

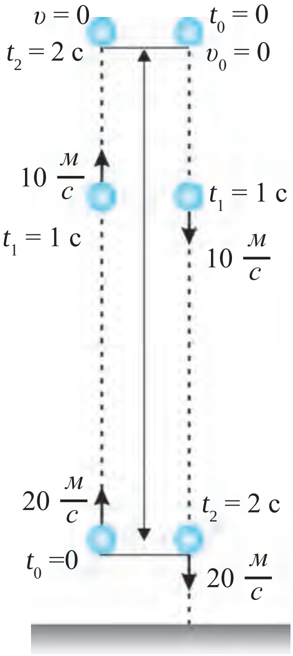
$$t = \frac{\upsilon_0}{g} = \frac{20}{10} \text{ с} = 2 \text{ с}.$$

(2) формулада $\upsilon_0 = 0$ деп алып, нерсе ыргытылган чекиттен канча бийиктикке көтөрүлүшүн эсептейбиз:

$$h = (20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}) \text{ м} = 20 \text{ м}.$$

Нерсе эң жогорку чекитке көтөрүлгөндөн соң g ылдамдануу менен ылдыйга түшөт. Ылдыйга тик түшүүсүндө нерсе 2 с дун ичинде канча аралыкты басып өтүшүн эсептеп көрөлү:

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ м} = 20 \text{ м}.$$



45-сүрөт. Жогоруга тик ыргытылган нерсенин кыймылы

Демек, нерсе 2 секундда канча аралыкты өтсө, дагы 2 секундда дагы ошончо жүрүп, ыргытылган чекитине кайтып түшөт экен.

Эми нерсе кайтып түшүүдө $t = 2$ с убакыт өткөндө кандай ылдамдыкка ээ болушун эсептеп чыгалы:

$$\upsilon = gt = 10 \frac{м}{с^2} \cdot 2 \text{ с} = 20 \frac{м}{с}.$$

Нерсе жогоруга ушундай ылдамдык менен ыргытылган эле.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Жогоруга тик ыргытылган нерсе канча убакытта жогоруга көтөрүлсө, ошончо убакытта ыргытылган чекитке кайтып түшөт. Кандай ылдамдык менен жогоруга тик ыргытылган болсо, кайтып түшүүдө ушул чекитте ушундай ылдамдыкка ээ болот.

Эгерде (2) формулада ылдамдануунý нөл деп алсак, бул формула бир калыптагы кыймыл формуласына айланат. Жогоруга тик ыргытылган нерсенин кыймылын талдоо жана маселелер чыгаруу үчүн, негизинен, башталгыч ылдамдык жөнүндө маалымат керек болот.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

40 м/с ылдамдыкта жогоруга тик ыргытылган нерсенин 3 с дан кийинки ылдамдыгы канча болот? Ушул убакыт ичинде нерсе кандай бийиктикке көтөрүлөт? $g = 10$ м/с² деп алынсын.

Берилди:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$\upsilon_0 = 40$ м/с;	$\upsilon = \upsilon_0 - gt;$	$\upsilon = (40 - 10\cdot3)$ м/с $= 10$ м/с;
$t = 3$ с;		
$g = 10$ м/с².	$h = \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}.$	$h = (40\cdot3 - \frac{10\cdot3^2}{2})$ м $= 75$ м.
Табуу керек: $\upsilon = ?$ $h = ?$		*Жообу*: $\upsilon = 10$ м/с; $h = 75$ м.

1. Алманы 3 м/с ылдамдык менен жогоруга тик ыргытсаң, аны илип алган учурунда ылдамдыгы канча болот?
2. Нерсе тик жогоруга 40 м/с ылдамдык менен ыргытылды. Канча убакыттан кийин анын ылдамдыгы эки эсе азаят?

М 9

1. 25 м/с ылдамдык менен жогоруга тик ыргытылган нерсенин 2 с дан кийинки ылдамдыгы канча болот? Ушул убакыт ичинде кандай бийиктикке көтөрүлөт? $g = 10$ м/с² деп алынсын.
2. Нерсе 30 м/с ылдамдык менен тик жогоруга ыргытылды. Нерсе кандай бийиктикке көтөрүлөт жана канча убакыттан кийин ыргытылган чекитке кайтып түшөт?
3. Нерсе 40 м/с ылдамдык менен тик жогоруга ыргытылды. 5 с дан кийин нерсенин ылдамдыгы кандай болот? Ушул убакытта нерсе кандай бийиктикте болот?
4. 20 м/с башталгыч ылдамдык менен эркин түшүп жаткан нерсенин кыймыл башталгандан 4 с өткөндөгү ылдамдыгы кандай (м/с) болот?
5. Тик жогоруга ыргытылган нерсе 6 с дан кийин жерге кайтып түштү. Нерсенин башталгыч ылдамдыгы кандай болгон? Нерсе кандай бийиктикке көтөрүлгөн?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

II БӨЛҮМГӨ ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА КӨНҮГҮҮЛӨР

1. Велосипедчи бир калыпта кыймылдап, 10 минутта 3 км жолду басып өттү. Велосипедчинин ылдамдыгын м/с жана км/саат бирдиктеринде тап.

2. 80 км/саат ылдамдык менен бара жаткан автомобиль 45 минутада канча жолду басып өтөт?

3. Окуучунун үйүнөн мектепке чейинки аралык 500 м ге барабар. Окуучу 2,5 км/саат ылдамдык менен жүрсө, мектепке канча минутада жетип барат?

4. Мотоциклдин ылдамдыгы 72 км/саат, анын кыймылына каршы согуп жаткан шамалдын ылдамдыгы болсо 5 м/с. Мотоциклге бириктирилген эсептөө системасында шамалдын ылдамдыгы канча? Шамал мотоциклдин кыймыл багытында болсочу?

5. Эки поезд бири-бирин көздөй 90 км/саат жана 72 км/саат ылдамдык менен кыймылдап жатат. Экинчи поезддеги жолоочу биринчи поезд анын жанынан 6 с бою өткөндүгүн аныктады. Биринчи поезддеги жолоочунун жанынан болсо экинчи поезд 8 с бою өткөндүгү маалым болду. Ар эки поезддин узундуктарын тап.

6. Кайыктын сууга салыштырмалуу ылдамдыгы дарыянын агымынын ылдамдыгынан 3 эсе чоң. Эки пункттун арасындагы аралыкты кайыкта агымга каршы сүзүп өтүү үчүн агым боюнча сүзүүгө караганда канча эсе көп убакыт кетет?

7. Автомобиль баштапкы 10 с да 150 м, кийинки 20 с да 500 м жана акыркы 5 с да 50 м жол жүрдү. Жолдун ар кайсы бөлүгүндөгү жана бүткүл жолдогу орточо ылдамдыктарды км/саат эсебинде тап.

8. Поезд жүрө баштагандан соң 10 с өткөндө 36 км/саат ылдамдыкка жетишти. Мына ушундай бир калыпта ылдамдатылган кыймыл жасап жаткан поезд канча убакыт өткөндөн кийин ылдамдыгын 72 км/саатка жеткирет?

9. Жантык ноодон тынч абалынан тоголоп түшүп жаткан шарча биринчи секундада 8 см жолду басып өттү. Шарча 3 секундада канча аралыкты басып өтөт?

10. 34-сүрөттө берилген $v_0 = 0$ үчүн ылдамдык графигинен нерсенин $t = 5$ секундда басып өткөн жолун эсепте.

11. Автомобиль тынч абалдан 5 м/с^2 ылдамдануу менен баштап 4 с ичинде канча жолду басып өтөт? Ушул убакыттын ичинде ал кандай ылдамдыкка жетишет?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

12. 34-сүрөттө берилген $\upsilon_0 = 0$ үчүн ылдамдык графигинен нерсенин $t = 5$ секундда басып өткөн жолун эсепте.

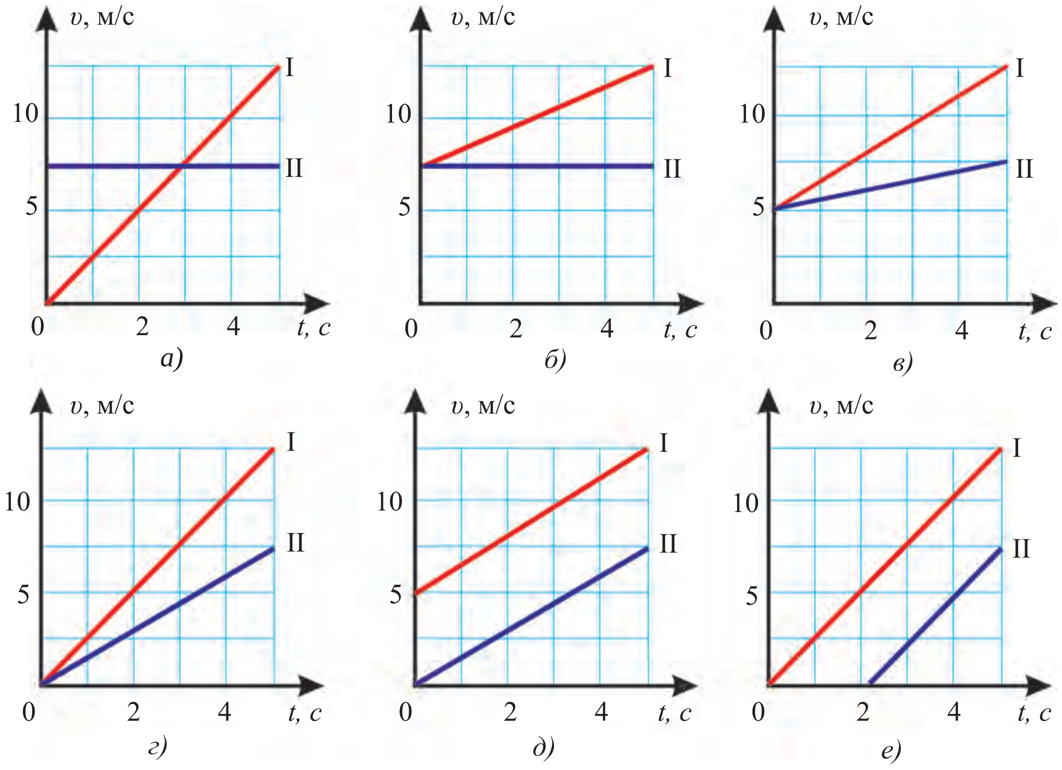
13. Белгилүү бир бийиктиктен коюп жиберилген нерсе эркин түшүүдө. Ал канча убакытта 80 м/с ылдамдыкка жетишет. Ушул жана кийинки маселелерде g =10 м/с^2 деп алынсын.

14. Нерсе белгилүү бир бийиктиктен 5 м/с ылдамдык менен ылдыйга түз ыргытылды. 5 с дан кийин ал кандай ылдамдыкка жетишет?

15. Тынч абалда турган вертолёттон ыргытылган жүк 12 с да жерге түштү. Ал кандай бийиктиктен ыргытылган жана кандай ылдамдык менен жерге келип тийген? Абанын каршылыгы эсепке алынбасын.

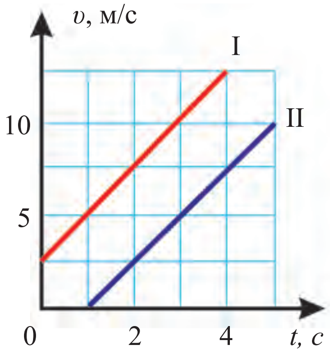
16. Автомобиль 30 км аралыкты 15 м/с ылдамдыкта, 40 км аралыкты 1 саатта басып өттү. Автомобиль бүткүл жол бою кандай орточо ылдамдык менен жүргөн?

17. Төмөнкү сүрөттө келтирилген графиктерди талдап, эки түрдүү кыймылды өз ара салыштыр. Андан кыймыл жөнүндө кандай маалыматтарды аныктай аласың (кыймылдын түрү, башталгыч ылдамдык, ылдамдануу, аракет убактысы)?

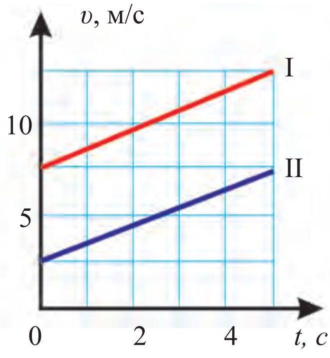


*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

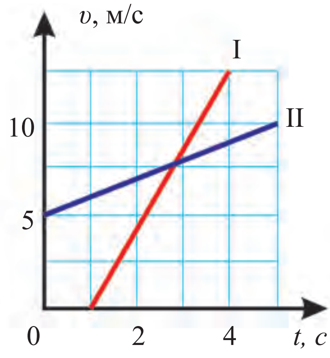
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



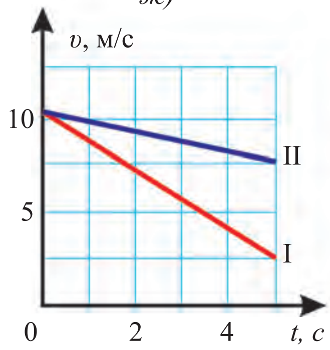
ж)



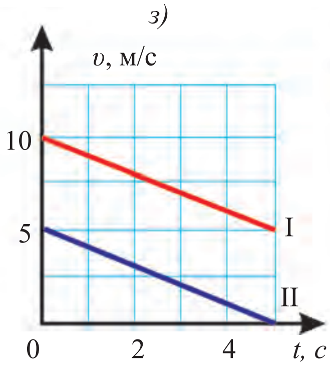
з)



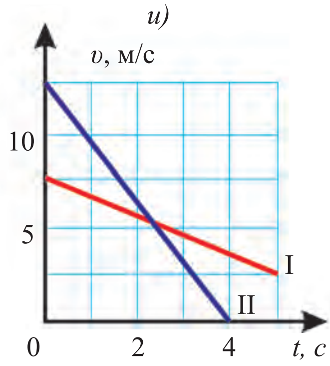
и)



к)

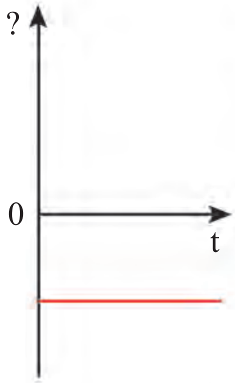


л)

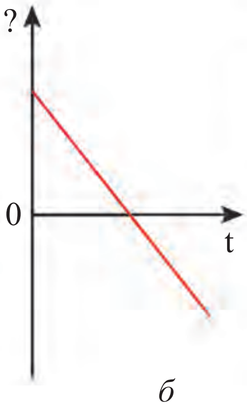


м)

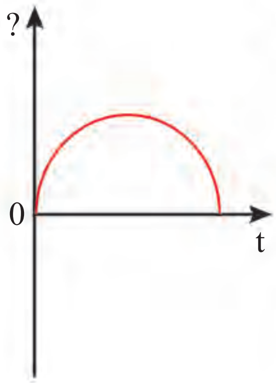
18. Жогоруга тик ыргытылган нерсе жогоруга көтөрүлдү жана кайра жерге түштү. Бул кыймылга тиешелүү которулуш, жол, ылдамдык жана ылдамдануунун убакытка болгон байланыш графиги төмөнкү сүрөттө келтирилген. Графиктерди талдап, алардын ар бири кайсы байланышка туура келээрин тап.



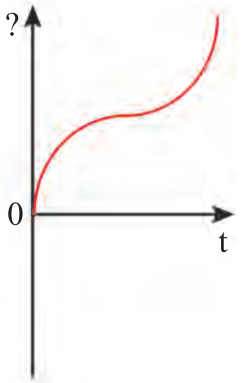
а



б



в



г

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

III бөлүм.
БИР КАЛЫПТАГЫ АЙЛАНМА КЫЙМЫЛ

Сен буга чейин траекториясы түз сызыктуу кыймылды үйрөндүң. Траекториясы түз сызыктуу болбогон нерсенин ар кандай кыймылы ийри сызыктуу болот. Мындай кыймылдардын эң жөнөкөйү – айланма кыймыл болуп саналат.

Айланма кыймыл жөнүндө түшүнүккө ээ болушубуз эң майда бөлүкчө – электрондордон тартып планеталардын өз орбиталарын бойлой айланма кыймылдарын талдоодо, жашообузда пайдалана турган көптөгөн аспаптардын айланма кыймыл жасай турган бөлүктөрүн үйрөнүүдө жардам берет. Бул бөлүмдө нерсенин бир калыптагы айланма кыймылы менен таанышасың.

15-§. НЕРСЕНИН БИР КАЛЫПТАГЫ АЙЛАНМА КЫЙМЫЛЫ

Бир калыптагы айланма кыймыл жөнүндө түшүнүк

Саат жебелеринин кыймылын, бир калыпта кыймылдагы велосипед же автомобиль дөңгөлөгүнүн, иштеп жаткан вентилятордун барасынын кыймылын айлана боюнча бир калыптагы кыймыл десек болот. Мында, бир калыпта дегенде багыты боюнча бир калыпта эмес, убакыттын өтүшү боюнча бирдей ылдамдыкты түшүнүү керектигин эстетип өтөбүз.

Эгерде материалдык чекит айлана боюнча каалагандай барабар убакыттар арасында барабар жааларды басып өтсө мындай кыймыл бир калыптагы айлана кыймыл деп аталат.

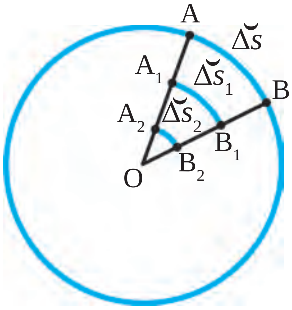
Материалдык чекиттин айлана боюнча кыймылы дегенде айлануу кыймылында болгон нерсенин кайсы бир чекити түшүнүлөт. Мисалы, саат жебесинин белгилүү бир чекитин, айталы учун материалдык чекит деп кароо мүмкүн. Велосипед же автомобиль дөңгөлөгүнүн огунан анык бир алыстыктагы чекитти да материалдык чекит деп алса болот. Мында дөңгөлөктүн айлануу кыймылы жерге салыштырмалуу эмес, велосипед же автомобилдин корпусуна салыштырмалуу каралат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Сызыктуу ылдамдык жана бурчтук ылдамдык

Айлана боюнча бир калыптагы кыймылда нерсенин айлануу огунан түрдүү алыстыктагы чекиттери белгилүү бир Δt убакыт арасында түрдүү узундуктагы $\Delta \breve{s}$ жааларды басып өтөт. 46-сүрөттө көрүнгөндөй, белгилүү Δt убакыт ичинде нерсенин A чекити $\Delta \breve{s}$ жааны, A_1 чекити $\Delta \breve{s}_1$ ди, A_2 чекити $\Delta \breve{s}_2$ ни басып өтөт. Бул жаалардын узундугу ар түрдүү, андыктан, сызыктуу ылдамдыгы да түрдүүчө болот.

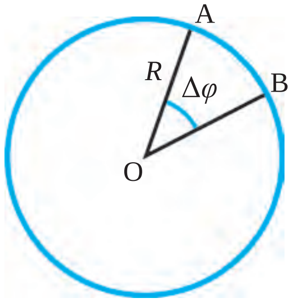


46-сүрөт. Түрдүү чекиттердин басып өткөн жолу

$$v = \frac{\Delta \breve{s}}{\Delta t}. \quad (1)$$

Айланма кыймылдагы материалдык чекиттин убакыт бирдигинде басып өткөн жаа узундугу менен өлчөнө турган чоңдук сызыктуу ылдамдык деп аталат.

Нерсе R радиустуу айлана боюнча бир калыпта кыймылдап жаткан болсун (47-сүрөт). Эгер нерсе кандайдыр бир Δt убакыт ичинде A чекитинен В чекитине которулса, айлана борборунан А чекитке жүргүзүлгөн R радиус $\Delta\varphi$ бурчка бурулат. Бул бурч *бурулуу бурчу* деп аталат. Айланып жаткан чекиттин айлана борборунан алыс-жакындыгына карабай, бурулуу бурчу бирдей болот. Ал радиан (рад) же градус (°) бирдигинде өлчөнөт.

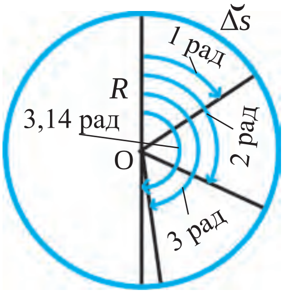


47-сүрөт. Бурулуу бурчунун пайда болушу

Туурасындагы жаасынын узундугу ушул айлананын радиусуна барабар болгон бурч бир радианга тең болот.

Демек, $\Delta \breve{s}$ = R де $\Delta\varphi$ = 1 рад болот (48-сүрөт).

1 радиан жакындаштырып айтканда 57 градуска түзөт, б. а.: 1 рад ≈ 57°. 48-сүрөттөгү R радиус 2 радианга бурулса, $\Delta\varphi \approx 114°$, 3 радианга бурулса, $\Delta\phi \approx 172°$ болот. R радиус жарым айланага, б. а. 180° ка бурулганда $\Delta\varphi$ = 3,14 рад = π ни түзөт. Нерсе бир жолу айланганда айлананын узундугу $s = 2\pi R$ ге тең аралыкты басып өтөт.



48-сүрөт. Бурчтун радиандык өлчөмү

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Бурулуу бурчунун радиан өлчөмүндөгү туюнтмасы буга тең:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\breve{s}}{R}. \qquad (2)$$

Айланма кыймылда сызыктуу ылдамдык менен бир катарда **бурчтук ылдамдык** ω (омега) да колдонулат. Мында:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}. \qquad (3)$$

Айлануу кыймылында айлана радиусу бурулуу бурчунун ушул бурулууга кеткен убакытка катышы бурчтук ылдамдык д.а.

Бурчтук ылдамдык скалярдык чондук. Бирдиги **рад/с**. Айланып жаткан нерсенин бардык чекиттеринде ω бирдей болот.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Арыктан суу чыгаруу үчүн чаркпалек орнотулган. Анын огунан 1,5 м алыста чакалар бекемделген. Чаркпалектин бир жолу толук айлануусуна 24 с убакыт кетсе, чакалардын бурулуу бурчу, сызыктуу ылдамдыгы жана бурчтук ылдамдыгы кандай болот?

Берилди:

$R = 1{,}5$ м;

$\Delta t = 24$ с.

Табуу керек:

$\Delta\varphi = ?$ $\upsilon = ?$

$\omega = ?$

Формуласы:

$\Delta\varphi = 2\pi$;

$\Delta\varphi = \frac{\Delta\breve{s}}{R}$ ден $\Delta\breve{s} = \Delta\varphi R$;

$\upsilon = \frac{\Delta\breve{s}}{\Delta t}$; $\qquad \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$.

Чыгарылышы:

$\Delta\varphi = 2 \cdot 3{,}14$ рад $= 6{,}28$ рад;

$\Delta s = 6{,}28 \cdot 1{,}5$ м $= 9{,}42$ м;

$\upsilon = \frac{9{,}42}{24}\frac{\text{м}}{c} \approx 0{,}4\frac{\text{м}}{c}$;

$\omega = \frac{6{,}28}{24}\frac{\text{рад}}{c} \approx 0{,}26\frac{\text{рад}}{c}$

Жообу: $\Delta\varphi = 6{,}28$ рад; $\upsilon \approx 0{,}4$ м/с; $\omega \approx 0{,}26$ рад/с.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыптагы айланма кыймыл, сызыктуу ылдамдык, бурулуу бурчу, радиан, градус, бурчтук ылдамдык.

1. Радиусу 10 см болгон айланадагы чекит бир калыпта кыймылдап, айлананын жарымын 10 с да өттү. Анын сызыктуу ылдамдыгын тап.
2. Жолдо бараткан велосипед же автомобиль дөңгөлөгүнүн кыймылын жерге салыштырмалуу айлануу кыймылында десе болобу? Эмне үчүн?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

M 10

1. Дөңгөлөк айлануусунда 0,1 с да 1 рад га бурулат. Дөңгөлөк огунан 5 см, 10 см жана 15 см алыстыктагы чекиттин сызыктуу ылдамдыгын тап. Дөңгөлөк кандай бурчтук ылдамдык менен айланат?
2. Велосипед дөңгөлөгүнүн огунан эң алыс чекити 0,02 с да 20 см жааны басып өттү. Велосипеддин ылдамдыгын тап.
3. Сааттын 30 мм узундуктагы минут жебеси 10 минутта 30 мм узундуктагы жааны басып өтөт. Минут жебесинин сызыктуу ылдамдыгын, бурулуу бурчун жана бурчтук ылдамдыгын тап.
4. Эгерде 47-сүрөттөгү айлананын радиусу 1 м болсо, 1 рад, 2 рад, 3 рад жана 3,14 рад бурчтун тушундагы жаанын узундугу ар бир абал үчүн канча болот?
5. Парктагы айланма селкинчектин кабиналары айлануу огунан 20 м алыска орнотулган. Селкинчек кабинасынын бир жолу толук айлануусуна 10 минут убакыт кетет. Кабинанын сызыктуу жана бурчтук ылдамдыгы канча?

16-§. АЙЛАНУУ КЫЙМЫЛЫН МҮНӨЗДӨЙ ТУРГАН ЧОҢДУКТАРДЫН АРАСЫНДАГЫ БАЙЛАНЫШТАР

Сызыктуу жана бурчтук ылдамдыктардын арасындагы байланыш

Өткөн теманын аягындагы маселеде бир калыптагы айланма кыймылдагы нерсенин жол формуласы келтирип чыгарылган эле:

$$\Delta \breve{s} = \Delta\varphi R.$$

Бул формуланы сызыктуу ылдамдыктын формуласына коюп, төмөнкү туюнтманы пайда кылабыз:

$$\upsilon = \frac{\Delta \breve{s}}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi R}{\Delta t} = \omega R.$$

Демек, бир калыптагы айланма кыймылда сызыктуу жана бурчтук ылдамдыктардын арасындагы байланыш төмөнкүдөй болот:

$$\upsilon = \omega R. \qquad (1)$$

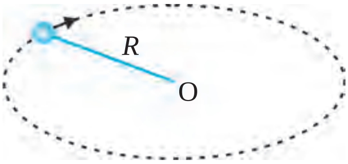
Айлануу мезгили, жыштыгы, сызыктуу жана бурчтук ылдамдыктардын арасындагы байланыштар

Бир калыптагы айланма кыймылды андан да толук үйрөнүү үчүн айлануу мезгили жана айлануу жыштыгы түшүнүктөрүнөн пайдаланылат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Нерсенин бир жолу толук айлануусуна кеткен убакыт айлануу мезгили деп аталат.



49-сүрөт. Жипке байланган шарчанын кыймылы

Айлануу мезгили T менен белгиленет. Негизги бирдиги – секунд (с). Эгерде нерсе Δt убакыт ичинде n жолу айланган болсо, анда айлануу мезгили T төмөнкүчө аныкталат:

$$T = \frac{\Delta t}{n}. \qquad (2)$$

49-сүрөттөгү жипке байланган шарча 8 с да 20 жолу айланса, айлануу мезгили төмөнкүдөй табылат:

$$T = \frac{8}{20}\text{ с} = 0{,}4\text{ с}.$$

Нерсенин убакыт бирдиги ичиндеги айланууларынын саны *айлануу жыштыгы* деп аталат.

Айлануу жыштыгы ν (ню) менен белгиленет. Анын негизги бирдиги – 1/с. Эгерде нерсе Δt убакытта n жолу айланган болсо, анда айлануу жыштыгы ν төмөнкүдөй аныкталат:

$$\nu = \frac{n}{\Delta t}. \qquad (3)$$

Жипке байланган нерсе 8 с да 20 жолу айланса, айлануу жыштыгы төмөнкүдөй табылат:

$$\nu = \frac{20}{8}\,\frac{1}{\text{с}} = 2{,}5\,\frac{1}{\text{с}}.$$

Айлануу мезгили T менен айлануу жыштыгы ν арасындагы байланыш:

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \text{же} \quad \nu = \frac{1}{T} \qquad (4)$$

Айлануу мезгили T менен сызыктуу ылдамдык υ нын арасындагы байланыш:

$$T = \frac{2\pi R}{\upsilon} \quad \text{же} \quad \upsilon = \frac{2\pi R}{T}. \qquad (5)$$

Айлануу мезгили T менен бурчтук ылдамдык ω арасындагы байланыш:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{же} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}. \qquad (6)$$

Айлануу жыштыгы ν менен сызыктуу ылдамдык υ нын арасындагы байланыш:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$\nu = \frac{\upsilon}{2\pi R} \quad \text{же} \quad \upsilon = 2\pi\nu R. \qquad (7)$$

Айлануу жыштыгы ν менен бурчтук ылдамдык ω арасындагы байланыш:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{же} \quad \omega = 2\pi\nu\,. \qquad (8)$$

Туюнтмалардан көрүнүп тургандай, материалдык чекиттин бурчтук ылдамдыгы анын айлануу мезгилине тескери, ал эми айлануу жыштыгына түз пропорционал болот. Айланма кыймылдардын ичинде нерселердин бир калыптагы кыймылы көп кезигет. Мисалы, электр кыймылдаткычтарынын баралары, орбита бойлоп кыймылдап жаткан Жердин жасалма жолдоштору жана башка. Бирдей убакыт аралыгында бирдей ылдамдыкта кыймылдап жаткан нерселердин абалын математикалык көрүнүштө туюнтуу оңой.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

«Нексия» автомобили 90 км/саат ылдамдык менен бир калыпта баратат. Эгерде автомобиль дөңгөлөгүнүн радиусу 40 см болсо, дөңгөлөктүн айлануу мезгилин, айлануу жыштыгын жана бурчтук ылдамдыгын тап.

Берилди:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
υ = 90 км/саат = 25 м/с; R = 40 см = 0,4 м.	$T = \frac{2\pi R}{\upsilon}$;	$T = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}4}{25}$ с ≈ 0,1 с;
Табуу керек:	$\nu = \frac{1}{T}$;	$\nu = \frac{1}{0{,}1}\,\frac{1}{s} = 10\,\frac{1}{с}$;
$T = ?\quad \nu = ?\quad \omega = ?$	$\omega = 2\pi\nu$.	$\omega = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 10\,\frac{рад}{с} = 62{,}8\,\frac{рад}{с}$.

Жообу: T ≈ 0,1 с; ν = 10 1/с; ω = 62,8 рад/с.

Таяныч түшүнүктөр: бир калыпта айланма кыймылдагы жол, айлануу мезгили, айлануу жыштыгы.

1. Автомобилдин ылдамдыгы 20 м/с, дөңгөлөгүнүн диаметри 64 см. Автомобиль дөңгөлөгүнүн бурчтук ылдамдыгын тап.
2. Нерсе 10 м/с ылдамдык менен 2 м радиустуу айлана бойлоп айланууда. Анын айлануу жыштыгын тап.

М 11

1. Айланма селкинчектин кабинасы 1 минутта 2 жолу айланат. Селкинчек огунан 1 м алыстыкта орнотулган кабинанын сызыктуу жана бурчтук ылдамдыктарын тап.

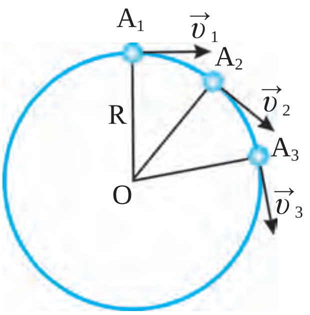
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

2. Велосипед 10 м/с ылдамдык менен бир калыпта аракеттенүүдө. Эгер велосипед дөңгөлөгүнүн радиусу 30 см болсо, айлануу мезгилин, жыштык жана бурчтук ылдамдыгын тап.
3. Жер шары экваторундагы нерсенин сызыктуу жана бурчтук ылдамдыгын тап. Жердин радиусун 6400 км деп ал.

17-§. БОРБОРГО УМТУЛУУЧУ ЫЛДАМДАНУУ

Бир калыптагы айланма кыймылда ылдамдыктын багыты



50-сүрөт. Бир калыпта айланма кыймылда ылдамдыктардын багыты

Шарча R радиустуу айланада бир калыпта кыймылдап жаткан болсун. Ал өз кыймылы учурунда Δt убакытта A_1 чекиттен A_2 чекитке, дагы ушунча убакыт ичинде A_2 ден A_3 кө өтсүн (50-сүрөт).

Шарча айланма кыймылда белгилүү бир Δt убакыт ичинде Δs жааны басып өтөт. Δt убакытты өтө кичине деп алсак, ошол учурдагы кирпик каккычакты ылдамдыкты тапсак болот. Шарча бир калыпта айланып жаткандыктан A_1, A_2, A_3 чекиттерде анын ылдамдыгы сандык жактан бирдей болот.

Бирок алардын багыты ар түрдүү болот. Айланма кыймыл учурунда кыймылдын багыты дайыма өзгөрүп тургандыктан, бизди ар бир саамдагы ылдамдыктын багыты кызыктырат. Муну бир калыпта айланма кыймылдагы бычакты курчутуучу чарык дискин күзөтүп, учкундардын багытынан билип алсак болот (51-сүрөт). Учкундар дисктин бычак тийип турган чекитине жүргүзүлгөн радиуска перпендикуляр, б.а. айлана жаасына жаныма багытта учуп чыгып жатканын көрөбүз.

Демек, айлананын ар бир чекитиндеги ылдамдык, 50-сүрөттөгүдөй айланын радиусуна перпендикуляр болот. Карлуу же суулуу жолдогу автомобиль дөңгөлөгүнөн чачырап жаткан чачырандынын багыты да айланага жаныма түрдө болот. Бир калыпта айланма кыймылда ылдамдыктын багыты тынымсыз түрдө өзгөрүп тургандыктан эсептөөдө аны скалярдык эмес, вектордук чоңдук катары алышыбыз керек.

Бир калыптагы айланма кыймылда ылдамдануу

Түз сызыктуу бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдагы нерсенин ылдамдануусунда убакыттын өтүшү менен кыймылдын багыты өзгөрбөйт.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

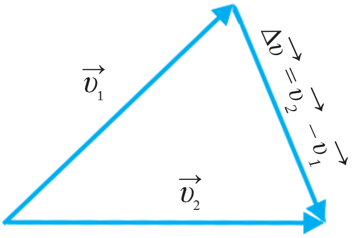
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Биз болгону ылдамдыктын сандык өзгөрүүсүн жана вектордук түрдө төмөнкүчө экенин көргөнбүз:

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}.} \qquad (1)$$

Бир калыпта айланма кыймылда ылдамдыктын мааниси өзгөрбөйт, болгону багыты өзгөрөт. Ылдамдык вектордук чоңдук болгондуктан эки вектордун модулу тең болуп, бирок багыты ар түрдүү болсо, андай векторлордун айырмасы нөлгө тең болбостугун билебиз (52-сүрөт).

51-сүрөт. Бир калыпта айланма кыймылда ылдамдыктардын багыты



52-сүрөт. Модулу тең, багыты түрдүүчө болгон векторлордун айырмасы

Муну 50-сүрөттө берилген шарчанын кыймылында көрсөк, Δt убакыт ичинде ылдамдык векторлорунун айырмасы $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$ же $\vec{v}_3 - \vec{v}_2$ нөлдөн айырмалуу болот. Демек, ылдамдыктын вектору өзгөрүүдө. Ал эми ылдамдыктын өзгөрүүсү айланма кыймылда ылдамдануу бар экендигин билдирет. (1) формуладан шарчанын Δt убакыт ичинде A_1 чекиттен A_2 чекитке өтүүсүндөгү кыймыл үчүн ылдамдануу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}.} \qquad (2)$$

R радиустуу айлана боюнча $\vec{v}$ ылдамдыкта бир калыпта кыймылдагы нерсенин ылдамдануу формуласы мындайча туюнтулат:

$$\boxed{\vec{a} = \frac{\vec{v}^2}{R}.} \qquad (3)$$

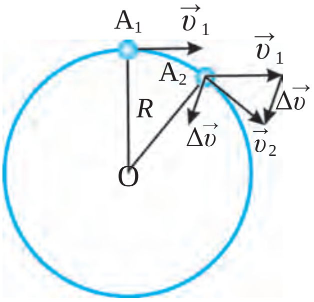
Формуладан айланма кыймылда айлананын радиусу канча кичине болсо, ылдамдануу ошончо чоң болушун көрсөк болот. Айлананын радиусу чоңоюп, түз сызыкка жакындашкан сайын ылдамдануунун мааниси азайып, нөлгө жакындашып барат. Түз сызыктуу бир калыптагы кыймылда ылдамдыктын векторлору өз ара дал келишет. Натыйжада ылдамдыктардын маанилери жана багыттары бирдей болуп, ылдамдануу нөлгө тең болуп калат.

Бир калыптагы айланма кыймылда ылдамдануунун багыты

Бир калыпта айланып жаткан шарча A_1 чекиттен A_2 чекитке өткөндө ылдамдыктар векторунун айырмасы $\Delta v = v_2 - v_1$ болот. $\vec{v}_2$ вектордон

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

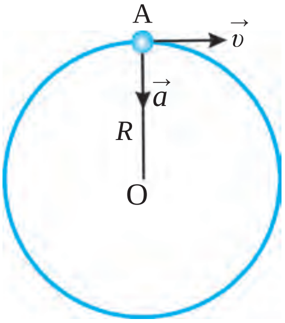
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



53-сүрөт. Бир калыпта айланма кыймылда ылдамдык векторунун айырмасы

$\vec{v}_1$ векторду кемиткенде айырма $\Delta\vec{v}$ вектордун багыты 53-сүрөттө көрсөтүлгөн.

Бир калыптагы айланма кыймылда $\vec{a}$ ылдамдануунун багыты айырма вектор $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ нын багыты менен бирдей болот. Муну (2) формуладан да билүү мүмкүн. Сүрөттөгү $\Delta\vec{v}$ вектордун башын A_2 чекитине алып келели. A_2 чекит A_1 ге канча жакын болсо, вектордун багыты ошончо айлана борборуна жакын болот. A_2 чекит A_1 чекитке өтө жакын болгондо Δv вектор, демек, $\vec{a}$ ылдамдануу да R радиус бойлоп O айлана борборуна багытталган болот (54-сүрөт). Ошон үчүн да бир калыптагы айланма кыймылдагы нерсенин ылдамдануусу **борборго умтулуучу ылдамдануу** деп аталат. Демек, нерсени айланма кыймылга келтирүү үчүн аны тынымсыз түрдө борборго умтулуучу ылдамдануу менен аракеттендирүү керек экен. Ошондо гана ал айланма кыймыл жасайт.



54-сүрөт. Борборго умтулуучу ылдамдануунун багыты

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Велосипед радиусу 25 м болгон айланма жолдо 10 м/с ылдамдык менен бир калыпта баратат. Анын борборго умтулуучу ылдамдануусун тап.

Берилди:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$R = 25$ м; $\upsilon = 10$ м/с.	$a = \dfrac{\upsilon^2}{R}$.	$a = \dfrac{10^2}{25}\dfrac{\text{м}}{\text{с}^2} = 4\dfrac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
Табуу керек: $a = ?$		*Жообу*: $a = 4$ м/с^2.

Таяныч түшүнүктөр: айланма кыймылда ылдамдануу, борборго умтулуучу ылдамдануу.

1. Айдоочу автомобилге радиусу 30 см болгон дөңгөлөктөрдүн ордуна 32 см лүүсүн орнотуп алды. Эгерде спидометр 60 км/саат ылдамдыкты көрсөтүп жаткан болсо, чындыгында бул автомобиль кандай ылдамдыкта бараткан болот?
2. Эмне үчүн бир калыптагы айланма кыймылда пайда болгон ылдамдануу борборго умтулуучу ылдамдануу деп аталат?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

M 12

1. Узундугу 25 см болгон жипке байланган шарча 5 м/с сызыктуу ылдамдык менен айланууда. Шарчанын борборго умтулуучу ылдамдануусун тап.
2. Автомобиль 90 км/саат ылдамдык менен бир калыпта баратат. Эгерде автомобилдин дөңгөлөгүнүн радиусу 35 см болсо, дөңгөлөктүн четиндеги чекиттин борборго умтулуучу ылдамдануусун тап.
3. Радиусу 12 см болгон чарык ташы 1 минутада 1200 жолу айланууда. Чарык таштын айлануу огунун эң алыс чекитинин борборго умтулуучу ылдамдануусун тап.
4. Велосипед 12 м/с ылдамдык менен баратат. Дөңгөлөгүнүн четиндеги чекиттин борборго умтулуучу ылдамдануусу 250 м/с^2. Велосипед дөңгөлөгүнүн радиусу канчага барабар?
5. Вентилятор калакчасынын радиусу 15 см, айлануу жыштыгы 20 1/с. Вентилятор калакчасынын айлануу мезгилин, сызыктуу ылдамдыгын, бурчтук ылдамдыгын жана калакчанын учундагы чекиттин борборго умтулуучу ылдамдануусун тап.

III БӨЛҮМ БОЮНЧА КОРУТУНДУЛАР

- Бир калыптагы айланма кыймылдагы нерсе каалагандай барабар убакыт аралыктарында барабар жааларды басып өтөт.
- Айлана боюнча бир калыпта кыймылдап жаткан нерсенин сызыктуу ылдамдыгы: $\upsilon = \frac{\Delta \check{s}}{\Delta t}$.
- Бир калыпта айланма кыймылдагы нерсенин бурчтук ылдамдыгы: $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$.
- Бир калыптагы айланма кыймылда сызыктуу ылдамдык менен бурчтук ылдамдыктын арасындагы байланыш: $\upsilon = \omega R$.
- Айлануу мезгили – нерсенин бир жолу толук айланып чыгуусу үчүн кеткен убакыт: $T = \frac{\Delta t}{n}$.
- Айлануу жыштыгы – нерсенин убакыт бирдигиндеги айлануулларынын саны: $\nu = \frac{n}{\Delta t}$.
- Айлануу мезгилинин формулалары: $T = \frac{1}{\nu}$, $T = \frac{2\pi R}{\upsilon}$, $T = \frac{2\pi}{\omega}$.
- Айлануу жыштыгынын формулалары: $\nu = \frac{1}{T}$, $\nu = \frac{\upsilon}{2\pi R}$, $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$.
- R радиустуу айлананы бойлой υ сызыктуу ылдамдык менен бир калыпта кыймылдап жаткан нерсе ылдаманууга ээ: $a = \frac{\upsilon^2}{R}$. Ыл-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

дамдануу вектору $\vec{a}$ айлананын борборуна багытталгандыктан борборго умтулуучу ылдамдануу деп аталат.

♦ Бир жолу толук айлануу бурчу: $\varphi = \dfrac{2\pi R}{\upsilon} = 2\pi$ рад $= 360^0$

III БӨЛҮМГӨ ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА МАСЕЛЕЛЕР

1. 50 см лүү жипке байланган шарча минутуна 36 жолу айланууда. Анын айлануу жыштыгын, мезгилин, сызыктуу жана бурчтук ылдамдыгын тап.
2. Радиусу 20 см болгон вентилятор калакчасынын учу 25 м/с сызыктуу ылдамдык менен айланууда. Калакчанын айлануу мезгилин, жыштыгын жана бурчтук ылдамдыктарын тап.
3. Айдын Жердин айланасында айлануу жыштыгын жана сызыктуу ылдамдыгын тап. Айдын Жерди айлануу мезгили 27 сутка 7 саат 43 минутага барабар. Жердин борборунан Айга чейинки аралыкты $3{,}9 \cdot 10^8$ м деп ал.
4. Жердин Күндүн айланасында айлануу жыштыгын жана сызыктуу ылдамдыгын тап. Жердин Күндү айлануу мезгили 365 сутка 5 саат 48 минута 46 секундага барабар. Жерден Күнгө чейинки аралыкты $1{,}5 \cdot 10^{11}$ м деп ал.
5. Экватордо турган нерсенин Жердин борборуна салыштырмалуу айлануу жыштыгын жана борборго умтулуучу ылдамдануусун тап. Жердин радиусун 64000 км деп ал.
6. Барабанынын диаметри 12 см болгон ролик жардамында жүк 1 м/с ылдамдыкта көтөрүлүүдө. Роликтин барабанынын айлануу жыштыгын тап.
7. Поезд ийрилик радиусу 1000 м болгон бурулушта 54 км/саат ылдамдык менен бара жатат. Поезддин борборго умтулуучу ылдамдануусун тап.
8. Автомобиль 90 км/саат ылдамдык менен кыймылдаганда дөңгөлөктөрүнүн айлануу жыштыгы 10 1/с болсо, дөңгөлөктүн жерге тие турган чекиттеринин борборго умтулуучу ылдамдануусу канча болот?
9. Сааттын минут жебеси секунд жебесинен 3 эсе узун. Жебелердин узундугунун сызыктуу ылдамдыктары катышын тап.
10. Нерсенин айлана бойлоп кыймылында анын айлануу радиусу 2 эсе артып, ылдамдыгы 2 эсе азайган болсо, анын айлануу мезгили кандай өзгөрөт?
11. Жердин бетиндеги эркин түшүү ылдамдануусун Айдын борборго умтулуучу ылдамдануусуна болгон катышын эсепте. Айдын орбитасынын радиусу 60 Жер радиусуна тең.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

КИНЕМАТИКА БӨЛҮМҮ БОЮНЧА ТЕСТ СУРООЛОРУ

1. Кыймылдагы поезд вагонунда отурган адам эмнелерге салыштырмалуу тынч абалда болот?
A) вагонго салыштырмалуу; C) вагон жана жерге салыштырмалуу;
B) жерге салыштырмалуу; D) рельске салыштырмалуу.

2. Бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы “Нексия” 25 с да ылдамдыгын 36 км/сааттан 72 км/саатка ашырды. “Нексия”нын ылдамдануусун тап (м/с^2):
A) 10; B) 0,4; C) 25; D) 36.

3. 0,4 м/с^2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин белгилүү бир убакыттагы ылдамдыгы 9 м/с ка тең. Нерсенин ушул убакыттан 10 с мурдагы ылдамдыгы канча болгон (м/с)?
A) 0,4; B) 5; C) 4; D) 10.

4. Жер Күндү айланып жатканда материалдык чекит болобу?
A) материалдык чекит болот;
B) материалдык чекит болбойт;
C) материалдык чекит болушу да, болбостугу да мүмкүн;
D) Жер Күндү айланбаганда материалдык чекит болот.

5. Велосипедчен адам бир калыпта кыймылдап, 20 минутта 6 км жолду басып өттү. Велосипедчинин ылдамдыгын тап (м/с):
A) 5; B) 20; C) 6; D) 30.

6. Велосипедчен адам 10 минутта 2700 м, кийин жантык жайда 1 минутта 900 м жана дагы 1200 м жолду 4 минутта басып өттү. Велосипедчен адамдын орточо ылдамдыгын тап (м/мин):
A) 1600; B) 320; C) 98; D) 490.

7. Автомобиль бир калыпта ылдамдатылган кыймыл жасап, жогоруга чыгууда. Анын орточо ылдамдыгы 36 км/саат, соңку ылдамдыгы 2 м/с болсо, башталгыч ылдамдыгы кандай (м/с) болгон?
A) 18; B) 20; C) 15; D) 10.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

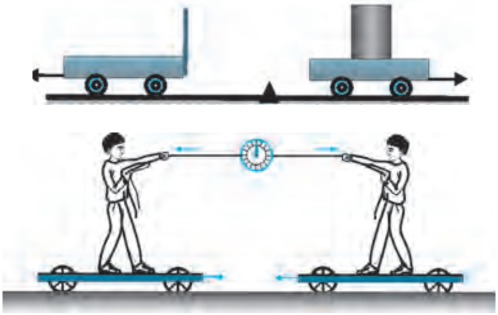
ДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

Биз кинематикада нерсенин кыймылын үйрөнгөндө нерсеге аракет этүүчү күчтөрдү эсепке албадык. Кыймыл түрлөрүнөн алга умтулуу жана айлануу кыймылдары жөнүндөгү маалыматтарды үйрөндүк. Нерсенин алга умтулуучу жана айланма кыймылдарын түрдүү көрүнүштө туюнтууну да билип алдык.

Эми биз эмне себептен нерселер өзгөрмөлүү кыймыл жасайт, алардын ылдамдануу алуусуна себеп болуучу факторлор кайсы, деген суроолорго жооп издейбиз. Андыктан, бизди нерселердин кыймылындагы боло турган өзгөрүүлөрдүн нерселердин массасы жана алардын арасындагы өз ара аракет этүүчү күчтөргө көз карандылыгы кызыктыраары талашсыз.

Нерселердин күч таасириндеги кыймылын механиканын *динамика* бөлүмү үйрөтөт. *Динамика* грекче *dinamikas* сөзүнөн алынган болуп, *күчкө тиешелүү* деген маанини билдирет.

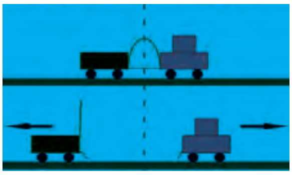
IV бөлүм. КЫЙМЫЛ МЫЙЗАМДАРЫ



V бөлүм. СЫРТКЫ КҮЧТӨР ТААСИРИНДЕГИ НЕРСЕЛЕРДИН КЫЙМЫЛЫ

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



IV бөлүм.
КЫЙМЫЛ МЫЙЗАМДАРЫ

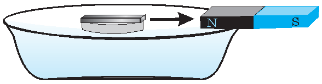
Өткөн сабактарда ар бир кыймыл салыштырмалуу экендигин билип алдык. Бир кыймылдын ага алып келүүчү себептери менен өз ара байланыштуулугу түрдүү эсептөө системаларында каралганда, бири-биринен кескин айырмалана турган натыйжалар алынат. Кыймыл жана анын себептеринин ортосундагы байланыш кээ бир эсептөө системаларына салыштырмалуу каралганда өтө жөнөкөй көрүнүшкө ээ болот. Мындай системалардан бири, мисалы, Жер. Ошол себептүү динамиканы үйрөнүүдө Жерди эсептөө системасы деп алсак болот.

Динамиканын негизги мыйзамы үчөө болуп, алар кыймыл мыйзамдары деп аталат. Англиялык окумуштуу *Исаак Ньютон* тарабынан 1687-жылда жарыяланган бул мыйзамдар адамзаттын көп кылымдык тажрыйбасынын натыйжаларын жалпылаштырды жана жаңы деңгээлге алып чыкты. Динамикага таандык билимдердин бир системага түшүрүлүшү жана пайдалануу үчүн ыңгайлуу болгон математикалык түрдө туюнтулушу илим-техниканын өнүгүшүнө чоң түрткү болду. Бул мыйзамдар анын урматына **Ньютондун мыйзамдары** деп аталат.

18-§. НЕРСЕЛЕРДИН ӨЗ АРА АРАКЕТТЕНИШИ. КҮЧ

Нерселердин өз ара аракеттениши

Тынч турган нерсе башка нерселер менен өз ара аракеттешүүнүн натыйжасында кыймылга келиши мүмкүн. Ал эми кыймылдагы нерсе мындай аракеттенишүүнүн натыйжасында өз ылдамдыгын же кыймыл багытын өзгөртөт.



55-сүрөт. Магнит менен темирдин өз ара аракеттенишүүсү

Тажрыйба. Темир бөлүгүн калкыманын үстүнө коюп, аны жалпак идиштеги суунун бетине кой. Эгерде калкыманын бетиндеги темирге магнитти жакындаштырсаң, темир калкыма менен бирге магнитти карай сүзө баштайт (55-сүрөт). Темир бөлүгүнүн кыймылына себеп, анын магнит менен аракеттениши болот. Колуңдагы топту жогору ыргытсаң, ал жогоруга v_0 баштапкы ылдамдык менен кыймылдай баштайт. Мында топко сен таасир кылдың. Жогоруга көтөрүлгөн сайын Жердин тар-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

тышы таасиринде топтун ылдамдыгы азаят. Ал белгилүү бир бийиктикке көтөрүлгөндө ылдамдыгы нөлгө барабар болот жана ылдый карап түшө баштайт. Столдун үстүндө тынч турган шарчаны түртүп жиберсек, ал кыймылга келет. Бирок шарча менен столдун бетинин сүрүлүшү таасиринде шарчанын кыймылы акырындап барып токтойт.

Күч

56-сүрөт. Күчтүн таасиринде өчүргүчтүн ийилиши

Нерселердин өз ара аракеттениши сан жагынан түрдүүчө болушу мүмкүн. Мисалы, металл шарчаны чоң киши жаш балага караганда алыска ыргытат. 100 кг дуу штанганы ар ким да көтөрө албайт. Штангист болсо аны көтөрө алат.

Механикалык таасир нерселердин бири-бирине түздөн-түз тийиши же алардын талаалары аркылуу ишке ашат. Жерде турган жүктү тартуу, түртүү же көтөрүү, пружинаны созуу же кысуу, жипти эшүү (буроо) сыяктуу абалдарда таасир нерселердин бири-бирине түздөн-түз тийиши аркылуу ишке ашат. 55-сүрөттө көрсөтүлгөн калкыманын үстүндөгү темирге магнит талаасы аркылуу таасир болууда. Нерселердин жерге тартылышы болсо гравитациялык талаанын таасиринде ишке ашат. Адатта физикада каралып жаткан нерсеге кайсы нерсе жана кандай аракет этип жатканы көрсөтүлбөй, болгону кыска кылып нерсеге күч аракет этип жатат дейилет. Нерселердин өз ара аракетин мүнөздөө үчүн физкалык чоңдук – ***күч*** түшүнүгү киргизилген. Демек, күч нерсенин ылдамдыгын өзгөртүүчү себеп экен. Күчтүн таасиринде нерсенин бардык бөлүгүнүн ылдамдыгы өзгөрбөй, бир эле бөлүгүнүн ылдамдыгы өзгөрүшү мүмкүн. Мисалы өчүргүчтүн бир бөлүгү кысылса, анын формасы өзгөрөт, б.а. деформацияланат (56-сүрөт). Жогоруда келтирилген бардык мисалдарда нерсе башка нерсенин аракети менен кыймылга келет, токтойт же өзүнүн кыймыл багытын өзгөртөт, б.а. ылдамдыгы өзгөрөт.

Бир нерсенин башка нерсеге тийгизген таасирин мүнөздөөчү жана нерсенин ылдамдануу алуусуна себеп болуучу физикалык чоңдук *күч* деп аталат.

Күч F тамгасы менен белгиленет жана ЭБСда анын бирдиги кылып **ньютон** (Н) кабыл алынган. Практикада күчтү өлчөөдө миллиньютон (мН) жана килоньютон (кН) да колдонулат. Мында:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

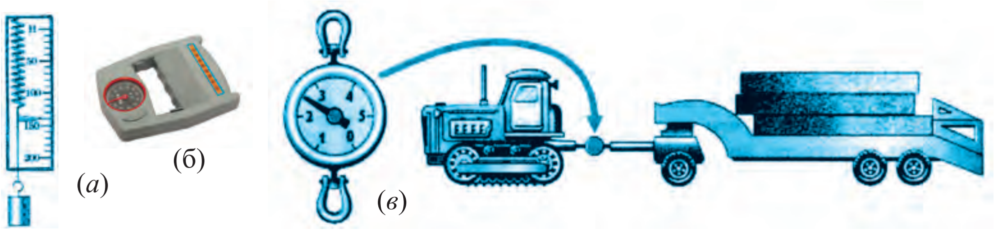
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$1\ \text{Н} = 1000\ \text{мН}; \quad 1\ \text{кН} = 1000\ \text{Н}.$$

Күч вектордук чоңдук болуп, анын сандык маанисинен тышкары багыты жана аракет этүү чекитин да так көрсөтүү керек (14-сүрөт).

Күч күчтү өлчөөчү *динамометр* жардамында өлчөнөт.

Динамометрлер колдонулуш максатына карай түрдүүчө болот. Алардан айрымдары 57-сүрөттө көрсөтүлгөн.

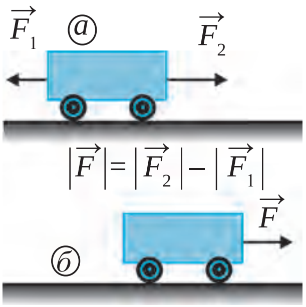


57-сүрөт. Эң жөнөкөй (*а*), кол (манжа) күчүн өлчөөчү (*б*) жана чоң күчтөрдү өлчөй турган (*в*) динамометрлер

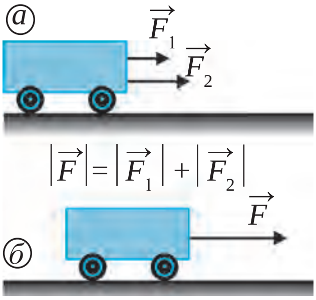
Күчтөрдү кошуу

Эгерде бир нерсеге бир нече күч аракет этип жаткан болсо, маселени жөнөкөйлөтүү үчүн алардын жалпы таасирин бир күч түрүндө туюнтуу мүмкүн. Ал үчүн жалпы күчтөрдүн векторлорунун суммасын табуу керек. Мисалы, арабачага бир түз сызык боюнча карама-каршы багытта $\vec{F}_1 = 3$ Н жана $\vec{F}_2 = 5$ Н күчтөр таасир кылып жаткан болсун (58-*а* сүрөт). Бул вектордук күчтөрдүн суммасы $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ сандык жактан 8 Н го эмес, 2 Н го тең болот. Арабача ушул $|F| = 2$ Н күч таасиринде оң жакка жүрөт (58-*б* сүрөт).

Эми эки күч бир жакка багытталган болсун (59-*а* сүрөт). Мында эки күчтүн чоңдуктары түздөн-түз кошулат. Жыйынтык күч $|F| = 8$ Н болуп, арабача ушул күч таасиринде оңго жүрөт (59-б сүрөт). Бир түз сызыкты бойлой эки эмес андан көп күч таасир этсе, натыйжалык күч ар бир күчтүн багытына карай алардын маанилери кошулат жана кемитилет.



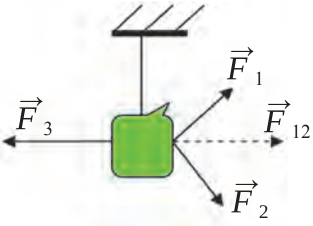
58-сүрөт. Карама-каршы багытталган күчтөр (*а*) жана алардын суммасы (б)



59-сүрөт. Бир жакка багытталган күчтөр (*а*) жана алардын суммасы (*б*)

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



60-сүрөт. Үч күчтүн тең салмактуулугу

Эгерде аракет этип жаткан күчтөр бир сызыкта жатпаса, векторлорду кошуу эрежесинин негизинде суммардык күч табылат. Мисалы, жүктү үч күч тартып жаткан болсун (60-сүрөт). $\vec{F}_1$ жана $\vec{F}_2$ күчтөрдүн тең аракет этүүчүсү $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_{12}$ ге тең. $\vec{F}_{12}$ жана $\vec{F}_3$ күчтөр өз ара тең жана карама-каршы багытталгандыктан алардын тең аракет этүүчүсү $\vec{F}_{12} + \vec{F}_3 = \vec{F} = 0$ болот. Натыйжада бул жүк тең салмактуулук абалында илинип турат. Жүккө аракет этип жаткан Жердин тартышуу күчү жана аркандын серпилүү күчү да тең салмакта болот.

Таяныч түшүнүктөр: нерселердин өз ара аракеттенишүүсү, күч, күчтүн бирдиги – Ньютон.

1. Столдун бетинде китеп жатат. Ал кандай күчтөрдүн таасиринде тынч жатат? Күч векторлорунун багытын көрсөтүп, чиймесин сыз.
2. Нерселердин өз ара аракеттенишүүсү натыйжасында топ кыймылга келе турган же кыймыл багытын өзгөртө турган жараяндарга мисалдар келтир.

19-§. НЬЮТОНДУН БИРИНЧИ МЫЙЗАМЫ — ИНЕРЦИЯ МЫЙЗАМЫ

Нерсенин инерциясы

Тажрыйбалар жана байкоолор нерсенин ылдамдыгы өз-өзүнө өзгөрүп калбастыгын көрсөтөт. Аянтта жаткан топко бирөө аракет этсе гана ал кыймылга келет. Көчөдө жаткан ташка эч кандай нерсе аракет этпесе, ал ошол жерде жата берет. Аракеттин натыйжасында нерсенин ылдамдыгынын саны гана эмес, о.э. кыймыл багыты да өзгөрүшү мүмкүн. Мисалы, теннис шары ракеткага урулгандан соң, өз кыймыл багытын өзгөртөт.

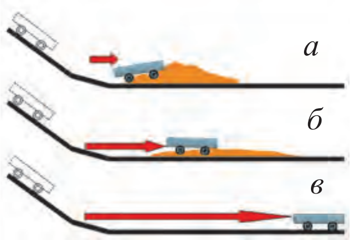
Нерсенин ылдамдыгынын өзгөрүүсү (саны же багыты) ага башка нерселердин аракети натыйжасында болуп өтөт.

Нерсе ылдамдануу алышы үчүн ага башка бир нерсе же нерселер системасы аракет этиши керек. Бир шарга башка шар келип урулса, тынч турган шар кандайдыр a_1 ылдамдануу алып, кыймылга келет. Ошону менен бирге, келип урулган шар да ылдамдыгын өзгөртөт, б.а. a_2 ылдамдануу алат. Ылдамдыктын өзгөрүүсү, б.а. ылдамдануу дегенде, ылдам-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

дыктын саны гана эмес, багыты да өзгөрүшү мүмкүндүгүн эсте тутуу керек. Эгерде шарлар бирдей материалдан даярдалып, өлчөмдөрү бирдей болсо, алар алган ылдамдануу да сандык жактан бирдей болот. Эгерде өлчөмдөрү түрдүүчө болсо, чоң шар аз ылдамдануу, ал эми кичинеси болсо чоң ылдамдануу алганын көрөбүз. Мында, чоң шар кичинесинен инерттүүрөөк дейилет. Тынч турган нерсени кыймылга келтирүү үчүн гана эмес, о.э. кыймылдагы нерсени токтотуу үчүн да күч иштетиш керек болот. Инерция (латинче *кыймылсыздык*) нерселердин негизги касиеттеринен бири болуп, башка нерселердин таасиринде нерсенин кандай ылдамдануу алуусу ага байланыштуу болот.



61- сүрөт. Түрдүү тоскоолдуктардын арабачанын кыймылына таасири

Тажрыйба жасайлы. Жантык тегиздиктен түшүп келаткан арабачанын тушуна кум төгүп коёлу. Араба кумдуу тоскоолдукка келип урулуп, токтойт (61-*а* сүрөт). Эгерде кум азыраак себилсе, ал узагыраакка барып токтойт (61-*б* сүрөт). Эгерде кум таптакыр себилбесе, аз каршылыктын натыйжасында араба андан да узагыраак аралыкка барып токтойт (61-*в* сүрөт). Каршылык канча азайтылса, нерсе ошончо түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл ылдамдыгына жакын ылдамдыкта болот.

Башка нерселердин аракети канча аз болсо, нерсенин кыймыл ылдамдыгы ошончо аз өзгөрөт жана анын кыймыл траекториясы түз сызыкка ошончо жакын болот.

Эгерде нерсеге башка нерселер тарабынан эч кандай күч аракет этпесе, ал кандай аракеттенет? Муну тажрыйбада көрсө болобу? Бул суроолорго XVII кылымдын баштарында италиялык окумуштуу Галилео Галилей тажрыйбалардын жардамында жооп берүүгө аракет кылып көрдү. Натыйжада, эгерде нерсеге башка нерселер аракет этпесе, ал тынч абалда же Жерге салыштырмалуу түз сызыктуу бир калыпта кыймылда болушу аныкталды. Инерциянын пайда болушуна өтө көп кезигебиз. Алсак, эгерде тез аракеттенип жаткан велосипед тосмого урунса, велосипедист алдыга мөңкүп кетет (62-сүрөт). Анткени ал бул абалда өзүнүн кыймылдагы абалын дароо токтото албайт. Автобус кокустан жүрүп кетсе, анын ичиндеги адам артка калкып кетет. Буга себеп, тынч турган адамдын денеси дароо кыймылга келе албайт.

62- сүрөт. Велосипеддин тоскоолдукка урунушу

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Нерсенин башка нарселердин таасири болбогондо өзүнүн тынч же түз сызыктуу бир калыптагы кыймылын сактоо касиети инерция деп аталат.

Инерция себеп нерсенин ылдамдыгын кокусунан жогорулатып же азайтып болбойт. Нерсенин абалын өзгөртүү үчүн белгилүү бир убакыт талап кылынат.

Белгилүү бир ылдамдыкта бараткан автомобиль кокусунан токтой албайт. Ушул ылдамдыктагы поезд составынын токтошу үчүн андан да көбүрөөк убакыт жана аралык керек болот. Ошондуктан жүрүп бараткан транспорт каражатынын алдын кесип өтүү өтө кооптуу.

Транспорт каражатынын токтошу учурунда басып өткөн жолу **тормоздолуу аралыгы** деп аталат.

Ньютондун биринчи мыйзамы

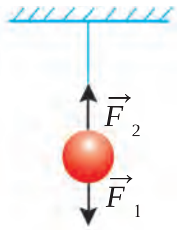
Исаак Ньютон

Ньютон өзүнөн мурда жашап өткөн окумуштуулардын корутундуларына, өзүнүн байкоо жана тажрыйбасы натыйжаларына негизделип, инерция мыйзамын төмөнкүдөй баяндады:

Нерсеге күч аракет этип, аны тынч же түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл абалынан чыгрмайынча ал ушул абалын сактайт.

Бул мыйзам ***Ньютондун 1-мыйзамы*** деп аталат. Башкача айтканда:

Эгерде нерсеге башка нерселер аракет этпесе, ал туруктуу бирдей ылдамдыкта аракеттенет же өзүнүн тынч абалын сактайт.



63-сүрөт. Күчтөрдүн тең салмагы

Жипке илип коюлган шарчага Жердин тартуу күчү $\vec{F}_1$ аракет этип, ылдыйга түшүрүүгө аракет кылса, жип $\vec{F}_2$ күч менен аны жогоруга тартып түшүрбөй турат (63-сүрөт). Натыйжада шарча илинген абалда тынч турат. Эгерде жип үзүп жиберилсе, шарча ылдыйга түшүп кетет. Мында 6-бетте келтирилген Ибн Синанын сөөрүнүн кулашы мисалын эстөө оруңдуу. Башкача айтканда сөөрү ага аракет этүүчү эки күчтүн теңдиги себеп тең салмакта турган болчу. Жогоруга көтөрүп туруучу устундун таасири алып салынганда оордук күчү таасиринде сөөрү кулап түштү.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Демек, аракет этүүчү күчтөрдүн тең салмактуулугу, б.а. алардын векторлорунун суммасы нөлгө тең болгон абалда да нерсе өзүнүн тынч абалын же түз сызыктуу бир калыптагы кыймылын сактайт. Ньютондун биринчи мыйзамын мындайча түшүндүрүү мүмкүн:

1. Тынч абалда турган, б.а. $v = 0$ болгон нерсеге башка нерселер таасир этмейинче, ал өзүнүн тынч абалын сактайт. Башка нерселер таасир эткенде гана бул нерсе кыймылга келиши мүмкүн.

Мисалы, аянтта тынч турган топко башка нерсе – футболчунун буту таасир кылбаса, ал өзүнүн тынч абалын сактайт (64-сүрөт). Топ тебилсе, б. а. ага таасир кылсак, анын тынч абалы бузулат жана кыймылга келет. Тынч турган вагонго башка нерсе – тепловоз аракет этмейинче, ал да ордунан козголбойт.

64-сүрөт. Топту теппесе, ал тынч турат

2. Нерсеге башка нарселер таасир этпесе ал өзүнүн түз сызыктуу бир калыптагы кыймылын сактайт. Мисалы, топ тебилгенде ал v_0 баштапкы ылдамдык алат. Топ жерге салыштырмалуу бурч боюнча v_0 туруктуу ылдамдык менен түз сызыктуу кыймыл жасоосу керек эле. Бирок топ Жердин тартуу күчү жана абанын каршылыгы таасиринде ийри сызыктуу кыймылдайт (65-сүрөт).

65-сүрөт. Тебилген топтун кыймылы

Таяныч түшүнүктөр: нерсенин инерциясы, Ньютондун биринчи мыйзамы.

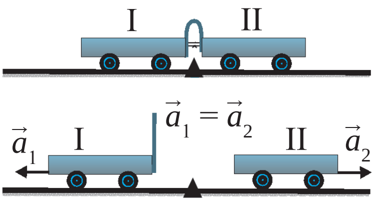
1. Жогору ылдамдыкта бараткан автобуста айдоочу кокусунан тормозду басса, жүргүнчүлөр кандай кыймыл жасашат? Сенинче, кокусунан башталган бул кыймылдын ылдамдыгы кандай чоңдуктарга байланыштуу?
2. Нерсеге бири-бирине салыштырмалуу бурч астында аракет этип жаткан үч күчтүн векторлорунун суммасын чиймеде сызып көрсөт.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

20-§. НЕРСЕНИН МАССАСЫ

Нерселердин инерттүүлүгү



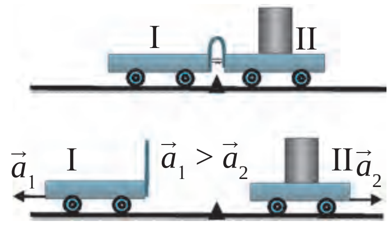
66-сүрөт. Инерттүүлүгү бирдей болгон арабачалардын кыймылы

Тажрыйба. Серпилгич пластинка бекемделген арабачаны жана дал ушундай экинчи арабачаны 66-сүрөттө көрсөтүлгөндөй столдун үстүнө коёлу. Бүгүлгөн пластинканы тартып турган жипти күйгүзүп жиберсек, серпилгич пластинка эки арабачага бирдей таасир этип, аларды эки тарапка түртүп жиберет. Мында эки арабача тең бирдей ылдамдануу алат:

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 .$$

Эми экинчи арабачанын үстүнө жүк коюп, жогорудагы тажрыйбаны кайталайлы (67-сүрөт). Бирок бул учурда биринчи арабача экинчисине караганда узагыраакка барып токтойт, б.а. биринчи арабача алган ылдамдануу экинчисине салыштырмалуу чоң болот:

$$\vec{a}_1 > \vec{a}_2 .$$



67-сүрөт. Инерттүүлүгү түрдүүчө болгон арабачалардын кыймылы

67-сүрөттөгү экинчи арабачанын үстүнө коюлган жүк канча көп болсо, анын ылдамдануусу ошончо кичине болот. Башкача айтканда, жүк канча көп болсо, анын тынч абалын өзгөртүү ошончо кыйын болот. Жүк көп болгондо нерсенин тынч же кыймылдагы абалын сактоого умтулуу жөндөмдүүлүгү чоң болот.

Нерсеге башка нерсе аракет этпегенде анын тынч же түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл абалын сактоо касиети *инерттүүлүк* деп аталат.

Нерсеге күч аракет эткенде, ушул нерсенин инерттүүлүгүнүн чоң же кичинелиги билинет. Чынында да гантелди штангага караганда көтөрүү же кыймылдатуу оңой. Анткени гантелдин инерттүүлүгү штанганыкына караганда кичине. Оюнчук машинаны колубуз менен түртүп жиберсек, ал кыймылдайт. Бирок чыныгы машинаны түртүп жүргүзүү кыйын. Се-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

беби чыныгы машинанын инерттүүлүгү чоң. Поезддин инерттүүлүгү ар кандай машинанын инерттүүлүгүнөн чоң. Ошондуктан поезд ордунан козголуп ылдамдыгын өрчүтүшү жана тескерисинче, ал кыймылда болсо, токтотуу кыйын. Чоң ылдамдыкта бараткан поездди токтотуу үчүн чоң күч жана көп убакыт керек болот.

Нерсенин инерттүүлүгү канча көп (чоң) болсо, анын тынч же түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл абалын өзгөртүү ошончо кыйын болот.

Масса

Бардык нерселер инерттүүлүк касиетине ээ болушат. Тажрыйбалардан көрүнгөндөй, бир нерсенин ордуна ушундай чоңдуктагы эки нерсе бири-бирине жабыштырып коюлса, бирдей чоңдуктагы күч таасиринде алардын алган ылдамдануулары эки эсе азаят. Бирдей көлөмдөгү түрдүү заттардан даярдалган нерселер бирдей күч таасиринде түрдүүчө ылдамдануу алышат, б.а. инерттүүлүгү түрдүүчө болот. Демек, ар бир нерсенин инерттүүлүгү нерсе белгилүү бир күчтүн таасиринде алган ылдамдануусун механикалык усулда өлчөө жолу менен табууга болот.

Жогорудагы мисалдарда көрүнгөндөй, нерселердин инерттүүлүгү ар түрдүү болот. Ар бир нерсенин инерттүүлүгү ушул нерсенин өзүнө гана мүнөздүү чоңдук болуп эсептелет. Нерселердин инерттүүлүгүн салыштыруу үчүн атайын чоңдук – масса кабыл алынган.

Нерсенин инерттүүлүк касиетин мүнөздөй турган физикалык чоңдук *масса* деп аталат жана *m* тамгасы менен белгиленет.

«Масса» сөзү латинчеде **«бөлүк»** деген маанини билдирет. Каалаган нерсенин массасы, ал каерде болбосун, бирдей мааниге ээ болот. Нерсе деңиздин астында, башка планетада же космосто болсун, айырмасы жок, массасы өзгөрбөйт. Эл аралык бирдиктер системасында массанын бирдиги үчүн килограмм кабыл алынган. Баштап эталон катары температурасы 4 °С болгон 1 дм^3 (1 литр) көлөмдөгү таза (дистиллирленген) суунун массасы 1 кг га тең деп алынган эле. Бирок бул эталон зарыл тактыкты камсыздай албады.

Абада кычкылданбай турган платина жана иридий кошулмасынан даярдалган, массасы 1 кг га тең болгон цилиндр массанын эталону деп кабыл алынган.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Анын чыныгы үлгүсү Парижге жакын Севр шаарчасында Эл аралык өлчөөлөр бюросунда сакталат.

Нерсенин массасы грамм (г), центнер (ц), тонна (т) сыяктуу бирдиктерде да өлчөнүшүн билесиң. Нерселердин массасын рычагдуу жана башка түрдүү таразалар жардамында өлчөөгө болот.

Нерселер системасынын массасы

Масса скалярдык чоңдук. Бир канча нерсенин жалпы массасын табуу үчүн ар кайсы нерсенин массасы түздөн-түз кошулат. Мисалы, каралып жаткан системада m_1 жана m_2 массалуу эки нерсе бар болсун. Бул нерселердин системасын түзүүчү масса $m = m_1 + m_2$ ге барабар болот. Эгерде система $m_1, m_2, m_3, \ldots, m_n$ массалуу n сандагы нерседен түзүлгөн болсо, системанын массасы ушул нерселердин массаларынын суммасына барабар болот:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n .$$

Буга ылайык, масса нерсенин сандык өлчөмүнүн чен бирдиги милдетин аткарат.

Таяныч түшүнүктөр: нерселердин инерттүүлүгү, масса, нерселер системасынын массасы.

1. Байыркы мезгилде пайдаланылган кандай чен бирдиктерин билесиң? Алардын азыр пайдаланылып жаткан ЭБСдагы чен бирдиктер менен катыштарын жаз.
2. Эмне үчүн заттын сандык өлчөмү катары массадан пайдаланылат?

21-§. НЬЮТОНДУН ЭКИНЧИ МЫЙЗАМЫ

Ылдамдануу менен күчтүн арасындагы байланыш

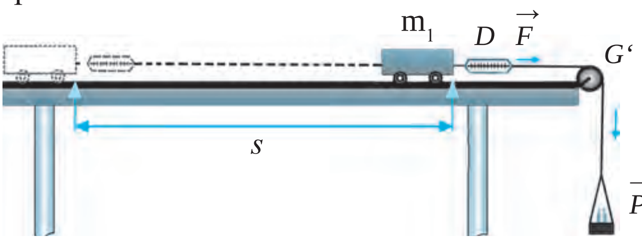
Нерсеге күч аракет этпесе же аракет этүүчү күчтөрдүн векторлорунун суммасы нөлгө тең болсо, нерсе өзгөрбөс ылдамдык менен аракеттенээрин билип алдык. Ылдамдыгын өзгөртүшү, б.а. ылдамдануу алышы үчүн болсо нерсеге кандайдыр бир күч аракет этиши керек. Нерсе ылдамдануу алышы үчүн бул күч ага кандай аракет этет? Башталгыч ылдамдыксыз a ылдамдануу менен түз сызыктуу бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл жасап жаткан нерсенин t убакытта басып өткөн жолу $s = at^2/2$ түрүндө туюнтулат. Бул формуладан нерсенин ылдамдануусун тапса болот:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$a = \frac{2s}{t^2}. \qquad (1)$$

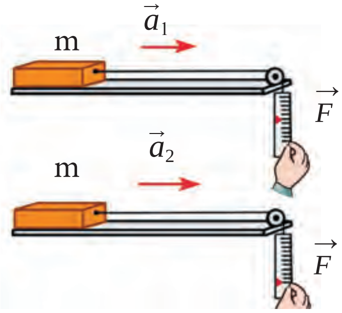
Төмөнкү тажрыйбаны жасайлы:



68-сүрөт. Тажрыйба курулмасы

1-тажрыйба. Горизонталдык столдун үстүндө жүрө турган *m* массалуу арабача алалы. Арабачага *D* динамометр бекемделген болуп, анын экинчи учуна *K* катушкадан өткөрүлгөн жиптин бир учу байланган. Ал эми жиптин катушкадан ашып түшкөн экинчи учуна табакча асылган. Арабачага аракет кылып жаткан *F* күчтү динамометрдин көрсөтүүлөрүнө карап аныктоо мүмкүн.

1. Табакчага арабача кармап турулганда динамометрдин көрсөткүчү, мисалы, F_1 = 0,1 Н боло тургандай жүк коёлу. Арабачаны *s* = 1 м аралыктан коюп жиберсек, ал бул жолду t_1 = 4,5 с да басып өтсүн. Мында (1) формуладан арабача алган ылдамдануу $a_1 \approx 0{,}1$ м/с^2 экендигин табабыз (≈ – жакындаштырылган, б.а. тегеректелген сандык белги).



69-сүрөт. Ылдамдануунун күчтөн көз карандылыгы

2. Табакчадагы жүктүн массасын арттырып, арабачага таасир этип жаткан күчтү F_2 = 0,2 Н кылып алалы. Мында 1 м жолду арабача t_2 = 3 с да басып өткөндүгүн аныктоо мүмкүн. Мында арабача ээ болгон ылдамдануу $a_2 \approx 0{,}2$ м/с^2 болот.

3. Күч F_3 = 0,3 Н болгондо 1 м жолду арабача t_3 = 2,5 с да басып өтөт. Анын алган ылдамдануусу $a_3 \approx 0{,}3$ м/с^2 болот.

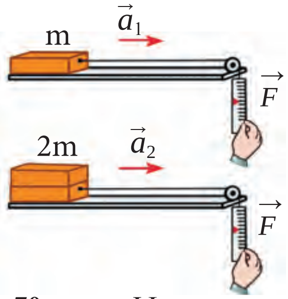
Тажрыйба натыйжаларынан көрүнгөндөй, арабачага таасир этип жаткан *F* күч канча эсе артса, ал ээ болгон *a* ылдамдануу да ошончо эсе артат (69-сүрөт) б. а.:

$$a \sim F \qquad (2)$$

Берилген массадагы нерсенин ылдамдануусу ага таасир этүүчү күчкө түз пропорциялаш.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



70-сүрөт. Ылдамдануунун массадан көз карандылыгы

2-тажрыйба. Бул тажрыйбада арабачага таасир этүүчү күчтү туруктуу (F_1 = 0,1 Н) калтырып, арабачанын массасын өзгөртүп баралы.

1. Арабачанын массасы m_1 = 1 кг болсун. Арабача s = 1 м жолду t_1 = 4,5 с да басып өтөт. Мында арабачанын ылдамдануусу 1-тажрыйбадагыдай $a_1 \approx 0{,}1$ м/с^2 болот.

2. Арабачанын үстүнө дал ошондой башка арабачаны тескерисинен коёлу. Мында арабачанын массасы m_2 = 2 кг болот. Арабача 1 м жолду t_2 = 6,5 с да басып өтүшүн аныктоого болот. Мында ылдамдануу $a_2 \approx 0{,}05$ м/с^2 болушун эсептеп табуу мүмкүн.

3. Арабачанын үстүнө эки арабача коюп, массасын m_3 = 3 кг га жеткиребиз. Мында арабача 1 м жолду t_3 = 7,8 с да басып өтөт. Ылдамдануу $a_3 \approx 0{,}033$ м/с^2 га тең болот.

Тажрыйба натыйжалары көрсөткөндөй, арабачанын массасы m канча эсе артса, анын ээлеген a ылдамдануусу ошончо эсе азаят (70-сүрөт), б. а.:

$$a \sim \frac{1}{m}. \qquad (3)$$

Бирдей күчтүн таасиринде нерсенин алган ылдамдануусу нерсенин массасына тескери пропорциялаш.

Ньютондун экинчи мыйзамынын формуласы жана эрежеси

Жүргүзүлгөн тажрыйбалардын натыйжалары a ылдамдануу, F күч жана m массанын арасындагы байланышты аныктоого шарт жаратат. (2) жана (3) формулаларды чогуу жазып көрөлү:

$$a = \frac{F}{m}. \qquad (4)$$

Бул – Ньютондун экинчи мыйзамынын формуласы. Ал мындайча айтылат:

Нерсенин ылдамдануусу ага аракет этип жаткан күчкө түз, ал эми массасына тескери пропорциялаш.

(4) формуладан F ти таап, Ньютондун экинчи мыйзамын төмөнкүчө туюнтса да болот:

$$F = ma. \qquad (5)$$

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Эл аралык бирдиктер системасында күчтүн бирдиги катары Ньютон (Н) кабыл алынганын билесиң. (5) формуладан:

$$1\ \text{Н} = 1\ \text{кг} \cdot 1\frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1\ \text{кг}\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\ .$$

1 Н – бул 1 кг массалуу нерсеге 1 м/с² ылдамдануу бере турган күч болуп саналат.

Ньютондун экинчи мыйзамынын формуласы вектордук көрүнүштө төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}\ . \quad (6)$$

Чындыгында, Ньютондун биринчи мыйзамы экинчи мыйзамынын $F = 0$ дөгү айрым абалы. Анткени, $F = 0 = ma$ да $m \neq 0$ болгондуктан, $a = 0$ экени келип чыгат. Тактап айтканда, нерсеге күч аракет этпесе, анда ылдамдануу да болбойт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы 50 г болгон хоккей шайбасы муз үстүндө турат. Эгерде хоккейчи аны 100 Н күч менен урса, шайба кандай ылдамданууга ээ болот?

Берилди:
$m = 50$ г $= 0{,}05$ кг;
$F = 100$ Н.

Табуу керек:
$a = ?$

Формуласы:
$$a = \frac{F}{m}\ .$$

Чыгарылышы:
$$a = \frac{100\ \text{Н}}{0{,}05\ \text{кг}} = 2\ 000\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\ .$$

Жообу: $a = 2\ 000\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Таяныч түшүнүктөр: Ньютондун экинчи мыйзамы.

1. 1-жана 2-тажрыйбалардын негизинде арабачанын ылдамдануусун таап, жадыбалды толтур жана жыйынтык чыгар.

№	F, Н	m, *кг*	a, м/с²	№	F, Н	m, *кг*	a, м/с²
1	0,1	1		1	0,1	1	
2	0,2	1		2	0,1	2	
3	0,3	1		3	0,1	3	

М 13

1. Эгерде массасы 2 кг болгон нерсеге бир маалда 10 Н жана 15 Н күч аракет этип жаткан болсо, ал кандай ылдамдануулары алышы мүмкүн?
2. v ылдамдык менен аракеттенип жаткан нерсе ушул ылдамдыктагы кыймылын улантышы үчүн туруктуу F күч аракет этип турушу шартпы? F күч таасирин жоготсо, нерсе да токтойбу?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

22-§. НЬЮТОНДУН ҮЧҮНЧҮ МЫЙЗАМЫ

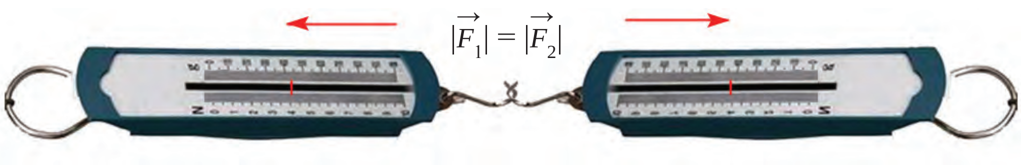
Табиятта эч качан бир нерсенин экинчи нерсеге таасири бир жактуу болбойт. Бир нерсе экинчи нерсеге таасир кылса, экинчи нерсе да биринчи нерсеге таасир көрсөтөт.

20-§ та жүргүзүлгөн тажрыйбаны дагы бир жолу талдап көрөлү. 66-сүрөттө көрсөтүлгөн арабачалардын массалары өз ара барабар, же $m_1 = m_2$. Биринчи арабачадагы серпилгич пластинаны ийип турган жип күйгүзүп жиберилсе, эки арабача тең эки жакты көздөй бирдей ылдамдануу ($\vec{a_1} = \vec{a_2}$) менен кыймылдай баштаган. Бул дегени, эки арабачага тең бирдей чоңдукта, бирок карама-каршы багытталган F_1 жана F_2 күчтөр аракет этет.

Өз ара аракеттенүүчү нерселердин массалары ар түрдүү болгондо да бул күчтөр сан жагынан бири-бирине барабар болот. Ага толук ынануу үчүн 67-сүрөттө көрсөтүлгөн тажрыйбаны дагы бир жолу карап чыгалы. Анда экинчи арабачанын үстүнө жүк коюу менен анын массасы ашырылган жана $m_2 > m_1$ кылып алынган. Биринчи арабачадагы жип күйгүзүп жиберилгенде эки арабача тең эки жакка кыймылдай баштаган. Бирок бул учурда биринчи арабачанын ылдамдануусу экинчи арабачанын ылдамдануусунан чоң, же $a_1 > a_2$ болгон. Экинчи арабачанын массасы биринчисиникинен канча эсе кичине болсо, анын ылдамдануусу биринчи арабачаныкынан ошончо эсе аз болот. Бирок ар бир арабачанын массасынын алган ылдамдануусуна көбөйтүндүсү өз ара барабар боло берет, же $m_1a_1 = m_2a_2$. Ньютондун экинчи мыйзамына ылайык $m_1 \cdot a_1 = F_1$ жана $m_2 \cdot a_2 = F_2$. Демек, массалары ар түрдүү болоруна карабай, арабачалардын бири-бирине таасир күчтөрү чоңдугу жагынан бирдей болот экен, б.а.:

$$\vec{F_1} = \vec{F_2}. \qquad (1)$$

Эки динамометрди бири-бирине улап, аларды карама-каршы жакка тартсак (71-сүрөт), ар эки динамометрдин көрсөткүчү бирдей экендигин көрөбүз. Бул биринчи динамометр кандай күч менен тартылса, экинчиси да дал ушундай күч менен тартылганын көрсөтөт. Тартып

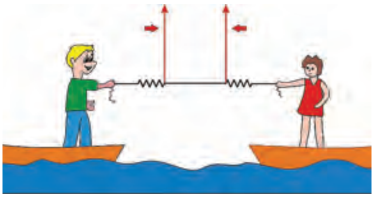


71-сүрөт. Карама-каршы жакка тартылган динамометрдин көрсөткүчтөрүнүн теңдиги

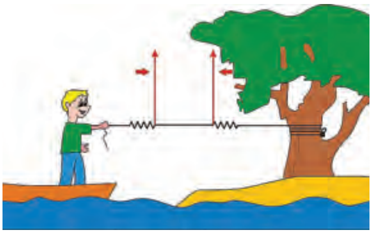
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

жаткан күчтүн саны кандай болбосун, карама-каршы тартып жаткан күчкө сан жагынан тең экенин көрөбүз. Ошону менен бирге биз динамометрлерди карама-каршы жактарга тартканыбыз үчүн бул күчтөрдү вектор түрүндө бир сызыкты бойлой карама-каршы багытталган күч түрүндө туюнтушубуз керек болот. Пружиналары созулууга ылайыкталган динамометрлер сыяктуу кысылуучу динамометрлерде да биринчи динамометр экинчисине кандай күч менен аракет этип жаткан болсо, экинчи динамометр да биринчисине мына ушундай күч менен аракет этип жатканы көрүнөт. 72-сүрөттөгү биринчи кайыкчы экинчи кайыкчыны кандай күч менен тартса, экинчи кайыкчы да биринчи кайыкчыны ошондой күч менен тартат. Натыйжада эки кайык да бири-бирин көздөй аракеттенет. Эгерде кайыкчы башка кайыкты эмес, жээктеги даракты тартса, өзү даракка ошондой күч менен тартылат (73-сүрөт). Ушундай эле, 66- жана 67-сүрөттөрдө берилген арабачаларга аракет кылып жаткан күчтөр өз ара барабар болсо да, бирок бири-бирине карама-каршы багытталган. Бул мыйзам ченемдүүлүк бардык өз ара аракеттенүүчү нерселер үчүн орундуу. Ошондуктан арабачаларга аракет кылып жаткан күчтөрдүн вектордук көрүнүшүндөгү байланышы төмөнкүдөй туюнтулат:



72-сүрөт. Эки кайыктын бири-бирине тартылышы



73-сүрөт. Кайыктын даракка карай тартылышы

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2, \qquad (2)$$

мында минус белги F_2 күч F_1 күчкө карама-каршы багытталганын билдирет (бул күчтөр бир түз сызык бойлоп багытталганын унутпоо керек).

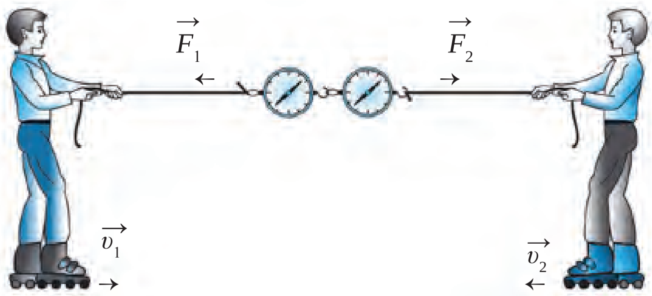
Өз ара аракеттешүүчү эки нерсе бири-бирине сан жагынан барабар жана түз сызык боюнча карама-каршы жактарга багытталган күчтөр менен аракеттенишет.

Бул мыйзам ***Ньютондун үчүнчү мыйзамы*** деп аталат.

Өз ара аракеттешүүчү эки күчтөн бирин таасир күчү, экинчисин тескери таасир күчү деп, ал эми Ньютондун үчүнчү мыйзамын болсо ***тескери таасир мыйзамы*** деп да аташат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

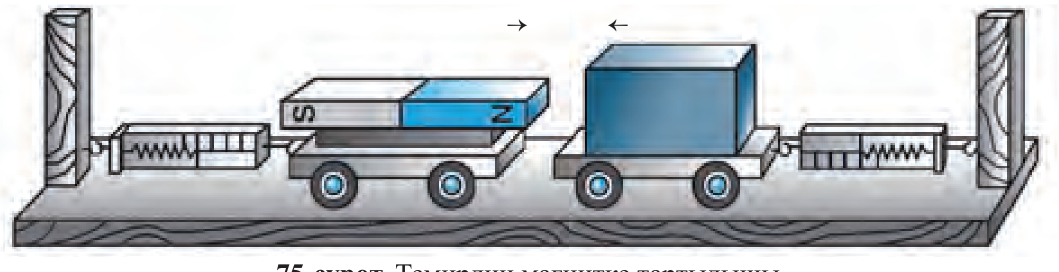


74-сүрөт. Тескери таасир күчүнүн пайда болушу

Бул мыйзамдын көрүнүштөрүн кадам сайын жолуктурабыз. Роликтин үстүндө аркан менен бири-бирин тартып жаткан эки баладан бири экинчисин кандай күч менен тартса, өзү да экинчи балага ошончолук тескери таасир күч менен тартылат (74-сүрөт).

Жылма жолчого орнотулган эки арабачанын бирине магнит өзөк, экинчисине темирдин бөлүгү орнотулган болсун (75-сүрөт). Аларга аракет этип жаткан күчтөрдү ар бир арабачага бекемделген динамометр өлчөйт. Эгерде арабачалар бири-бирине жакындаштырылса, магнит өзөк темирдин бөлүгүн өзүнө тартат. Арабачалар тең салмакка келгенде алардын артындагы динамометрлердин көрсөткүчтөрү бирдей экенин көрөбүз. Арабачалардын арасындагы аралыкты өзгөртүп, аракет этип жаткан күчтөрдүн чоңдугун өзгөртүү мүмкүн. Бирок баары бир биринчи арабача экинчисин кандай күч менен тартса, экинчиси да биринчисин дал ушундай күч менен тартып жатканына күбө болобуз. Учтары таянычка коюлган тактайдын үсүндө турган бала тактайга өз оордук күчү менен аракет этип аны иет. Өз кезегинде тактай да балага дал ушундай чоңдуктагы күч менен таасир кылат. Баланын оордук күчү ылдыйга багытталса, тактайдын балага тескери таасир күчү жогоруга багытталат. Дубалды 300 Н күч менен түртсөң, дубал да сага 300 Н күч менен карама-каршы аракет этет.

Күчтөрдүн $F_1 = m_1 a_1$ жана $F_2 = m_2\, a_2$ туюнтмаларын Ньютондун үчүнчү мыйзамы формуласына коюп, төмөнкүлөрдү алабыз:



75-сүрөт. Темирдин магнитке тартылышы

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \text{же} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}. \qquad (3)$$

Нерселердин өз ара аракеттениши учурунда алган ылдамдануулары алардын массаларына тескери пропорциялаш болуп, өз ара карама-каршы багытталган.

Буга 67-сүрөттө берилген массалары ар түрдүү болгон арабачалардын кыймылын мисал кылып көрсөтүү мүмкүн.

Өз ара таасирде нерселердин алган ылдамдануулары $a_1 = \upsilon_1/t$ жана $a_2 = \upsilon_2/t$ экендигин эске алсак, (3) төн төмөнкү туюнтма келип чыгат:

$$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{m_2}{m_1}. \qquad (4)$$

Нерселердин өз ара таасири натыйжасында ээ болгон ылдамдыктары алардын массаларына тескери пропорциялаш болуп, өз ара карама-каршы багытталган.

Мисалы, бала тынч турган кайыктан жээкке секиргенде кайыктын кыймыл багыты баланын багытына тескери болот. Кайыктын массасы баланын массасынан канча эсе чоң болсо, анын алган ылдамдыгы баланын ылдамдыгынан ошончо эсе кичине болот. Таасир жана тескери таасир күчтөрүнүн ар бири түрдүү нерселерге аракет эте турганын унутпоо керек. Эгерде кандайдыр бир күч пайда болсо, дагы каердедир ага сан жагынан тең, бирок карама-каршы багытталган күч, сөзсүз бар болот.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы 50 кг болгон бала кайыктан жээкке секирип, 0,5 с ичинде 10 м/с ылдамдыкка ээ болду. Эгерде кайык 200 кг болсо, бул убакыт ичинде ал кандай ылдамдык алат? Бул убакыт ичинде бала менен кайык кандай ылдамдануу алышат?

Берилди:

$m_1 = 50$ кг;
$m_2 = 200$ кг;
$\upsilon_1 = 10$ м/с;
$t = 0{,}5$ с.

Табуу керек:

$\upsilon_2 = ?$ $a_1 = ?$
$a_2 = ?$

Формуласы:

$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{m_2}{m_1}$ ден $\upsilon_2 = \upsilon_1 \cdot \frac{m_1}{m_2}$;

$a_1 = \frac{\upsilon_1}{t}$;

$a_2 = \frac{\upsilon_2}{t}$.

Чыгарылышы:

$\upsilon_2 = 10 \cdot \frac{50}{200} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2{,}5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

$a_1 = \frac{10}{0{,}5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

$a_2 = \frac{2{,}5}{0{,}5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Жообу: $\upsilon_2 = 2{,}5$ м/с; $a_1 = 20$ м/с^2; $a_2 = 5$ м/с^2.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Таяныч түшүнүктөр: Ньютондун үчүнчү мыйзамы, тескери таасир күчү, тескери таасир мыйзамы.

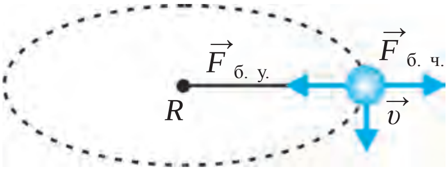
1. Учуп жаткан аба шары менен колубуздун арасындагы жипке кичине бир жүк илинген болсо, бул жип бойлоп үч күч аракет этүүдө: шар жипти жогоруга тартат; жүктүн оордук күчү аны ылдыйга тартат; бармагыбыз жипти горизонталь багытта тартат. Бул таасир күчтөрүнө тескери таасир күчтөрүн таап, чиймеде көрсөт.

М 14

1. Балыкчылык көлмөсүндө эки бирдей кайык жээкке карай сүзүп келатат. Алардан бири аркан менен жээкке байланган. Биринчи кайыктан жээкке ыргытылган арканды жээкте турган жана кайыктагы балыкчы тартып жатышат. Жээкке бекемделген экинчи кайыктагы балыкчы да өз арканын тартууда. Эгерде алар бирдей күч сарптап жатышкан болсо, кайсы кайык жээкке биринчи болуп жетип келет?
2. Динамометрдин эки учунан эки ат тартууда. Алардын ар бири аны 100 Н күч менен тартууда. Динамометр канча Н күчтү көрсөтөт?
3. Арабачада турган бала дубалга бекемделген арканды 80 Н күч менен тартканда арабача 1 с ичинде 2 м/с ылдамдыкка ээ болду. Арабача кандай ылдамдануу алганын жана баланын арабача менен биргеликтеги массасын тап.
4. Тынч турган нерсеге 5 Н күч таасир эткенде 1 м/с^2 ылдамдануу алды. Ушул нерсе 4 м/с^2 ылдамдануу алышы үчүн ага кандай чоңдуктагы күч таасир этиши керек?

23-§. КЫЙМЫЛ МЫЙЗАМДАРЫНЫН АЙЛАНМА КЫЙМЫЛГА КОЛДОНУЛУШУ

Борборго умтулуучу күч



76-сүрөт. Айланма кыймылда шарчага аракет этип жаткан күчтөр

Айлана бойлоп туруктуу ылдамдыкта айланып жаткан нерсенин сызыктуу ылдамдыгы түрдүү маалда түрдүү багытка ээ болгондуктан нерсе ылдамданууга ээ болот. Мындай ылдамданууну борборго умтулуучу ылдамдануу ($a_{б.у.}$) деп атаган элек. m массалуу шарча R узундуктагы жипке байланган абалда v сызыктуу ылдамдык менен айландырылып жаткан болсун (76-сүрөт), мында шарча алган $a_{б.у.}$ ылдамдануу мындайча туюнтулат:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$a_{б.у.} = \frac{v^2}{R}. \qquad (1)$$

Нерсенин кыймылындагы ар кандай ылдамданууну күч пайда кылат. Айлануу кыймылында ылдамданууну кандай күч пайда кылат? Айлануу кыймылында ылдамдануу нерсенин айлануу борборуна багытталарын, мында нерсеге таасир этип жаткан күч да ылдамдануунун багытына, б.а. айлануу борборуна умтулган болот. Демек, нерсе айланма кыймыл жасашы үчүн ага дайыма айлананын борборуна багытталган күч аракет этип турушу керек экен. Эгерде бул күч болбосо, нерсе дагы түз сызыктуу бир калыптагы кыймылын улантат. Нерсени айланма кыймылга аргасыз кылуучу күч борборго умтулуучу күч деп аталат жана аны $F_{б.у.}$ менен белгилейбиз. Ньютондун экинчи мыйзамына ылайык $F_{б.у.} = ma_{б.у.}$ экенинен:

$$F_{б.у.} = \frac{mv^2}{R}. \qquad (2)$$

Нерсеге аракет этип жаткан борборго умтулуучу күч нерсенин массасына жана сызыктуу ылдамдыгынын квадратына түз, ал эми айлануу радиусуна тескери пропорциялаш болот.

Жипке байланган шарчаны айландырганыбызда биз ага жип аркылуу таасир кылабыз (76-сүрөт). Жип аркылуу шарчаны $F_{б.у.}$ күч менен борбого тартып турабыз. Шарчанын сызыктуу ылдамдыгы v айланага жаныма, б.а. борборго умтулуучу күчкө перпендикуляр багытталат.

Борбордон четтөөчү күч

Ньютондун үчүнчү мыйзамы айлануу кыймылы үчүн да орундуу. Айлана боюнча кыймылдап жаткан шарчага аракет этип жаткан борборго умтулуучу күчкө сан жагынан барабар жана ага карама-каршы багытталган күч бар. Бул күч **борбордон четтөөчү күч** деп аталат.

Борбордон четтөөчү күч $F_{б.ч.}$ борборго умтулуучу күч $F_{б.у.}$ сыяктуу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$F_{б.ч.} = \frac{mv^2}{R}. \qquad (3)$$

Борбордон четтөөчү күчтүн формуласы борборго умтулуучу күчтүн формуласы менен бирдей, бирок алар карама-каршы багытталган болот. Тактап айтканда:

$$\vec{F}_{б.у.} = -\vec{F}_{б.ч.} \qquad (4)$$

Чаканын жарымына чейин суу куюп, аны башыбыз бою айландырганыбызда суу төгүлбөйт. Борбордон четтөөчү күч себеп айланып жаткан

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

суу айлана борборунан качууга аракеттенет. Борбордон четтөөчү күчтүн пайда болушу күндөлүк турмушта көп пайдаланылат. Мисалы, жуулган кийим атайын кургатуу барабанына салынат. Барабан чоң ылдамдык менен айланганда, анын торчолуу дубалдарынан борбордон четтөөчү күч таасиринде кийимдеги суу тамчылары атылып сыртка чыгат. Ушул жол менен кийим кургатылат. Сүт сепараторунда барабан чоң ылдамдыкта айланып, анын ичиндеги сүт эки бөлүккө ажырайт. Борбордон четтөөчү күч таасиринде майсыз сүт чыгып кетет жана атайын идишке чогулат. Ал эми барабандын борборунда майлуу жеңил сүт (каймак) калат.

Таяныч түшүнүктөр: борборго умтулуучу күч, борбордон четтөөчү күч.

1. Поезд кыймылында коопсуздук чараларын көрүү үчүн жолдун бурулуу жайларында рельстерди кандай орнотуу керек?
2. Циркте айлана бойлоп орнотулган дубалдын ичинде мотоциклчи кыймылын баштап, акырындык менен дубалга чыга баштайт. Анын дубалдан кулап кетпөөсүнүн себеби эмнеде?

М 15

1. Массасы 20 г болгон шарча 25 см узундуктагы жипке байлап айландырылууда. Айлануу мезгили 0,2 с болсо, шарчанын сызыктуу ылдамдыгын жана ага таасир этип жаткан борбордон четтөөчү күчтү тап.
2. *А*. 1-маселе шартындагы нерсенин массасын эки эсе чоң деп алып, маселени чыгар.
   Б. 1-маселе шартындагы шарча байланган жиптин узундугун эки эсе узун деп алып, маселени чыгар.
   В. 1-маселе шартындагы шарчанын айлануу мезгилин эки эсе чоң деп алып, маселени чыгар.
   Г. *А*, *Б* жана *В* маселелеринин ар биринин жообун 1-маселенин жообуна салыштыр жана жыйынтык чыгар.

24-§. СЕРПИЛҮҮ КҮЧҮ

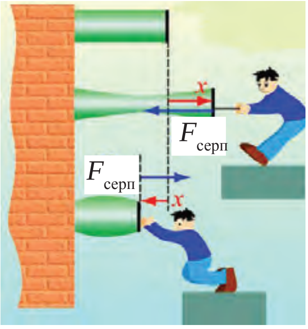
Деформация

Эгерде нерсеге сырткы күч таасир этсе, нерсени түзгөн бөлүкчөлөр бири-бирине салыштырмалуу жылышы жана алардын арасындагы аралык өзгөрүшү мүмкүн. Натыйжада бөлүкчөлөрдүн арасындагы өз ара аракеттенишүү күчтөрү (тартылуу жана түртүлүү)нүн тең салмактуулугу бузулат. Эгерде күчтүн таасиринде алардын арасындагы аралык чоңойгон болсо, тартылуу күчтөрү үстөмдүк кылат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Жана тескерисинче, аралык кыскарган болсо, түртүлүү күчтөрү үстөмдүк кылат. Натыйжада нерсенин түрдүү чекиттеринде нөлдөн айырмалуу ички күчтөр пайда болот. Ички күчтөрдүн суммасы Ньютондун үчүнчү мыйзамына ылайык сырттан таасир этүүчү күчкө тең жана ага карама-каршы багытталган болот (77-сүрөт).



77-сүрөт. Нерсенин созулушу жана кысылышы

Нерсеге күч менен аракет этилсе, алар созулушу, кысылышы, ийилиши, жылышы же буралышы мүмкүн. Айрым нерселерде мындай касиеттер даана байкалат. Мисалы, сырткы күчтүн таасиринде резина же пружина созулат, кысылат жана буралат же ийилет.

Сырткы күчтүн таасиринде нерселердин формасы жана көлөмүнүн өзгөрүшү *деформация* деп аталат.

Деформациялар калдыксыз жана калдыктуу болуп экиге бөлүнөт. Сырткы күчтүн таасири токтогондо нерсенин өзгөргөн формасы жана көлөмү баштапкы абалына кайтса, ***калдыксыз* (эластикалуу) *деформация*** болот. Мисалы, созулган резина же пружина сырткы таасир токтотулгандан кийин, өз абалына кайтат. Сызгычты бир аз ийип коюп жиберсек, ал дагы түздөлүп калат. Мындай нерселер ***серпилгич нерселер*** деп аталат.

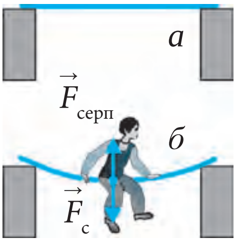
Бардык эле нерселер өз формасын кайра калыбына келтире албайт. Таасир кылуучу сырткы күч токтогондо нерсенин формасы жана көлөмү калыбына келбесе, бул ***калдыктуу* (пластикалуу) *деформация*** болот. Мисалы, пластилин эзилсе же созулса, ал баштапкы абалына кайтпайт. Мындай нерселер ***серпилгичсиз нерселер*** деп аталат. Төмөндө биз серпилгичтүү нерселер менен гана иш көрөбүз.

Серпилүү күчүнүн келип чыгышы

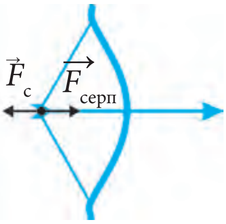
78-*а* сүрөттө эки таянычка горизонталь абалда коюлган жука тактай берилген. Эгерде тактайдын ортосуна бала отурса ал ылдыйга ийилип, токтойт (78-*б* сүрөт). Тактайдын ийилишин кандай күч токтотуп калат? Баланын оордук күчүнүн таасиринде тактай ийилет, б.а. деформацияланат. Эгерде баланын оордук күчүн сырткы күч $F_с$ десек, тактайдын ийилишине каршы ички күч сер-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



78-сүрөт. Тактайдын ийилиши



79-сүрөт. Жаанын чоюлушу

пилүү күчү $F_{серп}$ болот. $F_{серп}$ серпилүү күчү сан жагынан $F_с$ сырткы күчкө барабар жана бири-бирине карама-каршы багытталган. Мында Ньютондун үчүнчү мыйзамы орундуу болот:

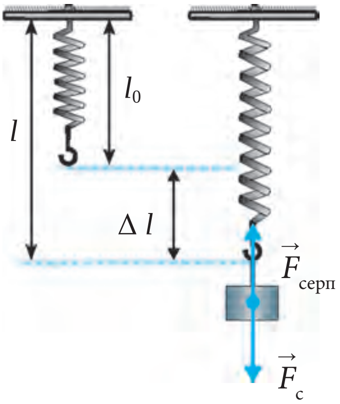
$$\vec{F}_с = -\vec{F}_{серп}. \qquad (1)$$

Деформацияланган нерседе пайда болуп, сырткы күчкө каршылык көрсөтө турган жана ага карама-каршы багытталган күч *серпилүү күчү* деп аталат.

Жаанын жиби катуу тартылганда (79-сүрөт), резина, пружина созулганда же кысылганда $F_с$ күчкө каршы $F_{серп}$ күчү пайда болот.

Гуктун мыйзамы

Таянычка бекемделген пружинанын илмегине $F_с$ сырткы күч менен аракет кылуучу жүк асалы. Мында пружина деформацияланып, Δl узундукка созулат. Мындан $F_с$ сырткы күчкө сан жагынан барабар жана карама-каршы багытталган $F_{серп}$ серпилүү күчү пайда болот (80-сүрөт). Натыйжада пружина Δl ге созулат: $\Delta l = l - l_0$. Бул пружинанын абсолюттук узаруусу же абсолюттук деформация деп аталат. $F_{серп}$ серпилүү күчү $F_с$ оордук күчүнө теңдешкенде, пружина созулуудан токтойт. Пружинага аракет этүүчү күчтү арттырып барсак, абсолюттук деформация да пропорциялуу түрдө артып барат (81-сүрөт). Демек, серпилүү күчү абсолюттук узарууга түз пропорциялаш экен, б.а.:



80-сүрөт. Пружинанын созулушу

$$\vec{F}_{серп} \sim \vec{\Delta l} \quad \text{же} \quad \vec{F}_{серп} = -k\,\vec{\Delta l}. \qquad (2)$$

Мында k – серпилүү күчү менен абсолюттук узарууну байланыштыруучу коэффициент болуп, деформацияланып жаткан пружинанын **катуулугу** деп аталат. (2) формулада минус белгисинин коюлушуна себеп серпилүү күчү жана абсолюттук узаруунун карама-каршы багытка ээ экендигинде. Бул формуладан k ны тапсак:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$k = \frac{F_{серп}}{\Delta l}. \qquad (3)$$

Эл аралык бирдиктер системасында пружинанын катуулугунун бирдиги – Н/м. (2) формула мындайча баяндалат:

Серпилүү күчү сырткы күч таасириндеги деформациянын чоңдугуна түз пропор-циялаш болот.

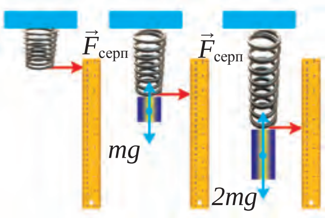
Бул мыйзамды 1660-жылда англис окумуштуусу **Роберт Гук** ачкан. Ошондуктан ал ***Гуктун мыйзамы*** деп аталат. Нерсе (пружина, зым)нин катуулугу k канча чоң болсо, аны созуу же кысуу, б.а. деформациялоо ошончо кыйын болот. Катуулук коэффициенти түрдүү нерселер үчүн түрдүүчө мааниге ээ. Узундугу l, туура кесилиш аянты S болгон стержендин катуулугу k төмөнкүдөй туюнтулат:

$$k = E\frac{S}{l}. \qquad (4)$$

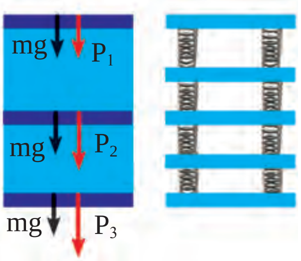
мында E – стержен жасалган заттын серпилгичтик модулу (Юнг модулу), ал түрдүү заттар үчүн түрдүүчө болот.

Пружина $F_с$ сырткы күч таасиринде кысылганда ал Δl ге кыскарат. Күчтүн артып барышы менен Δl да пропорциялуу түрдө артып барат (82-сүрөт), б.а. Гуктун мыйзамы орундуу болот. Күндөлүк турмушубузда созулуу жана кысылуу деформацияларынан сырткары ийилүү (83-сүрөт), жылышуу (84-сүрөт) жана буралуу (85-сүрөт) деформацияларын да байкоого мүмкүн.

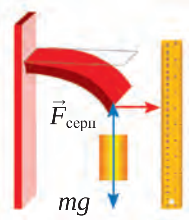
Гуктун мыйзамынын арткарылышы кичи деформациялар үчүн орундуу. Серпилүү деформациясынын сырткы күчкө көз карандылыгы графиги (86-сүрөт) сырткы күчтүн белгилүү бир маанисине чейин координата башынан өтүүчү түз сызыктан турган болуп, анда Гуктун мыйзамы аткарылат.



81-сүрөт. Деформациянын аракет этүүчү күчтөн көз карандылыгы

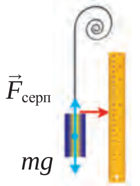


82-сүрөт. Кысылуу деформациясынын аракет этүүчү күчтөн көз карандылыгы



83-сүрөт. Ийилүү деформациясы

84-сүрөт. Жылышуу деформациясы

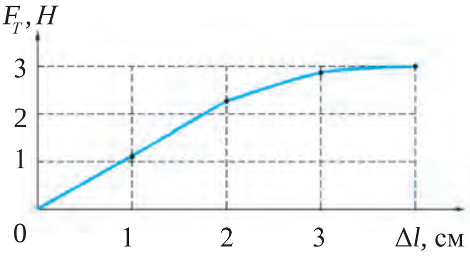


85-сүрөт. Буралуу деформациясы

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Гуктун мыйзамы туура аткарыла турган сырткы күчтүн чек арасы серпилгичтиктин чек арасы деп аталат.



86-сүрөт. Абсолюттук деформациянын сырткы күчтөн көз карандылык графиги

86-сүрөттө серпилгичтиктин чек арасы 2,3 Н го тең. Чоң деформациялар үчүн деформация менен күчтүн өз ара байланышы кыйла татаал болуп, күчтүн артып барышы менен серпилгичсиз деформациянын таасири артып барат. Мында деформацияланган нерселер күчтүн таасири токтогондон кийин өз калыбына кайра толук кайтпайт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Таянычка бекемделген зымга асылган нерсе 300 Н оордук күчү менен аракет жасоодо. Эгерде бул күчтүн таасиринде зым 0,5 мм ге узарган болсо, анын катуулугун тап.

Берилди:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$F_т = 300$ Н; $\Delta l = 0{,}5$ мм $= 0{,}0005$ м. *Табуу керек:* $k = ?$	$F_c = k \cdot \Delta l$; $k = \dfrac{F_т}{\Delta l}$.	$k = \dfrac{300}{0{,}0005}\,\dfrac{\text{Н}}{\text{м}} = 600\,000\,\dfrac{\text{Н}}{\text{м}} = 6 \cdot 10^5\,\dfrac{\text{Н}}{\text{м}}$. *Жообу*: $k = 6 \cdot 10^5$ Н/м.

Таяныч түшүнүктөр: деформация, калдыксыз деформация, серпилгичтүү нерсе, калдыктуу деформация, серпилгичсиз нерсе, серпилүү күчү, Гуктун мыйзамы, серпилгичтик модулу.

1. Кандай күчтөр теңдешкенде нерсе деформацияланаудан токтойт?
2. Серпилгичтүү деформацияга тиешелүү кандай мисалдарды билесиң?

М 16

1. 4 Н күч таасиринде 5 см ге узарган пружинанын катуулугун тап.
2. Катуулугу 500 Н/м болгон резина 10 Н күч менен тартылса ал канчага узарат?
3. Кандай чоңдуктагы күчтүн таасиринде катуулугу 1000 Н/м болгон пружина 4 см ге созулат?
4. Жүк машинасы жеңил автомобилди трос аркылуу 1 кН күч менен тартса, трос канчага узарат? Тростун катуулугу 10^5 Н/м.
5. Берилген зым бөлүгүнүн катуулугу $2 \cdot 10^5$ Н/м ге барабар. Ушул зым экиге бөлүнсө, ар бир бөлүгүнүн катуулугу канча болот?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

6. Массасы 200 г болгон жүк илингенде узундугу 8 мм болгон пружина 12 мм болуп калды. Анын катуулугун тап.

25-§. ПРУЖИНАНЫН КАТУУЛУГУН АНЫКТОО

(2-лабораториялык иш)

Иштин максаты: эң жөнөкөй динамометр пружинасынын катуулугун аныктоо аркылуу деформация жана катуулук жөнүндөгү түшүнүктөрдү кеңейтүү, серпилүү күчү жөнүндө алынган теориялык билимдерди бышыктоо.

Керектүү жабдуулар: штатив, эң жөнөкөй динамометр, жүктөрдүн тобу, миллиметрлүү кагаз.

Ишти аткаруунун тартиби

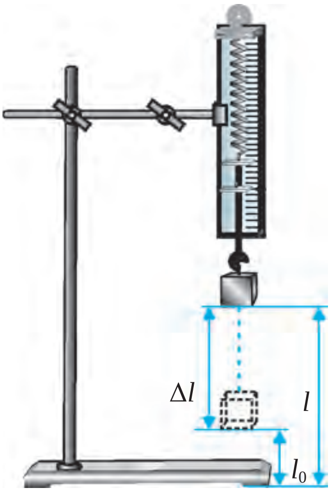
1. Динамометрдин шкаласына миллиметрлүү кагазды жабыштыр.

2. Динамометрди штативге 87-сүрөттө көрсөтүлгөндөй бекемде.

3. Динамометрдин көрсөткүчүнүн баштапкы абалын шкаласындагы миллиметрлүү кагазга белгиле.

4. Динамометрдин илмегине m_1 массалуу жүктү ил, анын таасиринде пружинанын Δl_1 узарышын өлчө жана натыйжаны жадыбалга жаз.

5. Массалары m_2 жана m_3 болгон жүк үчүн да пружинанын Δl_2, Δl_3 узарууларын өлчө жана натыйжаларын жадыбалга жаз.



87-сүрөт. Пружинанын катуулугун аныктоо үчүн жабдуулар

6. Динамометрге илинген ар бир жүк үчүн пружинага аракет эткен сырткы күчтөрдү $F_с = mg$ формула боюнча эсепте жана натыйжаларды жадыбалга жаз (g = 10 м/с^2 деп ал).

7. Ар бир өлчөнгөн Δl_1, Δl_2, Δl_3 жана эсептелген $F_{с1}$, $F_{с2}$, $F_{с3}$ натыйжаларды $k = F_с/\Delta l$ формуласына коюп, k_1, k_2, k_3 пружинанын катуулугун эсептеп, натыйжаларды жадыбалга жаз.

8. $k_{орт} = (k_1 + k_2 + k_3)/3$ формуласы боюнча пружинанын катуулугунун орточо маанисин эсепте жана натыйжаны 2-жадыбалга жаз.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

2-жадыбал

№	m	F_t	Δl	k	$k_{орт.}$	$\lvert k_{орт.} - k \rvert$	ε
1							
2							
3							

9. $\Delta k_n = \lvert k_{орт} - k_n \rvert$ формуладан абсолюттук каталыкта тап.
10. $\Delta k_{орт} = (\Delta k_1 + \Delta k_2 + \Delta k_3)/3$ формуладан абсолюттук каталыктын орточо маанисин эсептеп чык.
11. $\varepsilon = (\Delta k_{орт} / k_{орт}) \cdot 100\%$ формуладан салыштырма каталыкты тап.
12. Натыйжаларды талда жана жыйынтык чыгар. Тажрыйба жүргүзүү учурунда төмөнкү суроолорго жооп табууга аракет кыл:

1. Динамометр шкаласы бөлүмүнүн мааниси эмнеге тең?
2. Динамометр шкаласынын жогорку чек арасы эмнеге тең?
3. Жүк илинген динамометрдин пружинасынын көрсөткүчү каерде турушу керек?
4. Күчтү өлчөөдө динамометрди кандай орнотуу керек?
5. Күчтү өлчөөдө динамометрдин шкаласына кандай кароо керек?

1. m_1, m_2, m_3 массалуу жүк илинген динамометр пружинасынын серпилүү күчү эмнеге барабар жана кайсы тарапка багытталган?
2. Динамометрдин пружинасынын илмегине жүк асылганда серпилүү күчү кандай пайда болорун түшүндүрүп бер.
3. Эмне себептен ар бир өлчөө үчүн пружинанын катуулугу k_1, k_2, k_3 дээрлик бирдей маанилерге ээ?

IV БӨЛҮМ БОЮНЧА КОРУТУНДУ

Ньютондун мыйзамдары жөнөкөй болуп көрүнгөн эки формула: $\vec{F} = m\vec{a}$ жана $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ менен туюнтулса да, аларда өзгөчө чоң маани камтылган. Айланабызда болуп жаткан кыймылдар: дарыяларда сууну агышы, Жер бетинде шамал жана бороондордун болушу, жолдордогу автомобилдердин тынымсыз кыймылы, асмандагы самолёттордун учушу, космостук мейкиндикте планета, жылдыз жана галактика, о.э., космостук кемелердин кыймылына назар сал. Бул кыймылдар жана аракеттеги нерселер бири-бирине такыр окшобойт. Аларга аракет этүүчү күчтөр да түрдүүчө. Бирок бул кыймылдардын жана анда катышып жаткан нерселердин бардыгын ушул жөнөкөй көрүнгөн мыйзамдардын негизинде туюнтууга болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Негизинен, Ньютондун мыйзамдары механиканын ар кандай маселесин чечүү мүмкүнчүлүгүн берет. Эгерде нерсеге аракет эткен күч белгилүү болсо, нерсенин каалаган учурдагы, траекториянын каалаган чекитиндеги ылдамдануусун табуу мүмкүн. Ньютондун мыйзамдары, атүгүл нерсенин кыймылы, б.а. анын каалаган учурдагы абалы белгилүү болсо, нерсеге кандай күч аракет этип жатканын аныктоого шарт түзөт.

IV БӨЛҮМГӨ ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА МАСЕЛЕЛЕР

1. Массасы 2 кг болгон нерсе жерге эркин түшүүдө. Нерсеге аракет этип жаткан күчтү тап. g = 10 м/с^2 деп ал.

2. Массасы 200 г болгон арабача 0,5 м/с^2 ылдамдануу менен кыймылдашы үчүн ага кандай чоңдукта туруктуу күч менен таасир этиш керек?

3. Темир жолдогу вагонду 2 кН күч менен түрткөндө ал 0,1 м/с^2 ылдамдануу менен кыймылга келди. Вагондун массасын тап.

4. Тынч турган 0,5 кг массалуу нерсе туруктуу күч таасиринде кыймылдап, 5 с да 20 м жүрдү. Нерсеге таасир этип жаткан күчтүн чоңдугун тап.

5. Тегиз горизонталдык бетте 100 г массалуу болот шарча турат. Эгерде аны горизонталдык түрдө 50 мН күч менен түртүп жиберилсе, шарча кандай ылдамданууга ээ болот?

6. Тегиз горизонталдык бетте турган арабачага 4 Н туруктуу күч менен таасир этилгенде, ал 2 м/с^2 ылдамдануу алды. Эгерде ага 6 Н күч менен таасир этилсе, ал кандай ылдамдануу алат?

7. 6-маселенин шарты боюнча ар эки учур үчүн арабачанын 1 с ичинде алган ылдамдыктарын тап.

8. Массасы 2000 кг болгон автомобиль 0,8 м/с^2 ылдамдануу менен аракеттене баштады. Мотор автомобилди кандай күч менен кыймылга келтирүүдө? Сүрүлүү күчтөрү эсепке алынбасын.

9. Бири-бирине карама-каршы аракеттенип жаткан 0,5 кг жана 1,5 кг массадагы эки нерсе кагылышты жана экөө тең токтоду. Эгерде кагылышканга чейин 1-нерсе 6 м/с ылдамдык менен кыймылдаган болсо, 2-нерсе кандай ылдамдыкта кыймылдаган?

10. Трактор прицепти 10 кН күч менен тартканда ага 0,5 м/с^2 ылдамдануу берет. Тартуу күчү 30 кН болгон башка трактор ушул прицепке кандай ылдамдануу берет?

11. Массасы 80 т болгон реактивдүү самолёттун кыймылдаткычтарынын тартуу күчү 120 кН болсо, самолёт ылдамдык алууда кандай ылдамдануу менен кыймылдайт?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

12. Массасы 0,4 кг болгон топ 0,01 с ичинде тебилгенде ал 20 м/с ылдамдыкка ээ болду. Топ кандай күч менен тебилген?

13. 25 см узундуктагы жиптеги 100 г дык шарча айлана боюнча секундуна 2 жолу айланууда. Шарчага таасир этүүчү борбордон четтөөчү күчтү жана борборго умтулуучу ылдамданууну тап.

14. 13-маселе шартындагы шарча секундуна 4 жолу айландырылса, борбордон четтөөчү күч жана борборго умтулуучу ылдамдануу канча эсе артат же азаят?

15. 1 м узундуктагы жипке байланган нерсе ар секундда 1 жолу айланууда. Нерсеге таасир этүүчү борбордон четтөөчү күч 10 Н болушу үчүн нерсенин массасы канча болушу керек?

16. Ылайлуу жолдо тыгылган автомобиль козголо албай дөңгөлөгүнөн 10 м/с ылдамдыкта ылай бөлүктөрүн атып жатат. Эгерде дөңгөлөктүн диаметри 1 м, атылып жаткан ылай бөлүктөрүнүн орточо массасы 5 г болсо, ылай бөлүктөрү кандай күч менен атылып жатат?

17. Мотоцикл цирк аренасында 25 м диаметрлүү айлана боюнча 45 км/саат ылдамдыкта жүрүүдө. Эгерде мотоциклге таасир этип жаткан борбордон четтөөчү күч 2,5 кН болсо, мотоцикл менен мотоциклчинин биргеликтеги массасы канча болот? Мында мотоцикл кандай борборго умтулуучу ылдамдануу алат?

18. 2 Н күч таасиринде 10 см ге узарган резинанын катуулугун тап.

19. Пружиналуу таразага 1 кг жүк асылганда анын пружинасы 8 см ге узарган. Пружинанын катуулугун тап. Ушул жана кийинки көнүгүүлөрдө $g = 10$ м/с^2 деп алынсын.

20. Катуулугу 60 Н/м болгон пружинага жүк илингенде ал 5 см ге узарды. Илинген жүктүн массасын тап.

21. Катуулугу 10 Н/м болгон резинага 60 г жүк асылса ал канчага узарат?

22. Узундуктары бирдей болуп, бир учтары бириктирилген эки пружинанын бош учтарынан кармап тартылды. Мында катуулугу 120 Н/м болгон пружина 4 см ге узарган. Эгерде экинчи пружина 3 см ге узарган болсо, анда анын катуулугу канча болот?

23. Массасы 1200 кг болгон автомобилди 0,3 м/с^2 ылдамдануу менен сүйрөгөндө катуулугу 40 кН/м болгон тростун канчага созулушун тап. Сүрүлүү күчүн эсепке алба.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

V бөлүм.
СЫРТКЫ КҮЧТӨРДҮН ТААСИРИНДЕ НЕРСЕЛЕРДИН КЫЙМЫЛЫ

26-§. БҮТКҮЛ ДҮЙНӨЛҮК ТАРТЫЛУУ МЫЙЗАМЫ

Ай жана башка планеталар айлана бойлоп дээрлик туруктуу ылдамдыкта аракеттенишет. Ар кандай нерсе айланма кыймыл жасашы үчүн ага туруктуу күч аракет этип турушу керек. Эгерде планеталарга мындай күч аракет этпесе, алар түз сызыктуу бир калыпта аракеттенишмек. Эми динамика мыйзамдарын колдоп, Айдын Жердин айланасында айлануусун карап чыгалы. Ай туруктуу күчтүн таасиринде гана айланма кыймыл жасайт. Бул күч Жердин тартуу күчү болуп, ал Ньютондун II мыйзамына ылайык: $|F| = m|a|$ формула менен табылат, б.а. Айдын массасы m канча чоң болсо, тартылуу күчү да ошончо чоң болот: $|F| \sim m$. Ньютондун III мыйзамындагы тескери аракеттенишүүгө ылайык, Ай да Жерди ошондой күч менен тартат: $|F| = M|a|$, б.а. Жердин массасы M канча чоң болсо, тартылуу күчү да ошончо чоң болот: $|F| \sim M$. Эгерде тартылуу күчү F нерсенин массасы m ге да, Жердин массасы M ге да түз пропорциялаш болсо, демек, бул күч алардын көбөйтүндүсүнө да түз пропорциялаш болот:

$$|F| \sim mM. \qquad (1)$$

Ошону менен бирге, Жердин борборунан Жердин бетине чейинки аралык Жердин борборунан Айга чейинки болгон аралыктан 60 эсе кичине. Нерсенин Жердин үстүндөгү борборго умтулуучу күчү болсо Айдын орбита бойлоп кыймылындагы борборго умтулуучу күчтөн 3600 эсе чоң, б.а.:

$$|F| \sim 1/r^2. \qquad (2)$$

(1) жана (2) формулаларды жалпылаштырып жазсак: $|F| \sim mM/r^2$ же:

$$|F| = G\frac{mM}{r^2}, \qquad (3)$$

мында G – пропорциялаштык коэффициенти.

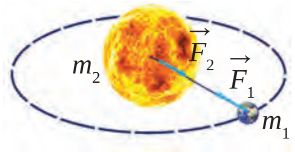
Ньютон тартылуу күчүнүн мындай табияты Жер менен Айдын арасындагы тартылууга гана эмес, о.э. Күн менен Жер (88-сүрөт), башка плане-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

талар менен Күн, айланабыздагы нерселер менен Жердин ортосундагы тартылууга да тиешелүү экендигин ачкан. Анын корутундусу боюнча, ааламдагы нерселердин өз ара тартылышуу күчү мындайча аныкталат:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}, \qquad (4)$$



88-сүрөт. Жер менен Күндүн өз ара тартылышуусу

мында m_1, m_2 – аракеттенишип жаткан нерселердин массалары, r – алардын арасындагы аралык (массалар борборунан өлчөнөт), G – пропорциялаштык коэффициенти болуп, ал гравитациялык туруктуулук деп аталат. (4) формулада F ***гравитациялык тартуу күчүн*** туюнтат. Бул мыйзам ааламдагы бардык нерселердин арасындагы өз ара тартылуу күчүн туюнткандыктан, ал ***Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы*** деп аталат. Бул мыйзам мындайча баяндалат:

Эки нерсенин өз ара тартышуу күчү алардын массаларынын көбөйтүндүсүнө түз пропорциялаш жана алардын ортосундагы аралыктын квадратына тескери пропорциялаш болот.

Эгерде өз ара аракеттешүүчү нерселердин массасы $m_1 = m_2 = 1$ кг жана алардын арасындагы аралык $r = 1$ м болсо, (4) формулада F күчтүн сандык мааниси G га тең: гравитациялык туруктуулук сандык жактан ар биринин массасы 1 кг жана арасындагы аралык 1 м болгон эки нерсенин арасындагы тартылуу күчүнө тең. 1798-жылда англиялык окумуштуу Генри Кавендиш анын сандык мааниси төмөнкүгө тең экенин тапты:

$$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}^2}.$$

1/1,5 = 0,667 болгондуктан маселе чыгарууда $6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Н $\cdot$ м^2/кг^2 ордуна $\dfrac{1\ \text{Н} \cdot \text{м}^2}{1{,}5 \cdot 10^{10}\ \text{кг}^2}$ маанисинен да пайдаланууга болот.

Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы аракеттенишип жаткан нерселердин өлчөмдөрү алардын арасындагы аралыктан өтө кичине болгон учурларда, б.а. материалдык чекиттер үчүн так аткарылат. Шар түрүндөгү нерселер үчүн алардын арасындагы аралык шарлардын борборунан өлчөнсө, нерселердин арасындагы ар кандай аралыкта да (4) формула орундуу экени маалым болду. Андыктан нерселердин Жерге

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

тартылуусун эсептөөдө аралыкты Жердин борборуна салыштырмалуу алуу керек. Жердин радиусу 6 400 км болгондуктан нерсе Жерден бир нече он километр көтөрүлгөндө да Жерге тартылуу күчү маанисинин өзгөрүүсү дээрлик сезилбейт. Айланабыздагы бардык нерселер – машина, адам, стол-стул, шкаф, жадагалса, үйлөр да бири-бирине тартылып турат. Бул күчтөр өтө кичине болгондуктан, алар сезилбейт. Бирок Жер Айды тартуусу натыйжасында Ай Жерди айланса, Ай Жерди тартуусу натыйжасында Ай жакка туш келген деңиз жана океан суусунун бир канча метрге көтөрүлүүсү күзөтүлөт.

Жипке кандайдыр бир нерсени илип койсок, Жер нерсени тартуусу натыйжасында нерсе жипти Жердин борборун көздөй тартат. Бул кубулуштан курууучулар үйлөрдү Жерге перпендикуляр түрдө курууда пайдаланышат.

Жер, Ай жана Күнгө тиешелүү кээ бир маалыматтар

Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамына тиешелүү маселелерди чыгарууда Жер, Ай жана Күнгө тиешелүү чоңдуктардан пайдаланылат. Төмөндө ушул чоңдуктар көрсөтүлгөн. Маселе чыгарууда бул чоңдуктардын тегеректелген маанилеринен пайдалануу мүмкүн.

1) Жердин орточо радиусу – $6{,}371 \cdot 10^6$ м $\approx 6{,}4 \cdot 10^6$ м;
2) Жердин массасы – $5{,}976 \cdot 10^{24}$ кг $\approx 6 \cdot 10^{24}$ кг;
3) Жерден Айга чейинки орточо аралык – $3{,}844 \cdot 10^8$ м $\approx 3{,}8 \cdot 10^8$ м;
4) Айдын радиусу – $1{,}737 \cdot 10^6$ м $\approx 1{,}7 \cdot 10^6$ м;
5) Айдын массасы – $7{,}35 \cdot 10^{22}$ кг $\approx 7{,}4 \cdot 10^{22}$ кг;
6) Жерден Күнгө чейинки орточо аралык – $1{,}496 \cdot 10^{11}$ м $\approx 1{,}5 \cdot 10^{11}$ м;
7) Күндүн радиусу – $6{,}96 \cdot 10^8$ м $\approx 7 \cdot 10^8$ м;
8) Күндүн массасы – $1{,}99 \cdot 10^{30}$ кг $\approx 2 \cdot 10^{30}$ кг.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Жер менен Күндүн арасындагы тартылуу күчүн тап.

Берилген:

$m_1 = 6 \cdot 10^{24}$ кг;

$m_2 = 2 \cdot 10^{30}$ кг;

$R = 1{,}5 \cdot 10^{11}$ м;

$G = \dfrac{1}{1{,}5 \cdot 10^{10}} \dfrac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

Табуу керек: $F = ?$

Формуласы:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

Чыгарылышы:

$$F = \frac{1}{1{,}5 \cdot 10^{10}} \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{(1{,}5 \cdot 10^{11})^2}\ \text{Н} \approx$$

$$\approx 3{,}6 \cdot 10^{22}\ \text{Н}.$$

Жообу: $F \approx 3{,}6 \cdot 10^{22}$ Н.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

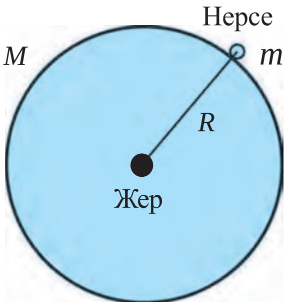
Таяныч түшүнүктөр: Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы, гравитациялык тартылуу күчү, гравитациялык туруктуулук.

1. Массаңды, Жердин массасы жана радиусун билген түрдө өзүң Жерге кандай күч менен тартыла турганыңды эсептеп чык. Өзүң менен Жердин арасындагы аралыкты Жердин радиусуна тең деп ал.
2. Тартылуу күчүнүн таасири менен түшүндүрүлө турган, Жерде боло турган окуяларга мисалдар келтир.

М 17

1. Жер менен Айдын арасындагы тартылуу күчүн тап.
2. Ар биринин массасы 50 кг болгон эки бала бири-биринен 10 м аралыкта турушат. Балдар бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы боюнча бири-бирине кандай күч менен тартылышат?
3. Ар биринин массасы 3,5 тонна болгон Жердин эки жасалма жолдошу бири-бирине 100 м жакын келишти. Алардын өз ара тартылышуу күчүн эсепте.

27-§. ООРДУК КҮЧҮ



89-сүрөт. Жер жана анын бетиндеги нерсенин өз ара тартылышуусу

Жер бетиндеги нерселер эмне себептен Жерге тартылат? Алар үчүн да бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы туурабы? Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы формуласынан пайдаланып, Жер бетинде каалагандай $m_1 = m$ массалуу нерсе менен $m_2 = M$ массалуу Жер шарынын өз ара тартылуу күчүн эсептеш мүмкүн (89-сүрөт):

$$F = G\frac{mM}{r^2}. \quad (1)$$

Мында нерсе менен Жердин арасындагы аралык катары Жер шарынын радиусу $r = 6{,}4 \cdot 10^6$ м алынат. $m = 1$ кг массалуу нерсе менен $M = 6 \cdot 10^{24}$ кг массалуу Жердин тартылуу күчүн табалы:

$$F = \frac{1}{1{,}5\cdot10^{10}}\,\frac{1\cdot6\cdot10^{24}}{(6{,}4\cdot10^6)^2}\ \text{Н} \approx 9{,}8\ \text{Н}.$$

Демек, 1 кг массалуу нерсе менен Жер бири-бирин 9,8 Н күч менен тартат. Ньютондун 3-мыйзамына ылайык нерсе Жерге кандай күч менен тартылса, ал Жерди өзүнө ошончо күч менен тартат. Бул күчтөр өз ара карама-каршы

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

багытталган. Бирок 1 кг массалуу нерсенин гана 9,8 Н күч менен Жерге тартылса, нерсе бул күчтү сезет. Массасы өтө чоң болгон Жер үчүн 9,8 Н күчтүн таасири сезилбейт. Демек мындай учурларда биз Жердеги нерселердин Жерге гана тартылуусу жөнүндө айтышыбыз мүмкүн. Ньютондун 2-мыйзамы боюнча Жерге тартылуу күчү таасиринде нерсе ээ болгон ылдамдануу:

$$a = \frac{F}{m}. \qquad (2)$$

Демек, 1 кг массалуу нерсе Жердин тартуу күчү таасиринде 9,8 м/с^2 ка тең болгон ылдамданууга ээ болот.

Каалагандай массалуу, мисалы, m = 8 кг же 25 кг массалуу нерселер Жерге кандай күч менен тартылат? Бул күч таасиринде алар кандай ылдамданууга ээ болушат?

$$m = 8 \text{ кг үчүн:} \quad F = \frac{1}{1{,}5\cdot 10^{10}} \frac{8\cdot 6\cdot 10^{24}}{(6{,}4\cdot 10^{6})^2} \text{ Н} \approx 78{,}4 \text{ Н}; \quad a = \frac{78{,}4}{8}\frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9{,}8\frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$m = 25 \text{ кг үчүн:} \quad F = \frac{1}{1{,}5\cdot 10^{10}} \frac{25\cdot 6\cdot 10^{24}}{(6{,}4\cdot 10^{6})^2} \text{ Н} \approx 245 \text{ Н}; \quad a = \frac{245}{25}\frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9{,}8\frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Демек, нерсенин массасы канча болсо да Жерге тартылуу күчү натыйжасында a ылдамдануунун чоңдугу бирдей, б.а. 9,8 м/с^2 ка тең экен. Биз бул ылдамдануну ***эркин түшүү ылдамдануусу*** деп атап, аны g тамгасы менен белгилеген элек. Чындыгында биз бул темада эркин түшүү ылдамдануусунун сандык маанисин келтирип чыгардык.

Нерсени Жерге тартып турган күч ***оордук күчү*** деп аталат жана ал $F_{оор}$ менен белгиленет. Ньютондун 2-мыйзамы формуласындагы a ылдамдануну g эркин түшүү ылдамдануусу менен алмаштырып, m массалуу нерсенин оордук күчүн мындайча туюнтуу мүмкүн:

$$F_{оор} = mg. \qquad (3)$$

Нерсенин Жерге тартылуу күчү *оордук күчү* деп аталат.

(3) формула нерсенин оордук күчү менен массасынын ортосундагы байланышты да туюнтат. Бул формула Жер бетинде Ньютон эсебиндеги оордук күчү килограмм эсебиндеги нерсенин массасынан 9,8 эсе чоң экендигин көрсөтөт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Көпүрөнүн үстүндө турган 10 тонна массалуу жүк машинанын оордук күчүн тап. Машина көпүрөгө кандай күч менен таасир этет?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Берилген:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$m = 10$ т $= 10\,000$ кг; $g = 9{,}8$ м/с^2.	$F_{оор} = mg.$	$F_{оор} = 10\,000 \text{ кг} \cdot 9{,}8\frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 98\,000 \text{ Н} = 98 \text{ кН}.$
Табуу керек: $F_{оор}$ – ?		*Жообу*: $F_{оор} = 98$ кН; машина көпүрөгө да 98 кН күч менен таасир этет.

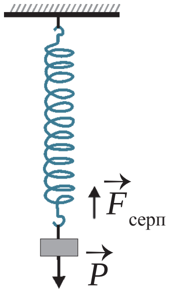
Таяныч түшүнүктөр: нерсе менен Жердин тартылуу күчү, Жердин тартуусу, нерсенин Жерге тартылуусу, нерсенин оордук күчү.

1. Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамына ылайык Жер бетиндеги m массалуу нерсе менен Жердин ортосундагы өз ара тартылуу күчүнүн формуласы кандай туюнтулат?
2. Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы жана Ньютондун экинчи мыйзамы формулаларынын негизинде эркин түшүү ылдамдануусунун сандык мааниси кандай табылат?

М 18

1. Массасы 200 кг болгон китеп шкафы Жерге кандай күч менен тартылат? Шкафтын оордук күчү канча? Бул жана кийинки маселелерде $g = 10$ м/с^2 деп ал.
2. Массаңды билген түрдө өзүңдүн оордук күчүңдү аныкта.
3. Жол четинде турган автомобилдин оордук күчү 20 кН го тең. Автомобилдин массасын тап.

28-§. НЕРСЕНИН САЛМАГЫ



90-сүрөт. Нерсенин оордук күчүнүн асмага таасири

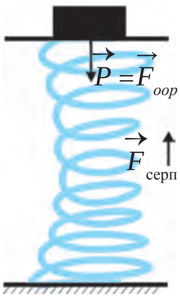
Физикада оордук күчүнөн сырткары салмак деген түшүнүк да бар. Нерсенин салмагынын маанисин түшүнүп алуу үчүн төмөнкү тажрыйбаларды жүргүзөлү.

1-тажрыйба. Асмага бекемделген пружинага m массалуу нерсени илели. Нерсеге ылдый багытталган $F_{оор} = mg$ оордук күчү аракет кылат. Бул күчтүн таасиринде пружина созулат, б.а. деформацияланат. Мунун натыйжасында $F_{серп}$ серпилүү күчү пайда болот (90-сүрөт).

$F_{оор}$ оордук күчүнүн таасиринде пружина созула баштаган сайын, пружинанын мурдагы абалын сактоого умтулуучу жогоруга багытталган $F_{серп}$ серпилүү күчү артып барат. Белгилүү убактан кийин $F_{серп}$ серпилүү күчү сан жагынан $F_{оор}$ оордук күчүнө барабар болуп калат, б.а. бул күчтөр тең салмакташат жана пру-

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

жинага илинген нерсе тынч абалга келет. Нерсенин тынч абалында асмага $F_{оор}$ оордук күчүнө барабар болгон күч аракет кылат. Бул күч пружинага асылган нерсенин салмагы болот.



91-сүрөт. Нерсенин оордук күчүнүн таянычка таасири

2-тажрыйба. Пружинанын үстүнө орнотулган таянычка белгилүү бир m массадагы нерсени коёбуз. Ошол заматта пружина кыскара баштайт, б.а. деформацияланат. Натыйжада $F_{серп}$ серпилүү күчү пайда боло баштайт. Серпилүү күчү артып нерсенин оордук күчүнө сан жагынан теңдешкенде пружинанын кыскарышы токтойт жана нерсе тынч абалга келет. Нерсенин тынч абалында таянычка $F_{оор}$ оордук күчүнө барабар болгон күч аракет кылат (91-сүрөт). Бул күч пружинанын үстүндөгү таянычка коюлган нерсенин салмагы болот.

Жерге тартылуусунун натыйжасында нерсенин таянычка же асмага аракет кылган күчү *нерсенин салмагы* деп аталат жана *P* тамгасы менен белгиленет.

Жогорудагы тажрыйбаларда нерсе тең салмактуу абалга келгенде нерсенин P салмагы $F_{оор}$ оордук күчүнө барабар болот. Тынч абалда турган нерсенин салмагы төмөнкү формула менен туюнтулат:

$$P = mg.$$

Салмак түшүнүгүн оордук күчү түшүнүгү менен адаштырып жибербестик керек. Аларды бири-биринен айырмалай турган эки мүнөзүн билип алуу зарыл. Биринчиден, оордук күчү – бул нерсеге аракет этип жаткан Жердин тартуу күчү, салмак – бул нерсенин таянычка (92-сүрөт) же асмага (90-сүрөт) жасаган аракет күчү болуп саналат. Экинчиден, оордук күчү нерсенин вертикаль (тик) багыттагы ылдамдануусуна көз каранды эмес, башкача айтканда туруктуу. Ал эми салмак болсо нерсе тынч абалда турганда гана же тик өйдө же ылдыйга бир калыпта кыймылдаганда гана туруктуу болот.

92-сүрөт. Нерсенин таянычка таасир күчү

Нерсе вертикаль багытта өзгөрмөлүү кыймылда болгондо салмак өзгөрөт. Мисалы, 1-тажрыйбадагы пружинага асылган нерсенин салмагы 100 г, б.а. 0,1 кг болсун. Анда нерсенин оордук күчү $F_{оор} = 0,1 \cdot 9,8$ Н $= 0,98$ Н ≈ 1 Н. Бул күч нерсе пружинага асылганда да, пружина созулуп жатканда да, тынч

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

абалга келгенде да өзгөрбөйт. Бирок оордук 0 дөн 1 Н го чейин артып барат. Нерсе пружинага асылган убакыттын өзүндө нерсенин пружина асылган асмага таасири болбойт, б.а. нерсенин салмагы 0 гө тең болот. Кыска убакыт ичинде пружина созулуп барат жана нерсенин асмага таасири артып барат, б.а. нерсенин салмагы 0 дөн 1 Н го чейин өзгөрүп барат. Пружина созулуп болгондон соң, б.а. нерсе тең салмактуулукка келгенде салмагы 1 Н го тең болот.

2-тажрыйбада да ушундай абал болуп өтөт.

Турмушта массанын ордуна салмак түшүнүгү көп колдонулат. Мисалы, базарда тараза жардамында товардын массасы өлчөнсө да, товардын салмагы өлчөндү, дейилет. Муну менен каталыкка жол коюлду деп болбойт. Анткени товар тынч абалда, б.а. тең салмактуу абалда таразага тартылат. Болгону, мында оордук Н до эмес, тескерисинче кг же г да эсептелет.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Динамометрге жүк илингенде бир аз убакыттан соң ал тең салмакка келди. Мында динамометр 10 Н ду көрсөттү. 1. Динамометрге илинген жүктүн массасы канча? 2. Тең салмактуу абалда динамометр пружинасынын серпилүү күчү канча болот? 3. Жүктүн салмагычы? 4. Динамометрдин жардамында жүктүн массасын өлчөөгө болобу?

Берилген:
$F_{оор} = 10$ Н;
$g = 9,8$ м/с^2.

Табуу керек:
m = ? $F_{серп}$ - ? $F_{оор}$ = ?

Формуласы:
$F_{оор} = mg; \quad m = \frac{F_{оор}}{g}$.

Чыгарылышы:
$m = \frac{10}{9,8} \approx 1$ кг.

Жообу: 1) $m \approx 1$ кг; 2) $F_{серп} = F_{оор} = 10$ Н; 3) $P = F_{серп} = 10$ Н; 4) Жердин бетинде турган динамометрдин жардамында массаны да өлчөсө болобу? Ал үчүн динамометрдин шкаласы килограмм жана граммдарда шкалаларга бөлүнгөн болушу керек. Өлчөө жараянында пружина тең салмактуу абалда болушу зарыл.

Таяныч түшүнүктөр: оордук күчүнүн асмага таасири, оордук күчүнүн таянычка таасири, нерсенин салмагы.

1. Нерсенин массасы жана салмагы түшүнүктөрүнүн арасында кандай айырма бар? Биз ийиндүү таразада нерсенин массасын өлчөйбүзбү же салмагынбы? Салмактын оордук күчүнөн кандай айырмасы бар?
2. Көтөрүү кранынын тросуна массасы 2 т болгон жүктүү контейнер илинген. Контейнерге аракет этип жаткан күчтү өзүң масштабда график түрүндө сүрөттө.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

М 19

1. Таянычка бекемделген пуржинага 50 г массалуу нерсе асылган. Нерсеге аракет кылган оордук күчү менен пружинанын серпилүү күчү өз ара тең салмактуу болгондо нерсенин салмагы эмнеге барабар болот? Ушул жана кийинки маселелерде g = 10 м/с^2 деп ал.
2. Пружинанын үстүнө орнотулган таянычка 80 г массалуу нерсе коюлган. Тең салмактуу абалда нерсенин салмагы эмнеге барабар болот?
3. Кыймылсыз абалдагы динамометрге 200 г жүк илинди. Тең салмактуулук абалында жүктүн салмагы канча болот? Серпилүү күчүчү?
4. Өз массаңды билип, тынч абалдагы салмагыңды эсепте.

29-§. Ашыкча жүк жана салмаксыздык

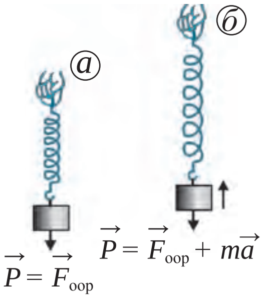
Ашыкча жүк

Пружинага m массалуу нерсени илип, аны тынч абалда кармап туралы. Тең салмактуулук орун алганда нерсенин салмагы:

$$\vec{P} = \vec{F}_{оор} \text{ же } \vec{P} = m\vec{g} \qquad (1)$$

болот (93-*а* сүрөт).

Эгер динамометрди кескин жогоруга көтөрсөк, анын пружинасы созулат. Бир аздан соң, б.а. пружинанын серпилүү күчү нерсенин салмагы менен тең салмакташканда нерсе жогоруга a ылдамдануу менен кыймылга келет (93-*б* сүрөт). Ушул учурда динамометрдин көрсөтүшү артат. Мунун себебин Ньютондун экинчи мыйзамы жардамында түшүндүрүү мүмкүн. Жүк жогоруга a ылдамдануу менен аракеттендирилгенде, пружинага оордук күчүнөн сырткары кошумча ma күч араккет этет. Мында салмактын сандык мааниси оордук күчү жана кошумча күчтүн суммасына тең болот:



93-сүрөт. Нерсенин тынч абалы (*а*) жана жогоруга ылдамдануудагы кыймылы (*б*)

$$\vec{P} = \vec{F}_{оор} + m\vec{a} \quad \text{же} \quad \vec{P} = m\vec{g} + m\vec{a} . \qquad (2)$$

Нерсе жогоруга тик багытта *а* ылдамдануу менен кыймылдаганда анын салмагы артат. Бул өзгөрүү *ашыкча* жүк деп аталат.

(2) жана (1) формулалардагы салмактардын катышы $n = (g + a)/g$ га тең болуп, ашыкча жүктү пайда кылат. Бул формуланын жардамында ашыкча жүктүн санын эсептесе болот. Демек, жүктүн өз астындагы таянычка таасир этип жаткан салмагынын саны оордук күчүнөн сырткары жүктүн ылдамдануусу бар же жоктугуна да байланыштуу экен.

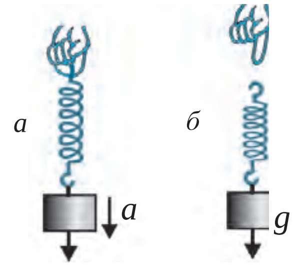
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

94-сүрөт. Лифттин ылдамдануудагы кыймылы

Нерсенин салмагы менен оордук күчүнүн айырмасы нөлдөн айырмалуу болушунун себеби анын ылдамданууга ээ экендигинде.

Турмушта ашыкча жүк пайда болушун көп жолуктурганбыз. Мисалы, тынч абалдагы лифт көтөрүлө баштаганда ал *a* ылдамдануу алат. Мында анын ичиндеги адам лифттин полуна адаттагыдан көбүрөөк күч менен басат (94-сүрөт). Ракета чоң ылдамдануу менен учурулганда, андагы космонавт чоң сандагы ашыкча жүккө чыдашы керек.

Салмаксыздык



$P = F_{оор} - ma$ $\quad$ $P = 0$

95-сүрөт. Нерсенин *a* ылдамдануу (*а*) жана *g* ылдамдануу (*б*) менен ылдыйга түшүшү

Эми пружинаны кескин ылдый кыймылга келтиребиз. Мында анын пружинасы кысылат (95-*а* сүрөт). Дароо пружинанын серпилүү күчү нерсенин салмагы менен тең салмакка келет жана нерсе ылдыйга *a* ылдамдануу менен кыймылдайт. Пружинанын кыскарышы нерсенин салмагынын азайганын көрсөтөт. Мында оордук *ma* га азаят:

$$P = F_{оор} - ma \quad \text{же} \quad P = mg - ma\,.$$

Нерсе ылдыйга тик багытта ылдамдануу менен кыймылдаганда анын салмагы *ma* га азаят.

Тынч абалда турган лифт ылдыйга түшө баштаганда ал *a* ылдамданууга ээ болот. Бул учурда анын ичиндеги адам *ma* га жеңилдешип калат.

Жүк илинген динамометрди коюп жиберсек, динамометр жыйрылып, жүк $a = g$ ылдамдануу менен төмөн карай кыймылдайт. Мында динамометрдин шкаласы ага илинген нерсенин салмагы 0 гө тең экендигин, б.а. салмаксыздык абалын көрсөтөт (95-*б* сүрөт):

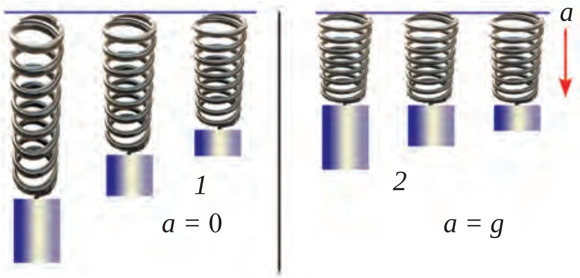
$$P = m\,(g - a) = m\,(g - g) = 0.$$

Нерсенин салмагы – бул Жерге тартылуу себептүү нерсенин ылдамдануусу $a = 0$ болгондогу таянычка же асмага аракет эте турган

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

күч экендигин баса белгилөө керек (96-*а* сүрөт). Эркин түшүп жаткан нерсе ($a = g$ да) болсо таянычка же асмага аракет этпейт, б.а. нерсенин салмагы нөлгө тең болот (95-*б* сүрөт). Анткени мында таяныч да, асма да нерсе менен чогуу түшүп барат. Бирок



96-сүрөт. Ылдамдануу $a = 0$ (1) жана $a = g$ (2) болгондо пружинанын созулушу

оордук күчү нөлгө тең эмес, анткени алар дал ушул күчтүн таасиринде ылдыйга түшүп барышат. Демек, Жер бетине эркин түшүп жаткан нерсе салмаксыз абалда болот. Нерселердин эркин түшүүсүндө ага бир гана оордук күчү – Бүткүл дүйнөлүк тартылуу күчү аракет этет. Космостогу нерселер Жер, Ай, Күн, планеталар, жылдыздар жана башка асман телолору таасиринде болот. Ошондуктан салмаксыздык абалын төмөнкүдөй баяндоо мүмкүн:

Бүткүл дүйнөлүк тартылуу күчүнүн таасиринде гана эркин кыймылдап жаткан ар кандай нерсе салмаксыз абалда болот.

Жердин айланасында орбита бойлоп айланып жүргөн космостук кеме, анын ичиндеги космонавт, эркин түшүү ылдамдануусу менен ылдый түшүп жаткан самолёт салмаксыз абалда болот. Салмаксыздык абалында космонавт кеме ичинде эркин сүзүп жүрөт (97-сүрөт). Бул абалда космонавттын салмагы нөлгө тең болот.

97-сүрөт. Салмаксыздык абалындагы космонавттар

Тез келаткан автомобиль дароо ылдыйга карай жүрө баштаганда салмаксыздык абалын сезебиз. Сейил бактардагы «жүрөктү түшүрүүчү» аттракциондордо ашыкча жүк жана салмаксыздык кубулуштарына күбө болушубуз мүмкүн.

Мында аттракцион катышуучулары жогоруга кескин көтөрүлүү башталаары менен кошумча күч таасир этип жатканын, орундукка көбүрөөк оордук менен басым жасалып жатканын, б.а. ашыкча жүктү сезишет. Ал эми ылдыйга карай кескин түшүүдө болсо эркин түшүүнүн ылдамдануусу менен кыймылдоону баштаары менен катышуучулар салмаксыздыкты сезишет.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Балбан жерде турган 64 кг массалуу ташты силкип көтөрдү. Мында таш 2,7 м/с^2 ылдамдануу алды. Нерсенин оордук күчүн тап. Ташты жерден көтөрүү убагында анын салмагы канча болгон?

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$m = 64$ кг;	$F_{оор} = mg$;	$F_{оор} = 64$ кг $\cdot$ 9,8 м/с$^2 \approx 630$ Н;
$a = 2,7$ м/с^2;	$P = mg + ma$;	$P = 64$ кг $\cdot$ (9,8 + 2,7) м/с$^2 = 800$ Н.
$g = 9,8$ м/с^2.	$P = m(g + a)$.	
Табуу керек:		*Жообу*: $F_{оор} \approx 630$ Н; $P = 800$ Н.
$F_{оор} = ?$ $P = ?$		

Таяныч түшүнүктөр: ашыкча жүк, нерсенин салмаксыздык абалы.

1. Эгерде нерсе горизонталь багытта ылдамдануу менен аракеттенсе, анын салмагы өзгөрөбү?
2. Жерге конуп жаткан космостук кеме тормоздолгондо, космонавттын салмагы кандай өзгөрөт?

М 20

1. Ар биринин массасы 400 г болгон эки китеп кабаттап коюлуп, чогуу 5 м/с^2 ылдамдануу менен жогоруга көтөрүлүп жатат. Ушундай ылдамдануу менен көтөрүлүү учурунда үстүндөгү китеп астындагы китепке кандай салмак менен аракет кылат? Алар ушундай ылдамданууда жогорудан ылдыйга түшүп жаткан болсочу?
2. Массасы 500 кг болгон жүк: а) тик жогоруга; б) горизонталь; с) тик ылдыйга бир калыпта которулууда. Бул абалдардын ар биринде жүккө аракет этүүчү оордук күчү жана анын салмагы эмнеге тең?
3. Массасы 3 кг нерсе ылдамдануу менен жогоруга көтөрүлүп, салмагы 39 Н го жетти. Нерсе кандай ылдамдануу менен көтөрүлгөн?

30-§. ЖЕРДИН ТАРТУУ КҮЧҮ ТААСИРИНДЕ НЕРСЕЛЕРДИН КЫЙМЫЛЫ

Горизонталь багытта ыргытылган нерсенин кыймылы

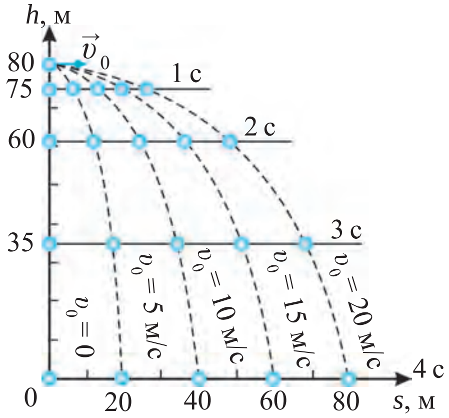
Мылтыктан горизонталь багытта атылган октун, мотору өчүп калган самолёттун же андан ыргытылган нерселердин кыймыл траекториясы кандай болот, алар каерге барып түшөт, деген суроолорго жооп табалы.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Айталы, 80 м бийиктиктеги мунарадан нерсе жерге вертикаль багытта ташталды. Абанын каршылыгы эсепке албаса боло турган даражада кичине жана $g = 10$ м/с^2 деп алсак, $h = gt^2/2$ формула менен нерсе 1 с да 5 м, 2 с да 20 м, 3 с да 45 м, 4 с да 80 м аралыкты басып өтөөрүн көрүү мүмкүн.

Эми нерсе мунарадан v_0 баштапкы ылдамдык менен горизонталдык багытта ыргытылсын (98-сүрөт). Бул кыймылдын натыйжасында ал мунарадан s аралыкка барып түшөт. Горизонталь багытта ыргытылган нерсенин кыймылын талдап, эки кызыктуу натыйжага көңүл бурабыз.



98-сүрөт. Бийиктиктен горизонталь багытта ыргытылган нерсенин кыймылы

Биринчи натыйжа. 80 м бийиктиктен ташталган нерсе 4 с да жерге түшөт. Ушул бийиктиктен 5 м/с, 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с башталгыч ылдамдык менен горизонталдык багытта ыргытылган нерселер да бирдей 4 с да жерге түшөт. Жадагалса, алардын 1 с, 2 с, 3 с дун аягындагы жерден болгон бийиктиктери да бирдей болуп, башталгыч ылдамдыксыз ыргытылган нерседеги сыяктуу болот.

Башталгыч ылдамдыксыз бийиктиктен ыргытылган нерсе Жерге канча убакытта түшсө, ушул бийиктиктен горизонталь багытта ыргытылган нерсе да ошончо убакытта Жерге түшөт.

Экинчи натыйжа. Горизонталдык багытта ыргытылган нерсе каалагандай барабар убакыттар аралыгында мунарадан бирдей аралыкка алыстап барат. Эгерде нерсенин ийри сызыктуу кыймылынын жерге проекциясы түшүрүлсө, анын проекциясы түз сызыктуу бир калыптагы кыймылды туюнтат. Ошондуктан мунаранын астынан нерсенин түшкөн жерине чейинки аралык төмөнкүдөй туюнтулат:

$$s = v_0 t. \qquad (1)$$

Нерсе 98-сүрөттө көрсөтүлгөндөй 80 м бийиктиктеги мунарадан башталгыч ылдамдык менен горизонталь багытта ыргытылган болсо, нерсе ар жолу мунарадан канча аралыкка барып түшөөрүн эсептеп чыгалы. Мында $t = 4$ с деп алып, (1) формуладан s ти табабыз:

1) $v_0 = 5$ м/с да $s = 5$ м/с $\cdot$ 4 с $= 20$ м;

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

2) v_0 = 10 м/с да s = 10 м/с · 4 с = 40 м;
3) v_0 = 15 м/с да s = 15 м/с · 4 с = 60 м;
4) v_0 = 20 м/с да s = 20 м/с · 4 с = 80 м.

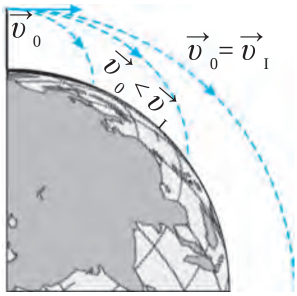
Демек, горизонталь ыргытылган нерсе эки түрдүү кыймылда катышат, б.а. горизонталь багытта түз сызыктуу туруктуу ылдамдыктагы кыймылын улантат жана Жердин тартуу күчү таасиринде вертикаль багытта өзгөрмөлүү ылдамдыктагы эркин түшүү ылдамдануусу менен ылдыйга эркин түшөт.

Бир эле учурда горизонталь да, вертикаль да кыймыл жасап жаткан нерсенин жыйынтык ылдамдыгы векторлордун суммасы түрүндө төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\vec{v} = \vec{v}_г + \vec{v}_в .$$

Мында $v_г$ – нерсенин горизонталь багыттагы ылдамдыгы; $v_в$ – нерсенин вертикаль багыттагы ылдамдыгы.

Биринчи космостук ылдамдык



99-сүрөт. Биринчи космостук ылдамдыкка жетишүү

Биз горизонталь багытта ыргытылган нерсенин кыймылын караганыбызда Жердин бетин тегиз деп алдык. Чындыгында, Жер шар сымал формага ээ. Жерден h бийиктиктеги нерсени v ылдамдыкта горизонталь багытта ыргытсак, ал оордук күчү таасиринде эртеби-кечпи жерге кайтып түшөт. Нерсенин башталгыч ылдамдыгы канча чоң болсо, ал Жердин бетин бойлой ошончо алыска барып түшөт. Эгерде горизонталь багытта ыргытылган нерсенин ылдамдыгы өтө чоң болсо, Жер бетинин сфера түрүндөлүгүн эсепке алышыбыз керек болот. Нерсенин ылдамдыгы белгилүү бир мааниге жеткенде, ал жерге жакындашуунун ордуна, андан алыстай баштайт (99-сүрөт). Натыйжада мындай ылдамдыктагы нерсе Жерге кайтып түшпөйт жана ал белгилүү бир орбитаны (айлана траектория) бойлоп v_1 ылдамдыктагы Жер шарын айланып жүрөт. Мындай нерсе **Жердин жасалма жолдошу** деп аталат.

Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамынын формуласы Жердин бетинде гана эмес, Жер бетинен h бийиктиктеги эркин түшүү ылдамдануусунун маанисин да эсептөөгө шарт түзөт:

$$g_h = G\frac{M}{(r+h)^2} . \qquad (2)$$

Демек, бийиктик h чоңоюшу менен эркин түшүү ылдамдануусу азаят

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

экен. Бизге белгилүү болгондой, айлануу кыймылында нерсенин борборго умтулуучу ылдамдануусу $a = \upsilon^2/r$ ге тең. Эгерде Жер бетине жакын жерде горизонталь атылган нерсе r радиустуу Жерди υ_I менен айланса, a нын ордуна g эркин түшүү ылдамдануусун алуу мүмкүн. Анда:

$$\upsilon_1^2 = gr. \qquad (3)$$

Эркин түшүүнүн ылдамдануусу g = 9,8 м/с^2 жана Жердин радиусу $r = 6{,}4 \cdot 10^6$ м экендигинен, (3) формуладагы ылдамдык υ_1 ди тапса болот:

$$\upsilon_1 \approx 7{,}9 \cdot 10^3 \text{ м/с} \ \text{ же } \ \boxed{\upsilon_1 \approx 7{,}9 \text{ км/с.}} \qquad (4)$$

Жер бетине жакын горизонталь багытта 7,9 км/с ылдамдыкта атылган нерсе Жер шарын айлана боюнча айланат. Ылдамдыктын бул мааниси *биринчи космостук ылдамдык* деп аталат.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Бала бийик аскадан туруп көлгө горизонталь багытта 15 м/с ылдамдыкта таш атты. 2 с дан соң таш сууга барып түштү. Көл бетинен бала турган асканын бийиктигин тап. Таш кандай аралыкка барып түшкөн? Ташты атканда баланын колу аскадан 1 м бийиктикте экенин эсепке ал.

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$\upsilon_0 = 15$ м/с;	$h = \dfrac{gt^2}{2}$;	$h = \dfrac{10 \cdot 2^2}{2}$ м $= 20$ м;
$t = 2$ с; $h_0 = 1$ м;	$h_1 = h - h_0$;	$h_1 = (20 - 1)$ м $= 19$ м;
$g = 10$ м/с^2.		
Табуу керек:	$s = \upsilon_0 t$.	$s = 15$ м/с $\cdot$ 2 с $= 30$ м.
h_1 = ? s = ?		*Жообу*: $h_1 = 19$ м; $s = 30$ м.

Таяныч түшүнүктөр: горизонталь ыргытылган нерсенин кыймылы, биринчи космостук ылдамдык.

1. Төмөнкүлөр үчүн эркин түшүү ылдамдануусун эсептеп тап: Жер (R = 6400 км, g_0 = 9,8 м/с^2), Марс (R = 3400 км, g_0 = 3,6 м/с^2), Венера (R = 6000 км, g_0 = 8,4 м/с^2), Ай (R = 1760 км, g_0 = 1,7 м/с^2).
2. Массасы жана радиусу Жердин массасы жана радиусунан 2 эсе чоң болгон планета үчүн биринчи космостук ылдамдыкты тап.

М 21

1. Нерсе мунарадан горизонталь багытта 8 м/с ылдамдык менен атылды. Ал 3 секунддан кийин жерге барып түштү. Мунаранын бийиктигин тап. Нерсе

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

мунарадан канчалык алыска барып жерге түшкөн? Бул жана кийинки маселелерде $g = 10$ м/с^2 деп ал.

2. Нерсе мунарадан горизонталь багытта 12 м/с баштылгыч ылдамдык менен атылды жана 60 м алыска барып түштү. Нерсенин Жерге түшүү убактысын жана мунаранын бийиктигин тап.
3. Автомобиль 80 км/саат, самолёт 900 км/саат ылдамдык менен кыймылдайт. Алардын ар биринин ылдамдыгы биринчи космостук ылдамдыктан канча эсе аз?

31-§. ЖЕРДИН ЖАСАЛМА ЖОЛДОШТОРУ

Ракетанын Жерди айланышы үчүн зарыл болгон ылдамдык

Эгерде ракета бир нече километр бийиктикте биринчи космостук ылдамдык менен учса, абанын каршылыгы жана сүрүлүүсү себеп кызып, күйүп кетет. Абасыз боштукта гана ракета ушундай ылдамдыкта уча алат. Жерден бир нече жүз километр бийиктиктеги чөйрөнү дээрлик абасыз деш мүмкүн. Ошондуктан космоско учурулган ракеталар ушундай бийиктикте учуп жүрөт. Ракета, мисалы, h = 300 км бийиктикте Жерди айланып учушу үчүн биринчи космостук ылдамдык канча болушу керек?

Биринчи космостук ылдамдыктын $\upsilon_I^2 = gr$ формуласындагы r дин ордуна $r + h$ аралык коюлат. Жерден бийиктикке көтөрүлгөн сайын эркин түшүү ылдамдануусу g нын мааниси азайып барат. Жерден 300 км бийиктикте эркин түшүүнүн ылдамдануусу g = 9,0 м/с^2 болот. Эсептөөлөргө караганда, 300 км бийиктикте Жерди айланып учуу үчүн анын ылдамдыгы 7,7 км/с болушу керек.

Адамзат тарабынан жаратылып, мейкиндикке учурулган жана жасалма түрдө Жердин жолдошуна айландырылган ракета, космостук кемелер Жердин жасалма жолдошу деп аталат.

Ракета Жердин жасалма жолдошуна айлануусу үчүн жок дегенде 300 км бийиктикке алып чыгылып, жок дегенде 7,7 км/с ылдамдык берилет.

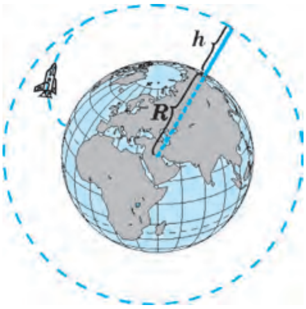
Жасалма жолдошту учуруу үчүн аны алып чыгуучу-ракетанын жардамында керектүү бийиктикке чыгарылат. Белгилүү бир убакытта ракетанын ылдамдыгы биринчи космостук ылдамдыкка чейин өрчүтүп барылат жана багыты горизонталь абалга өтүп барат (100-сүрөт).

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Космостун өздөштүрүлүшү

Адамзаттын тарыхында биринчи жолу 1957-жылы 4-октябрда 83 кг массалуу нерсе кубаттуу алып чыгуучу-ракетанын жардамында зарыл бийиктикке чыгарылып, ага биринчи космостук ылдамдык берүүгө жетишилген. Шар формасындагы бул нерсе Жердин тегерегинде орбита боюнча айлана баштаган, б.а. жасалма жолдошко айланган. 1961-жыл 12-апрелде биринчи жолу адам космоско учурулду. Жерден көтөрүлүп, жасалма жолдошко айландырылган «Восток» космостук кемесинде **Юрий Гагарин** планетабызды бир тегеренип, Жерге эсен-аман кайтып келди. Ушул доордон баштап космосту өздөштүрүү жана кең көлөмдө үйрөнүү башталып кетти. Жүздөгөн космонавт жана астронавттар космостук кемелерде Жердин тегерегин орбита боюнча айланып, түрдүү изилдөөлөрдү жүргүзүштү.



100-сүрөт. Ракетанын h бийиктикте орбита бойлоп кыймыл траекториясы

Космосту өздөштүрүүдө дагы бир улуу жеңиш – 1969-жыл 21-июнда астронавттар Н. Армстронг жана Э. Олдрин башкарган космостук кеме Айга жумшак конду, инсан биринчи болуп Айга кадам койду. Космосту өздөштүрүүдө өлкөбүздө туулуп-өскөн космонавттар татыктуу салым кошушкан. Ташкент областынын Искандар айылында төрөлгөн учуучу-космонавт Владимир Жаныбеков 5 жолу (1978, 1981, 1982, 1984, 1985-жылдарда) космоско учуп, орбита бойлоп жалпысынан 145 күн болгон. Ушул мезгилде эки жолу ачык космоско чыгып, космостук аппараттын сырткы бөлүгүн ремонттоодо катышкан. Космонавтика тармагындагы улуу кызматтары үчүн эки жолу Баатыр деген наамга татыктуу болгон (1978 жана 1981-жылдар) 1985-жылда авиациянын генерал-майору деген аскердик наам берилген. Өзбекстандык учуучу-космонавтка Ташкентте бюст орнотулган.

Космонавт Владимир Жанибеков

Космонавт Салижан Шарипов

1998-жыл 22-январда эл аралык экипаждын курамында Кыргызстандын Ош аймагында төрөлгөн өзбек жигити **Салижан Шарипов** АКШ нын космостук кемесинде космоско учту. 2004-жылда

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

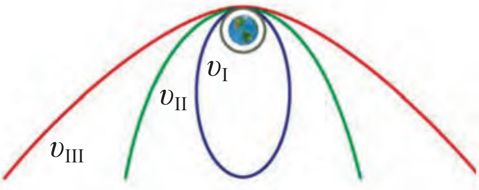
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

С. Шарипов экинчи жолу космоско жол алды. Бул сапар ал Россиянын космостук кемесинде учуп, узак убакыт бою космосто изилдөө иштерин алып барууда катышты.

101-сүрөт. Жердин жасалма жолдошторунан пайдалануу

Азыр космонавтика өтө өнүккөн. Жердин айланасында түрдүү мамлекеттердин көптөгөн Жерден башкарыла турган жасалма жолдоштору учуп жүрөт. Алардын жардамында космосту изилдөө менен бирге, Жер жүзүнүн аба-ырайы, Жердеги түрдүү жараяндар үзгүлтүксүз үйрөнүп барылат. Телекөрсөтүү жана радиоберүүлөрдү, уюлдук телефон байланыштарын Жер жүзү бойлоп узатуу да жасалма жолдоштор аркылуу ишке ашырылат. Күн системасынын бардык планеталарына Жерден башкарылуучу ракеталар учурулган. Алар планеталардан түрдүү маалыматтарды Жерге узатып турушат.

Биз өткөн темаларда биринчи космостук ылдамдыкты жана анын сандык маанисин билип алдык. Ылдамдык артып барган сайын кыймыл орбитасы да өзгөрүп барып, айлана бойлоп учуп жаткан жолдош эллипс, кийин парабола деп аталуучу траекторияларда аракеттене баштайт (102-сүрөт). Эсептөөлөр боюнча, жасалма жолдоштун ылдамдыгы υ_{II} = 11,2 км/с га жетсе, ал Жер орбитасынан чыгып кетет жана Күндүн айланасында орбита бойлоп уча баштайт. Мында ал Күндүн жасалма жолдошуна айланып калат. Ылдамдыктын бул чеги **экинчи космостук ылдамдык** деп аталат. Эгерде ракета Жердин Күндү айлануу орбитасы боюнча кыймылы багытында υ_{III} = 16,7 км/с ылдамдык менен учурулса, ракета 3-космостук ылдамдыкка жетет жана ал Күн системасынан чыгып кетет. Ылдамдыктын бул чеги **үчүнчү космостук ылдамдык** деп аталат.



102-сүрөт. Космостук ылдамдыктар

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Таяныч түшүнүктөр: ракета, жасалма жолдош, космос, космостук кеме, экинчи космостук ылдамдык, үчүнчү космостук ылдамдык.

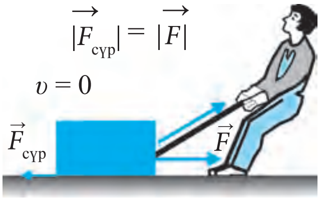
1. Космонавт космостук кемеден сыртка чыкса, салмаксыз абалда болобу?
2. Жердин жасалма жолдошунун кыймылын бир калыпта ылдамдатылган кыймыл десе болобу?

M 22

1. Массалары 1200 кг дан болгон эки автомобилдин массаларынын борборлорунун арасындагы аралык 5 см ге барабар. Автомобилдер бири-бирин кандай күчтөр менен тартышат?
2. Бири-биринен 50 м аралыкта турган 8000 т жана 12500 т массалуу эки кеменин өз ара тартышуу күчүнүн чоңдугун тап.
3. 99-бетте келтирилген маалыматтардан пайдаланып, Күн менен Жердин ортосундагы тартылуу күчүн тап.
4. Массасы 100 т болгон үй Жерге кандай күч менен тартылат? Үйдүн салмагы канчага тең?
5. Жер бетинде тынч турган жүк машинасынын салмагы 100 кН го тең. Жүк машинасынын массасын тап.
6. Жердин бетинде турган 1 кг массалуу нерсенин оордук күчү канчага тең?
7. Лифт 5 м/с^2 ылдамдануу менен жогоруга чыга баштады. Ушул учурда лифттеги 45 кг массалуу баланын салмагы канчага барабар болот?
8. Лифт 2,5 м/с^2 ылдамдануу менен ылдыйга түшө баштады. Ушул учурда лифттеги 90 кг массалуу баланын салмагы канчага барабар болот?
9. Жер бетинен кандай бийиктикте 1-космостук ылдамдык 6 км/с га тең болот?

32-§. СҮРҮЛҮҮ КҮЧҮ. ТЫНЧ АБАЛДАГЫ СҮРҮЛҮҮ

Сүрүлүү күчү



103-сүрөт. Сүрүлүү күчүнүн пайда болушу

Тез бараткан автомобилди токтотуу үчүн тормоз басылат. Жогорудан тайгаланып түшүп жаткан чана жолдун горизонталь бөлүгүндө бир аз тайып барып токтойт. Бул кубулуштарда ылдамдыктын өзгөрүшү, б.а. азайышы күзөтүлүп жатат. Белгилүү болгондой, ар кандай ылдамдыктын өзгөрүшүнүн себепчиси күч эсептелет. Эми механикада үйрөнүлө турган дагы бир күч – сүрүлүү күчү жөнүндө сүйлөшөбүз. Жерде турган жүктү сүйрөө үчүн ага кыймыл багытында F күч менен аракет этүү керек (103-сүрөт). Мында жүктүн кыймылына каршылык кылуучу жана кыймыл багытына карама-каршы багытталган $F_{сүр}$ күч пайда болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Нерсенин башка нерсенин бетиндеги кыймылында пайда боло турган жана кыймылга каршы багытталган күч сүрүлүү күчү деп аталат.

104-сүрөт. Шкивде сүрүлүүнүн пайда болушу

Сүрүлүү эч кандай кыймылды келтирип чыгарбайт. Бирок эмне үчүн ал күч деп аталат, деген суроо туулат. Буга себеп, сүрүлүү күчү кыймылды акырындатат. Демек, күч кыймылды гана пайда кылбастан, аны акырындатышы да мүмкүн экен. Столдун үстүндө кабатталып турган китептерди сүрүү үчүн күч менен аракет этип, сүрүлүү күчүн жеңишибиз керек. Автомобилге тормоз берилсе, анда ал бат эле токтойт. Тасмалуу узатма да сүрүлүү себеп шкивдерди айландырат (104-сүрөт).

Сүрүлүү күчүнүн пайда болушунун биринчи себеби — бири-бирине тийип туруучу нерселердин бетинин бодуракайлыгы болуп саналат.

105-сүрөт. Түрдүү нерселердин бетинин лупада көрүнүшү

Жадагалса өтө жылмалангандай көрүнгөндөй нерселердин беттеринде да бүртүктөрү бар. Абдан жылмакай нерселердин бети лупада каралса анын бодуракайлыгы көрүнөт (105-сүрөт).

Бир нерсе экинчи нерсенин бетинде тайгаланганда же тоголонгондо, бул бүртүктөр бири-бирине сүрүлүп, кыймылдоосуна тоскоолдук кылуучу күчтү пайда кылат.

Сүрүлүү күчүнүн пайда болушунун экинчи себеби бири-бирине тийишип туруучу нерселердин молекулаларынын өз ара тартылышуусу болот.

Эгерде нерселердин беттери жакшылап жылмакайланган болсо, нерселер бири-бирине тийгенде алардын бетиндеги молекулалар бири-бирине өтө жакын болот. Мында бири-бирине тийип турган нерсенин молекулаларынын арасында тартылуу күчтөрү сезиле баштайт.

Нерселердин бири-бирине сүрүлүү кубулуштарын үч түргө бөлүү мүмкүн: ***тынч абалдагы сүрүлүү, тайгаланып сүрүлүү*** жана ***тоголонуп сүрүлүү.***

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Тынч абалдагы сүрүлүү

Нерсе салыштырмалуу тынч абалда турганда сүрүлүү күчү аны бир жерде кармап турат жана ал нерсенин ордунан козголушуна тоскоолдук кылат. Бул күч тынч абалдагы сүрүлүү күчү болот.

106-сүрөт. Транспортёрдо жүктү жогоруга чыгаруу

Транспортёрдун жардамында жүктөрдү жантык тегиздик боюнча жогоруга алып чыгуу мүмкүн. Мында жүктүн бети менен транспортёрдун тасмасынын бети арасындагы тынч абалдагы сүрүлүү күчү жүктү кармап турат (106-сүрөт). Эгерде бул күч болбогондо, жүк тайгаланып ылдыйга түшүп кетмек.

Бөлмөдөгү стол-стулдар, шкафтар жана башка буюмдар тынч абалдагы сүрүлүү күчүнүн натыйжасында полдо кыймылсыз турушат. Эгерде сүрүлүү күчү болбогондо, аларды түртүп жиберээрибиз менен бөлмөнүн ичинде тайгалануу менен кыймылга келип жүрмөк.

Пол үстүндө турган жүктү горизонталь багытта кыймылга келтирүү же козголтуу үчүн ага тынч абалдагы сүрүлүү күчүнө барабар жана карама-каршы багытталган күч менен аракет кылышыбыз керек.

107-сүрөт. Жүргөндө сүрүлүүнүн пайда болушу

Жүргөнүбүздө бут кийимибиздин астыңкы бети жер бети менен тынч абалдагы сүрүлүү күчүн пайда кылат. Сүрүлүү күчү болбогондо биз басып жүрө албайт болчубуз, муздун үстүндө жүргөндөй тайгаланып кетмекпиз. Биз жерди артка F күчү менен түртөбүз. Сүрүлүү күчү $F_{сүр}$ болсо кыймыл багытыбызда болуп, сан жагынан F күчкө барабар (107-сүрөт).

Жүргөнүбүздө жерди артка түртүшүбүздү түшүнүү үчүн спортчулар машыга турган роликтүү тасманы мисал кылуу мүмкүн (108-сүрөт). Мында спортчу алдыга жүгүрмөкчү болсо, тасма артка кыймылдайт.

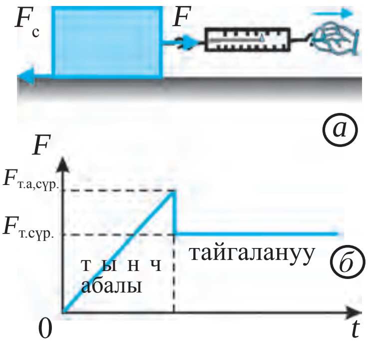
108-сүрөт. Сүрүлүү себеп тасманын артка кыймылы

Сүрүлүү күчү $F_{т.а.сүр}$ аракет этип жаткан күч F ке пропорциялуу түрдө өзгөрөт: $F_{т.а.сүр} = kF$. Мында k – сүрүлүү коэффициенти. Анын мааниси бири-бирине сүрүлгөн нерселердин материалына, беттеринин жылмакайлыгына жана башкаларга көз каранды.

Турмушта сүрүлүү кээ бир учурларда пайдалуу болсо, кээ бир учурларда зыяндуу болот. Миса-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



109-сүрөт. Тынч абалдагы жана тайгаланып сүрүлүүнүн пайда болушу (*а*) жана алардын графиги (*б*)

лы, кышта муздуу жолдо бараткан автомобиль дөңгөлөктөрү менен муздун арасындагы сүрүлүүнү арттыруу керек болсо, коньки менен муздун арасындагы сүрүлүүнү азайтуу керек болот.

Зарылчылыкка карап сүрүлүүнү азайтуу же арттыруу мүмкүн. Ал үчүн баштап сүрүлүү коэффициентин өлчөө зарылдыгы келип чыгат. Тынч абалдагы сүрүлүү күчүн өлчөө мүмкүн. Эгер тактайды (нерсени) горизонталдык бетке коюп, динамометр менен тартсак, нерсе ордунан козголбосо да, динамометрдин көрсөткүчү артып барат жана белгилүү бир максималдуу $F = F_{т.а.сүр.}$ мааниге жеткенде нерсе ордунан козголот (109-*а* сүрөт). Мында $F_{т.а.сүр}$ – тынч абалдагы сүрүлүү күчү.

Нерсенин тынч абалдан кыймылга келүү мезгилиндеги сүрүлүү күчү *тынч абалдагы сүрүлүү күчү* деп аталат.

Таяныч түшүнүктөр: сүрүлүү күчү, тынч абалдагы сүрүлүү, тынч абалдагы сүрүлүү күчү.

1. Эмне үчүн кээ бир жүк машиналарынын арткы дөңгөлөктөрүнө чынжыр байланат?
2. Эмне үчүн тирүү балыкты колдо кармап туруу кыйын?
3. Эмне үчүн усталар деталдарга шурупту буроодон мурда ага самын сүртүшөт?
4. Сүрүлүү качан пайдалуу, ал эми качан зыяндуу экендигине мисалдар келтир.

33-§. ТАЙГАЛАНЫП СҮРҮЛҮҮ. ТОГОЛОНУП СҮРҮЛҮҮ

Тайгаланып сүрүлүү

Бир нерсенин үстүндө башка нерсе тайгаланганда пайда болгон сүрүлүү тайгаланып сүрүлүү деп аталат.

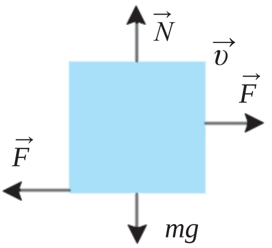
Мисалы, столдун үстүндөгү китепти сүргөндө тайгаланып сүрүлүү пайда болот. 109-*а* сүрөттө көрсөтүлгөн нерсени динамометрдин

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

жардамында тартып ордунан козгойбуз. Нерсе ордунан козголгон мезгилде динамометрдин көрсөтүшү кескин азаят. Динамометрди тартуу аркылуу нерсени бир калыпта кыймылдатсак, динамометрдин көрсөтүшү өзгөрбөй калат. Динамометрдин көрсөтүшүнүн ушул өзгөрбөс мааниси $F_{т.сүр}$ тайгаланып сүрүлүү күчүнө барабар болот. Демек тайгаланып сүрүлүү күчү тынч абалдагы сүрүлүү күчүнөн кичине болот (109-*б* сүрөт).

Эгерде тайгаланып жаткан нерсенин үстүнө жүк койсок, өлчөнүп жаткан сүрүлүү күчү артат. Тажрыйба көрсөткөндөй, горизонталь багытта бир калыптагы кыймылдагы нерсеге таасир этүүчү *F* күч нерсенин салмагы *P* = *mg* га түз пропорциялаш. Ньютондун үчүнчү мыйзамына ылайык, нерсе сүрүлүп жаткан бетке кандай күч менен аракет этсе, бул бет да нерсеге ошондой күч менен каршы аракет этет (110-сүрөт). Тайгаланып сүрүлүү күчү $F_{т.сүр}$ нерсеге таасир этүүчү күч *F* ке сан жагынан тең болот. Каршы аракет күчү таянычтын ***реакция күчү* – *N*** деп аталат. Бул күч дайыма бетке перпендикуляр багытталган болот. Демек, тайгаланып сүрүлүү күчү – $F_{т.сүр}$ нерсенин реакция күчү – ***N*** ге түз пропорциялаш болот:



110-сүрөт. Тайгаланып сүрүлүүдө вектордук чоңдуктардын багыты

$$F_{т.сүр} = \mu N \quad \text{же} \quad F_{т.сүр} = \mu mg, \qquad (1)$$

мында μ (мю) – тайгаланып сүрүлүү коэффициенти болуп, анын мааниси бири-бирине сүрүлүүчү нерселердин материалына, беттеринин жылмакайлыгына жана башкаларга көз каранды. Тайгаланып сүрүлүү коэффициентин (1) формуладан табабыз:

$$\mu = \frac{F_{т.сүр}}{H} \quad \text{же} \quad \mu = \frac{F_{т.сүр}}{mg}. \qquad (2)$$

Кээ бир жуп материалдар үчүн тайгаланып сүрүлүү коэффициенти 3-жадыбалда келтирилген.

3-жадыбал

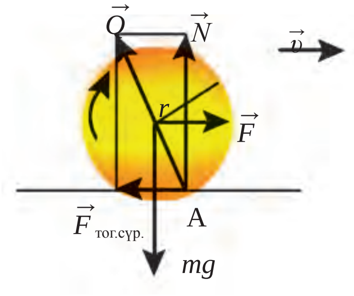
№	Материалдар	μ	№	Материалдар	μ
1	Жез менен муз	0,02	5	Бронза менен чоюн	0,2
2	Болот менен муз	0,04	6	Жыгач менен жыгач	0,4
3	Болот менен болот	0,12	7	Кайыш менен чоюн	0,6
4	Болот менен бронза	0,15	8	Резина менен бетон	0,75

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Тоголонуп сүрүлүү

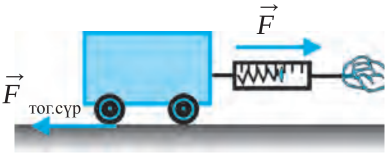
Бир нерсе экинчи нерсенин үстүндө тайгаланбай тоголонсо, мында пайда болгон сүрүлүү тоголонуп сүрүлүү деп аталат.



111-сүрөт. Тоголонуп сүрүлүүдө векторлордун багыты

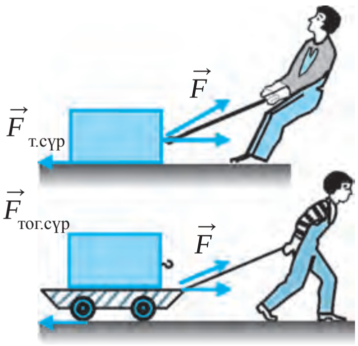
Дөңгөлөктөр айланганда, бочка же тоголок жыгачтар тоголонгондо тоголонуп сүрүлүү пайда болот. Тоголонуп сүрүлүүнүн пайда болушунун негизги себеби дөңгөлөк тийип турган бетке оордук күчүнүн таасиринде пайда болгон деформация эсептелет. Дөңгөлөктүн бети жана ал тоголонуп жаткан бет канчалык катуу болсо, дөңгөлөк ошончо аз деформацияланат жана тоголонуп сүрүлүү күчү $F_{тог.сүр.}$ ошончо кичине болот (111-сүрөт). Ошондуктан темир жолдун рельстеринде сүрүлүү күчү өтө кичине болот.

Ар кандай нерсенин тоголонуп сүрүлүү күчүн өлчөө мүмкүн. Ал үчүн арабача динамометр менен бир калыпта тартылат. Мында тоголонуп сүрүлүү күчү $F_{тог.сүр.}$ нүн мааниси динамометр көрсөткөн F күчүнүн маанисине барабар болот (112-сүрөт). Бул күчтүн мааниси 4 кө бөлүнсө, арабачадагы ар бир дөңгөлөктүн тоголонуп сүрүлүү күчү анык болот.



112-сүрөт. Тоголонуп сүрүлүү күчүн аныктоо

Тоголонуп сүрүлүү күчү $F_{тог.сүр.}$ тайгаланып сүрүлүү күчү $F_{т.сүр.}$ нөн кичине болот (113-сүрөт). Ошон үчүн да байыртадан адамдар оор жүктөрдү бир жерден башка жерге которууда тоголок жыгачтардан пайдаланышкан. Дөңгөлөк ойлоп табылгандан кийин болсо андан пайдаланышкан. Дөңгөлөктүн ойлоп табылышы адамзаттын улуу ачылыштарынан бири болуп саналат. Тажрыйбалар көрсөткөндөй, тоголонуп сүрүлүү күчү $F_{тог.сүр.}$ нерсенин салмагы P га түз пропорциялаш, тоголонуп жаткан нерсенин радиусу r ге тескери пропорциялаш болот, башкача айтканда:



113-сүрөт. Тайгаланып (*а*) жана тоголонуп (*б*) сүрүлүүнү салыштыруу

$$F_{тог.сүр} = \mu_{тог} \frac{P}{r} \qquad (3)$$

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

тоголонуп сүрүлүү коэффициенти. Анын мааниси бири-бирине сүрүлүүчү нерселердин материалына, беттеринин жылмалыгына жана башкаларга көз каранды. $\mu_{тог}$ дун мааниси болот менен болот үчүн 0,2 ге, автомобиль дөңгөлөгү резинасы менен асфальт үчүн 2 ге тең. Жыгач тактайдын полго сүрүлүү күчүн өлчөө үчүн жыгачка динамометрди улайбыз. Динамометрди горизонталь абалда кармап, жыгачты полго салыштырмалуу бир калыпта тартабыз. Нерсе бир калыпта аракеттене баштаганда динамометрдин көрсөткүчү сүрүлүү күчүн көрсөтөт. Жыгачтын бир калыптагы кыймылы аракет этүүчү күч менен сүрүлүү күчү бири-бирине барабар экендигин көрсөтөт. Болгону бул күчтөр карама-каршы багытталган болот. Эгерде жыгачтын үстүнө жүк койсок, жүксүз абалдагыга караганда көбүрөөк сүрүлүү пайда болгонун көрөбүз. (2) формуладан тоголонуп сүрүлүү коэффициентин табалы:

$$\mu_{тог} = F_{тог.сүр}\frac{r}{P} \quad \text{же} \quad \mu_{тог} = F_{тог.сүр}\frac{r}{mg}. \qquad (4)$$

Демек, тоголонуп жаткан нерсенин радиусу канча чоң болсо, тоголонуп сүрүлүү коэффициенти да ошончо чоң болот экен.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

2 т массалуу автомобилдин дөңгөлөктөрү менен асфальттын арасындагы тоголонуп сүрүлүү күчүн тап. Дөңгөлөктүн диаметри 1 м, резина менен асфальт арасындагы тоголонуп сүрүлүү коэффициенти 2 ге тең. g = 10 м/с^2 деп ал.

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
m = 2 т = 2 000 кг;	$P = mg$;	P = 2000 кг · 10 м/с^2 = 20 000 Н;
$\mu_{тог}$ = 2 мм = 0,002 м;	$r = \frac{D}{2}$;	$r = \frac{1}{2}$ м = 0,5 м;
D = 1 м; g = 10 м/с^2.	$F_{тог.сүр} = \mu_{тог}\frac{P}{r}$	$F_{тог.сүр} = 0{,}002\ \text{м} \cdot \frac{20\,000\ \text{Н}}{0{,}5\ \text{м}} = 80$ Н.
Табуу керек:		
$F_{тог.сүр}$ = ?		*Жообу*: $F_{тог.сүр}$ = 80 Н.

Таяныч түшүнүктөр: тайгаланып сүрүлүү, тайгаланып сүрүлүү күчү, тайгаланып сүрүлүү коэффициенти, тоголонуп сүрүлүү, тоголонуп сүрүлүү күчү, тоголонуп сүрүлүү коэффициенти.

1. Тоголонуп сүрүлүү күчүн түшүндүрүп бер. Анын формуласы кандай туюнтулат?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

2. Айлананда учурай турган тайгаланып сүрүлүү жана тоголонуп сүрүлүүгө мисалдар келтир.

1. Горизонталь абалдагы жыгач тактайдын бетинде жыгачтан жасалган 5 кг массалуу тактай бир калыпта тайгаланууда. Мында пайда болгон тайгаланып сүрүлүү күчүн тап (Бул жана кийинки маселелерде g = 10 м/с^2, сүрүлүү коэффициентинин маанисин темадагы жадыбалдан жана тексттен ал).
2. Горизонталь абалдагы болоттун бетинде болоттон жасалган 10 кг массалуу нерсе горизонталь багытта күч менен бир калыпта тартып тайгаландырылууда. Мында нерсе кандай күч менен тартылууда?
3. Горизонталь абалдагы болоттун бетинде радиусу 10 см, массасы 3 кг болгон болот диск бир калыпта тоголонууда. Мында пайда болгон тоголонуп сүрүлүү күчүн тап.
4. 3-маселеде берилген диск капталы менен горизонталь абалдагы болоттун бети боюнча бир калыпта тайгаланууда. Тайгаланып сүрүлүү күчүн тап, аны 3-маселедеги тоголонуп сүрүлүү күчү менен салыштыр жана жыйынтык чыгар.

34-§. ТАЙГАЛАНЫП СҮРҮЛҮҮ КОЭФФИЦИЕНТИН АНЫКТОО

(3-лабораториялык иш)

Иштин максаты: жыгач сызгычтын үстүндө тайгаланып жаткан тактайдын сүрүлүү коэффициентин аныктоонун жардамында тайгаланып сүрүлүүгө тиешелүү билимдерди бышыктоо.

Керектүү жабдуулар: узун жыгач сызгыч, илгичи бар тактай, динамометр, тараза жана тараза таштары.

Иштин аткаруунун тартиби

1. Таразанын жардамында тактайдын массасын өлчө жана 4-жадыбалга жаз.

2. $P = mg$ формуладан пайдаланып, тактайдын салмагын тап.

3. Тактайга динамометрди илип, аны сызгыч бойлоп бир калыпта сүйрө жана динамометрдин көрсөтүшүн $F_{т.сүр}$ тайгаланып сүрүлүү күчүнө тең деп алып, аны жадыбалга жаз.

4. 121-беттеги (4) формуладан пайдаланып, тайгаланып сүрүлүү коэффициентин эсепте.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

5. Тактайдын үстүнө баштап 100 г дуу, кийин 200 г дуу тараза таштарын коюп, тажрыйбаны кайтала. Алар үчүн да тайгаланып сүрүлүү күчүн тап. Натыйжаларды жадыбалга жаз.

6. $\mu_{орт} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)/3$ формуладан пайдаланып, тайгаланып сүрүлүү коэффициентинин орточо маанисин эсепте жана натыйжаны жадыбалга жаз.

4-жадыбал

№	m, кг	P, Н	$F_{т.сүр}$, Н	μ	$\mu_{орт}$
1.					
2.					
3.					

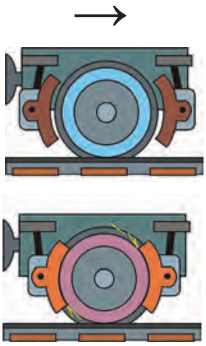
7. Абсолюттук жана салыштырма каталыктарды тап.

8. Лабораториялык иштин натыйжасын талда жана жыйынтык чыгар.

35-§. ТАБИЯТТА ЖАНА ТЕХНИКАДА СҮРҮЛҮҮ

Сүрүлүүнүн мааниси

Табиятта жана техникада сүрүлүү чоң мааниге ээ. Сүрүлүү пайдалуу же зыяндуу болушу мүмкүн. Сүрүлүү пайдалуу болгондо аны көбөйтүүгө, ал эми зыяндуу болгондо азайтууга аракет кылынат.



114-сүрөт. Вагондун дөңгөлөгүнүн тормоздолушу

Сүрүлүү болбогондо эмне болорун ойлоп көрөлү. Сүрүлүү болбогондо адамдар да, жаныбарлар да жерде жүрө алмак эмес. Жүрүп жатканыбызда буттарыбыз менен жерден түртүлөбүз. Сүрүлүү аз болгон муз үстүндө жүрүү кыйындыгын билесиңер. Сүрүлүү болбогондо буюмдар колубузга илешпей түшүп кеткен болор эле.

Вагондун дөңгөлөктөрүн айлануудан токтотуу үчүн сүрүлүү күчүнөн пайдаланылат (114-сүрөт). Автомобилге тормоз берилгенде сүрүлүү күчү аны токтотот. Тынч абалдагы сүрүлүү болбосо ал кыймылдай албайт эле, дөңгөктөр айлана берип, автомобиль болсо ордунда тура бермек. Сүрүлүүнү көбөйтүү үчүн автомобилдин шиналарынын бетин тиштүү кылып жасашат (115-сүрөт).

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

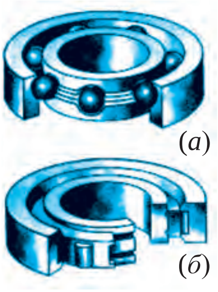
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

115-сүрөт. Автомобиль шинасынын сырты

Тынч абалдагы сүрүлүү күчү полдо турган стол-стул жана шкафтарды кармап турат, тактайга кагылган мыкты кармап турат, байланган аркандын чечилип кетишине жол койбойт.

Өсүмдүк жана жаныбарларда ар түрдүү органдары сүрүлүү натыйжасында тутуп калуу милдетин аткарат. Мисалы, өсүмдүктөрдүн чырмооктору, пилдин тумшугу, сойлоп жүрүүчү айбандардын куйругу бодурлуу бетке ээ болот.

Зыяндуу сүрүлүү жана аны азайтуу



116-сүрөт. Шариктүү (*а*) жана роликтүү (*б*) подшипниктер

Бири-биринин үстүндө кыймылдай турган беттерде пайда боло турган сүрүлүүлөр көп учурларда зыяндуу болот. Мындай учурларда сүрүлүүнү азайта турган түрдүү усулдар колдонулат. Мисалы, машиналарда сүрүлүүнүн натыйжасында кыймылдоочу бөлүктөрү кызыйт жана жешилет. Сүрүлүүнү азайтуу үчүн бири-бирине тийип турган беттер жылмакайланат, алардын аралары майланат.

Сүрүлүүнү азайтуу максатында машина жана станоктордун айлануучу валдарына подшипниктер кийгизилет. Подшипниктин валга түздөн-түз тийип туруучу бөлүгү – вкладыш болот, ал чоюн же бронзадан жасалат. Вкладыштын ички бетине коргошун же калайдын түрдүү куймалары капталат жана майланат. Вал айланганда ал вкладыштын үстүндө тайгаланат. Мындай подшипниктер тайгалануучу подшипниктер деп аталат. Тайгалануучу подшипник вал жана вкладыштын арасындагы тайгаланып сүрүлүү күчүн азайтууга кызмат кылат.

Тоголонуп сүрүлүү күчү тайгаланып сүрүлүү күчүнөн кыйла аз болгондогу техникада көп жардам берет. Шариктүү жана роликтүү подшипниктердин колдонулушу тоголонуп сүрүлүү күчүнүн аздыгына негизделген. Мындай подшипниктерде айланып жаткан вал подшипниктин козголбос вкладышында тайгаланбай, болот шарчалар жана роликтердин үстүндө тоголонот (116-сүрөт).

Подшипниктин бышык болоттон даярдалган ички шакеги валга өткөрүлгөн болот. Ал эми тышкы шакеги машинанын корпусуна бекемделген. Вал айланганда ички шакек шарчалар же роликтерде тоголонот. Шарчалар жана роликтер шакектердин арасына жайгашты-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

рылган болот. Шариктүү же роликтүү подшипниктер колдонулганда алардын сүрүлүү күчү тайгалануучу подшипниктерге караганда 20–30 эсе аз болот.

Дөңдөн түшүп жаткан велосипеддин педалын айландырбаса анын дөңгөлөгү айлана берет. Себеби, велосипед дөңгөлөгүнүн валына шариктүү же роликтүү подшипник кийгизилген болот. Подшипник болбогондо велосипедди жүргүзүү кыйын болмок.

Автомобилдер, станоктор, электр кыймылдаткычтары жана башкалардын айлануучу бөлүктөрүндө шариктүү жана роликтүү подшипниктер колдонулат. Азыркы заман өнөр жайы жана транспортун мындай подшипниктерсиз элестетип болбойт. Илим-техниканын жогорку өнүгүшү доорунда сүрүлүү күчү өтө аз болгон подшипниктер иштеп чыгарууну жолго коюшкан. Бүртүктөрү тегизделип, атом жана молекулалар даражасында жылмаланган подшипниктер сүрүлүүсү андан да аздыгы менен айырмаланып турат. Аба же суюктуктун каршылык күчүн азайтуу максатында чоң ылдамдыкта аракеттенүүчү нерселер сүйрү формада жасалат. Мындай формада жасалган самолёт жана суу асты кемелеринде каршылык күчүнүн азаюусунун эсебинен чоң ылдамдыкка жетишип, отун сарпы кыйла азаят. Асманда учуп жаткан куштар жана сууда жашоочу көптөгөн жаныбарлар да сүйрү формада болушунун себеби мына ушунда.

Кар жана муздарда адамдардын тайып жыгылбастыгы, автомашиналардын токтой албай аварияга учуроолорунун алдын алуу үчүн жолдорго кум, туз же топурак сээп, сүрүлүү күчү арттырылат. Бирок лыжа же чаналарда учуу үчүн алардын астыңкы бөлүгү жылмаланып, атайын майлар менен майланат.

Сүрүлүү күчү нерселердин бири-бирине түздөн-түз тийишүүсүндө пайда болот жана дайыма тийишүү бетин бойлой багытталат. Ушул касиети менен сүрүлүү күчү тийишүү бетине тике багытталган серпилүү күчүнөн айырмаланат.

Нерсенин сүрүлүү күчү таасириндеги кыймылында бул күч дайыма кыймыл багытынын векторуна карама-каршы багытталган болот. Демек, сүрүлүү күчү нерсенин ылдамдыгынын сандык маанисин азайтат жана нерсеге сүрүлүү күчү гана аракет этсе, нерсе акыры барып токтойт.

Көп кезиге турган абалдардын бири, мисалы, кыймылдагы автомобилдин алдынан тоскоолдук чыгып калса, айдоочу мотордун дөңгөлөктөргө болгон аракетин үзүп, тормозду ишке салат. Автомобиль сүрүлүү күчүнүн гана таасири астында тормоздолуу аралыгы деп атала турган

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

жолду басып өтүп болуп, токтойт. Эсептөөлөр бул аралык башталгыч ылдамдыктын квадратына түз, ал эми сүрүлүү күчүнө тескери пропорциялаш экендигин көрсөттү.

Таяныч түшүнүктөр: подшипник, вкладыш, тайгалануучу подшипник, шариктүү жана роликтүү подшипниктер.

1. Табиятта жана айланабызда сүрүлүү күчү жок деп ойло жана пикирлериңерди айт.
2. Кандай зыяндуу сүрүлүүлөрдү билесиң?
3. Автомобиль дөңгөлөгүнүн кайсы бөлүгүндө сүрүлүү пайдалуу, кайсы бөлүгүндө зыян?
4. Эмне үчүн тракторлор, жол тегиздей турган катоктор жана бөбөктөрдүн арабачалары сүйрү кылып иштелбейт?

V БӨЛҮМ БОЮНЧА КОРУТУНДУЛАР

- Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы: Эки нерсенин өз ара тартышуу күчү алардын массаларынын көбөйтүндүсүнө түз, ал эми алардын арасындагы аралыктын квадратына тескери пропорциялаш, башкача айтканда:

$$F = G\,\frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

- Оордук күчү – нерселердин Жерге тартылуу күчү. Анын формуласы: $F_{\text{оор}} = mg.$
- Нерсенин салмагы – Жерге тартылуусунун натыйжасында нерсенин таянычка же асмага аракет эткен күчү. Тынч абалда турган нерсенин салмагы: $P = mg \cdot a$ ылдамдануу менен тик багытта кыймылдап жаткан нерсенин салмагы: $P = m\,(g - a)$. Мында $a = g$ да салмаксыздык абалы күзөтүлөт.
- Салмаксыздык – нерсенин гравитациялык күчтөрдүн гана таасириндеги эркин кыймылы.
- Биринчи космостук ылдамдык – Жердин тартуу күчүнүн таасиринде нерсени Жердин айланасында айлана боюнча кыймылдатууга жетиштире турган ылдамдык. Анын мааниси: $\upsilon_{\text{I}} = 7{,}9$ км/с.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

- Жердин жасалма жолдошу – адам тарабынан жаратылып, космоско учурулган жана Жердин жолдошуна айландырылган ракета, космостук кемелер.

- Нерсенин башка бир нерсенин бетинде эркин кыймылдоосуна сүрүлүү күчү каршылык кылат. Сүрүлүү күчү нерсенин кыймылына карама-каршы багытталган болот.

- Нерселердин сүрүлүүсүн үч түргө – тынч абалдагы сүрүлүү, тайгаланын сүрүлүү жана тоголонуп сүрүлүүгө бөлүү мүмкүн.

- Тынч абалдагы сүрүлүү күчү нерсени бир жерде кармап турат жана ордунан козголуусуна каршылык кылат.

- Тайгаланып сүрүлүү нерсенин үстүндө башка бир нерсенин тайгалануусунда пайда болот. Тайгаланып сүрүлүү күчү нерсенин салмагына түз пропорциялаш болот: $F_{т.сүр} = \mu N$.

- Нерсе башка нерсенин үстүндө тоголосо, тоголонуп сүрүлүү пайда болот. Тоголонуп сүрүлүү күчү тоголонуп жаткан нерсенин салмагына түз, ал эми радиусуна тескери пропорциялаш болот.

V БӨЛҮМГӨ ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА МАСЕЛЕЛЕР

1. Төмөнкү тажрыйбаны жүргүзүп көр. Учталбаган калемди алып, эки сөөмөй бармагыңдын үстүнө кой. Эми калемди горизонталь абалда кармап туруп, бармактарыңды бири-бирин көздөй акырындык менен жакындат. Мында калем баштап бир бармагыңда, кийин башка бармагыңда ушул сыяктуу сүрүлүп жатканына күбө болосуң. Эгерде тажрыйбаны узунураак жылмакай жыгач менен кайталасаң, бул абал мындан да көбүрөөк кайталанаарын көрөсүң. Мындай кызыктуу кубулуштун себеби эмнеде?

2. Эмне үчүн тынч турган вагонду ордунан козгоо бирдей ылдамдыкта аракеттендирип туруудан кыйын?

3. Деңиз портунда эки чоң кеме бири-биринен 100 м аралыкта турат. Эгерде ар бир кеменин массасы 1000 тоннадан болсо, алар бири-бирине кандай күч менен тартылышууда?

4. Массаңды, Жердин массасын жана радиусун билүү менен өзүң Жерге кандай күч менен тартылып жатканыңды эсепте. Өзүң менен Жердин арасындагы аралыкты Жердин радиусуна тең деп ал.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

5. Жердин Күндү айлануу ылдамдыгын v = 30 км/с, Жердин орбитасынын радиусун R = 1,5 · 1011 м деп алып, Күндүн массасын эсептеп тап.

6. Жердин бетинен учуп чыгып жаткан космостук ракетанын ылдамдануусу 30 м/с^2 ка тең болуп, андагы учуучунун массасы 90 кг болсо, кабинада анын салмагы канча болушун тап.

7. 10 кг массалуу нерсени вертикаль жогоруга 2 м/с^2 ылдамдануу менен көтөрүү үчүн канча күч керек болот?

8. Горизонталь багытта v = 10 м/с ылдамдык менен ыргытылган нерсенин горизонталь багыттагы учуу алыстыгы ыргытуу бийиктигине тең. Нерсе кандай h бийиктиктен ыргытылган?

9. Эгерде кайсы бир нерсе горизонталь багытта ылдамдануу менен аракеттенсе, анын салмагы өзгөрөбү? Жообуңду негиздеп бер.

10. Массасы 50 кг болгон бала чанада дөңдөн түшүп, горизонталь жолдо 20 м аралыкты 10 с да басып өтүп токтоду. Сүрүлүү күчүн жана сүрүлүү коэффициентин тап.

11. Эмне үчүн күчсүз шамал өтө чоң муз бөлүгү – айсбергди ордунан козгошу мүмкүн, ал эми күчтүү бороон бар болгону жээктеги кичине муз бөлүгүн зорго жылдырат?

12. Агымдын ылдамдыгы дарыянын түбүндө тезби же сыртындабы? Жообуңду негиздеп бер.

13. Горизонталь абалдагы жыгач тактайдын бетинде жыгачтан жасалган 1 кг массалуу тактайча бир калыпта сүйрөлүп жатат. Мында пайда болгон тайгаланып сүрүлүү күчүн тап. μ = 0,4 деп ал.

14. Трактор прицепти 10 кН күч менен тартканда, ага 0,5 м/с^2 ылдамдануу берет. Тартуу күчү 30 кН болгон башка трактор ушул прицепке кандай ылдамдануу берет?

15. Асфальт жолдо бир калыпта кыймылдап жаткан 1200 кг массалуу автомобиль дөңгөлөктөрүнүн бардыгынын тоголонуп сүрүлүү күчүн тап. Дөңгөлөктүн радиусу 30 см. $\mu_{тог}$ = 0,1.

16. Массасы 0,5 кг болгон брусок үстүнө 7 кг жүк коюлуп, горизонталдык бетте пружина аркылуу тартылууда. Тактайдын горизонталдык бетке сүрүлүү коэффициенти 0,2 ге, пружинанын катуулугу 150 Н/м ге барабар болсо, пружина канчага созулат?

17. Горизонталь жолдо 36 км/саат ылдамдык менен бараткан автомобилди буруу үчүн эң кичине жаанын радиусун тап. Дөңгөлөктөрдүн жолго тайгаланып сүрүлүү коэффициенти 0,25 ке тең.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

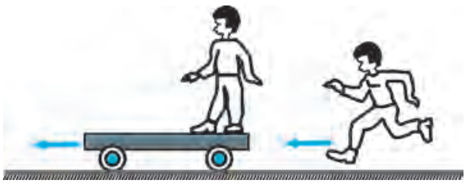
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

САКТАЛУУ МЫЙЗАМДАРЫ

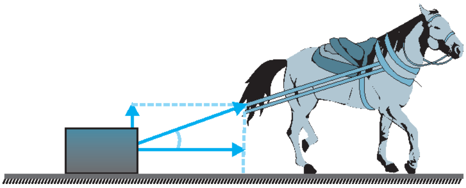
Эгерде нерсеге аракет эткен күчтөр белгилүү болсо, Ньютондун мыйзамдары механиканын маселелерин чыгарууга мүмкүндүк берет. Бирок көптөгөн учурларда бул күчтөр белгисиз болгондуктан Ньютон мыйзамдарын түздөн-түз колдонуп болбойт. Мисалы, эки нерсе кагылышканда пайда боло турган деформация өтө татаал болуп, серпилүү күчтөрүн эсепке алууга туура келет. Күчтөрдүн аракет кылуу убакты да өтө кыска болот. Натыйжада күзөтүлүп жаткан жараяндарда күчтөрдүн маанилерин аныктоо кыйла кыйын болот. Мындай учурларда маселени чыгаруу үчүн Ньютон мыйзамдарынан келип чыга турган натыйжалардан, өзгөчө, жаңы физикалык чоңдуктар – **импульс** жана **энергия** чоңдуктарынан пайдаланылат. Белгилүү бир шарттарда бул чоңдуктар каралып жаткан **жараяндын ичинде өзгөрбөстүгү,** б.а. **сакталуусу** көп кубулуштарды талдоодо ыңгайлык жаратат. Ошондуктан ***импульс*** жана ***энергиянын сакталуу*** касиеттеринен пайдалануу татаал маселелердин салыштырмалуу жөнөкөй көрүнүшкө келтирилишине жардам берет.

Импульстун жана энергиянын сакталуу мыйзамдары физиканын бардык бөлүмдөрүнө тиешелүү болуп, табияттын эң маанилүү мыйзамдарынан саналат.

VI бөлүм.
ИМПУЛЬСТУН САКТАЛУУ МЫЙЗАМЫ



VII бөлүм.
ЖУМУШ ЖАНА ЭНЕРГИЯ. ЭНЕРГИЯНЫН САКТАЛУУ МЫЙЗАМЫ



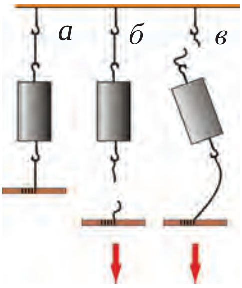
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

VI бөлүм. ИМПУЛЬСТУН САКТАЛУУ МЫЙЗАМЫ

36-§. Импульс

Күчтүн импульсу



117-сүрөт. Жиптин силкип (*б*) жана акырын (*в*) тартылгандагы үзүлүшү

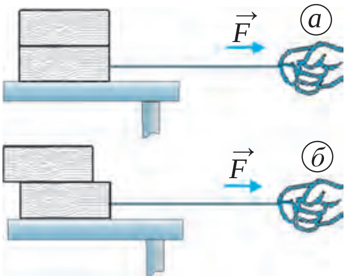
Токтоп турган арабачаны белгилүү бир ылдамдыкта аракеттендирүү үчүн аны чоң ылдамдыкта келаткан башка арабача түртүп жибериши керек. Же аны акырындык менен тартып, кичине күчтүн таасири жардамында да керектүү ылдамдыкка жеткирсе болот. Бирок ал үчүн узак убакыт бою күч аракет этип турушу керек болот. Бул эки усулда араба бирдей ылдамдыкта кыймылга келет: биринде кыска убакыт ичинде чоң күч, экинчисинде узак убакыт бою кичине күч таасиринде. Демек, нерселердин өз ара аракеттенишүүсүндө натыйжа күчтүн санынан сырткары, аракет этүү убактысынын созулушуна да көз каранды экен. Буга ынануу үчүн төмөнкү тажрыйбаларды жүргүзүп көрөлү.

1-тажрыйба. Эки бирдей жипке эки жагынан байланган нерсени 117-*а* сүрөттө көрсөтүлгөндөй кылып илип коёлу. Баштап жипти тез, башкача айтканда булкуп ылдыйга тартабыз (117-б сүрөт). Мында нерсенин астындагы жип үзүлгөнүнө күбө болобуз. Анткени булкуп тартканыбызда, Ньютондун биринчи мыйзамына ылайык нерсе өзүнүн тынч абалын сактоого аракет кылат жана нерсенин үстүндөгү жипке күч таасир этүүгө үлгүрбөйт. Натыйжада нерсенин астындагы жипке үстүндөгү жипке салыштырмалуу көбүрөөк күч аракет этип, ал үзүлөт. Эми нерсенин астына байланган жипти акырындык менен ылдыйга тартабыз. Мында нерсени жогорудагы таяныч менен байлап турган жип үзүлөт (117-*в* сүрөт). Себеби биз ылдыйга тартып жаткан күчүбүзгө нерсенин салмагы да кошулат. Нерсенин үстүндөгү жипке астындагыга караганда көбүрөөк күч аракет этeндиктен, жогорудагы жип үзүлөт.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

2-тажрыйба. Стол үстүнө бети жылмакай болгон эки тактайды кабаттап коёлу. Астындагы тактайга жип байланган болсун (118-сүрөт). Биринчи (*а*) учурда астындагы тактайды акырын тартабыз. Мында астыңкы жана үстүңкү тактайлар кошо столдун бетинде тайгаланат. Экинчи (*б*) учурда астындагы тактайды тез, б. а. булкуп тартабыз. Бул учурда үстүңкү тактай астыңкы тактайдын үстүнөн тайгаланып артта калат же түшүп кетет.



118-сүрөт. Үстүңкү тактайдын акырын (*а*) жана силкип (*б*) тарткандагы абалы

Эки тажрыйбадан чынында да, нерселердин өз ара аракеттешүүсүнүн натыйжасы күчкө гана эмес, анын аракеттенүү убактынын созулушуна да көз каранды болот экен деген жыйынтык чыгаруу мүмкүн. Ошондуктан **күчтүн импульсу** деген чоңдук киргизилген. «Импульс» латинче «*impulsus*» сөзүнөн алынган болуп, «*түртку*» деген маанини билдирет.

Күчтүн импульсу нерсеге аракет этип жаткан күчтүн аракет эткен убактысына болгон көбөйтүндүсүнө барабар.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t. \qquad (1)$$

Эл аралык бирдиктер системасында күчтүн импульсунун бирдиги катары **Ньютон · секунд** (Н · с) кабыл алынган. 1 Н · с дуу импульс – бул 1 с ичинде аракет этүүчү 1Н күчтүн импульсу болуп саналат.

Күчтүн импульсу вектордук чоңдук болуп, анын багыты күчтүн багыты менен дал келет.

Нерсенин импульсу

Жаңгакты чагуу үчүн чоң таш менен аны акырын уруу жетиштүү, ал чагылат. Бирок катуу уруп жиберсең, жаңгак майдаланып кетет. Эгерде таш кичине болсо, жаңгакты чагуу үчүн акырын уруу жетиштүү болбойт. Ташты жаңгакка чоң ылдамдык менен уруу керек болот.

Демек, кыймылдагы нерсенин соккусу ушул нерсенин массасы жана анын ылдамдыгына көз каранды экен.

Жыгач тактайга мык кагуу үчүн балканы чоң же кичине ылдамдык менен уруу мүмкүн. Балканы чоң ылдамдык менен уруу соккусу кичине

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

ылдамдык менен уруу соккусунан чоңураак болот. Балка бирөө, анын массасы өзгөрбөйт, болгону анын ылдамдыгы өзгөрдү. Демек, аракет этип жаткан нерсе массасы бирдей болгондо, ылдамдык канча чоң болсо, импульс да ошончо чоң болот экен.

Эми чоң-кичинелиги ар түрдүү эки балканы алып, бирдей ылдамдык менен уруп көрөлү. Мында массасы чоң балканын соккусу катуураак болоору анык. Демек, эки нерсенин ылдамдыгы бирдей болгондо кайсы нерсенин массасы чоң болсо, ошол нерсенин импульсу да чоң болот экен.

10 м/с ылдамдыктагы 10 г массалуу нерсенин дубалга урулуу соккусу дал ошондой ылдамдык менен кыймылдап жаткан 100 г массалуу нерсенин урулуу соккусунан 10 эсе кичине болот.

Мылтык атылганда анын 10 г массалуу огу 600 м/с ылдамдык менен кыймылдап баратат дейли. Ок мындай ылдамдык менен жука тактаны тешип өтөт. Себеби чоң ылдамдыкта кыймылдап жаткан 10 г массалуу октун урулуу соккусу 10 м/с ылдамдыкта кыймылдап жаткан ушундай массалуу нерсенин урулуу соккусунан 60 эсе чоң.

Жогорудагы мисалдардан мындай жыйынтыктар келип чыгат:

1. Бирдей ылдамдыктагы нерселердин биринин массасы канча чоң болсо, анын урулуу соккусу да ошончо чоң болот.
2. Кыймылдап жаткан нерсенин ылдамдыгы канчалык чоң болсо, анын урулуу соккусу да ошончолук чоң болот.

Демек, нерсенин кыймылын мүнөздөө үчүн нерсенин массасы жана ылдамдыгын өз алдынча эмес, бирге кароо керек экен. Ушул максатта ***нерсенин импульсу*** деген физикалык чоңдук киргизилген.

Нерсенин массасынын анын ылдамдыгына болгон көбөйтүндүсү *нерсенин импульсу* (же кыймыл саны) деп аталат.

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

Эл аралык бирдиктер системасында нерсенин импульсунун бирдиги $\frac{\text{кг м}}{\text{с}}$ болот. 1 $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ лүү импульс – бул 1 м/с ылдамдык менен кыймылдаган 1 кг массалуу нерсенин импульсу болуп саналат.

Нерсенин импульсу вектордук чоңдук болуп, анын багыты ылдамдыктын багыты менен дал келет.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Күчтүн импульсу менен нерсенин импульсунун ортосундагы байланыш

$\vec{v}_0$ баштапкы ылдамдык менен кыймылдап жаткан нерсе t убакыттын ичинде башка нерсе менен аракеттенишип, натыйжада, ылдамдыгы $\vec{v}$ га барабар болсун. Мында нерсе бир калыпта өзгөрмөлүү кыймыл жасайт. Анда ылдамдануу төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}. \qquad (3)$$

Эгерде нерсенин массасы m, башка нерсе менен аракеттенишүү күчү F болсо, анда Ньютондун экинчи мыйзамы боюнча ылдамдануунун төмөнкү формуласы да орундуу болот:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \qquad (4)$$

Ылдамдануулардын эки формуласын өз ара теңдештирүү мүмкүн:

$$\frac{\vec{F}}{m} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad \text{же} \quad \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0. \qquad (5)$$

Бул формулада $\vec{F}t$ – күчтүн импульсу, $m\vec{v}_0$ – өз ара аракеттенишүүгө чейин, $m\vec{v}$ – андан кийинки нерсенин импульстары экендигин эсепке алсак, формуланын оң жагы нерсенин импульсунун өзгөрүүсүн туюнтат, б.а.

$$m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{p} - \vec{p}_0 = \Delta\vec{p}. \qquad (6)$$

(5) жана (6) формулалардан:

$$F = \frac{\Delta p}{t} \quad \text{же} \quad \Delta p = F \cdot t \qquad (7)$$ алабыз.

Бирдик убакыт ичинде нерсенин импульсунун өзгөрүүсү ушул нерсеге аракет этип жаткан күчкө тең.

Мындан төмөнкүдөй жыйынтык келип чыгат:

Туруктуу күч таасиринде нерсе импульсунун векторунун өзгөрүүсү ушул күчтүн анын аракет этүү убактысына көбөйткөнгө барабар.

Нерсени кыймылга келтирүү үчүн анын «инерциясын» жеңүү керекпи, деген суроо туулат. Нерсе ага күч аракет этпегенде өзүнүн кыймылга келтирилишине каршылык кылбайт. (5) формуланы башталгыч ылдамдыксыз ($v_0 = 0$) абалда көрүп чыгалы:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

$$\vec{F}t = m \cdot \Delta\vec{\upsilon}\,. \qquad (8)$$

Бул формулада убакыт t = 0 болгондо, ылдамдык $\upsilon = 0$ болот. Анткени ар кандай нерсенин массасы нөлгө тең эмес. Демек, күч аракет этип, нерсени кыймылга келтириши үчүн белгилүү бир убакыт керек болот. Нерсенин массасы канча чоң болсо, аны кыймылга келтирүү үчүн ошончо көп убакыт талап кылынат. Ошондуктан бизге күч нерсенин инерциясын жеңип жаткандай туюлат. Нерсенин түз сызыктуу кыймылында күч менен ылдамдыктын багыты төп келгендиктен формуланы скалярдык түрдө жазуу мүмкүн:

$$Ft = m\upsilon - m\upsilon_{o}. \qquad (9)$$

Демек, нерсенин импульсун бирдей санда өзгөртүүнүн эки усулу бар экен: кыска убакыт ичинде чоң күч жана узак убакыт бою кичине күч аракет этүүнүн натыйжасында. Бул эки усулду практикада көп кезиктиребиз. Мисалы, тоодогу аска ташты жардыруу үчүн кыска убакыттын ичинде чоң күч колдонулса, узак убакыт бою тамчылап жаткан суунун тамчылары да ташты оюшу мүмкүн. (5) формула Ньютондун экинчи мыйзамынын жалпы көрүнүшүндөгү туюнтулушу болот.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Ылдамдыгы 27 км/саат болгон велосипед менен автомашинанын импульстарын тап. Велосипеддин массасын 100 кг (айдоочусу менен), автомашинанын массасын 1200 кг деп ал.

Берилген:

$m_{\upsilon} = 100$ кг;

$m_{a} = 1200$ кг;

$\upsilon_{\upsilon} = \upsilon_{a} = 27\,\dfrac{\text{км}}{\text{саат}} = 7{,}5\,\dfrac{\text{м}}{\text{с}}\,.$

Табуу керек:

$p_{\upsilon} = ?\ p_{a} = ?$

Формуласы:

$p_{\upsilon} = m_{\upsilon}\upsilon_{\upsilon};$

$p_{a} = m_{a}\upsilon_{a}.$

Чыгарылышы:

$p_{\upsilon} = 100\text{ кг} \cdot 7{,}5\,\dfrac{\text{м}}{\text{с}} = 750\,\dfrac{\text{кг}\cdot\text{м}}{c}\,.$

$p_{a} = 1200\text{ кг} \cdot 7{,}5\,\dfrac{\text{м}}{\text{с}} = 9\,000\,\dfrac{\text{кг}\cdot\text{м}}{c}\,.$

Жообу: $p_{\upsilon} = 750\,\dfrac{\text{кг}\cdot\text{м}}{c}$; $\quad p_{a} = 9\,000\,\dfrac{\text{кг}\cdot\text{м}}{c}$.

Таяныч түшүнүктөр: импульс, күчтүн импульсу, нерсенин импульсу.

1. Күчтүн импульсу менен нерсенин импульсуна мисалдар келтир.
2. Нерсеге күч аракет эткени үчүн нерсе импульска ээ деп айтса болобу?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

M 24

1. Таянычка асылган нерсеге байланган жип төмөн карай 1-учурда 2 с бою 10 Н күч менен тартып турулду. 2-учурда ушундай күч менен 0,1 с да булкуп тартылды. Ар эки учур үчүн нерсеге аракет эткен күчтүн импульсун тап.
2. Массасы 2 кг дуу нерсе 5 м/с ылдамдык менен дубалга урулуп, ылдамдыгын толук жоготту. Нерсенин импульсун тап.
3. Массасы 100 г болгон шарча горизонталь бетте 0,5 м/с ылдамдыкта келип экинчи шарчага урулду жана 0,2 м/с ылдамдыкта өз кыймылын мурдагы багытта улантты. Шарчага урулуу мезгилинде импульсу канчага өзгөргөн?

37-§. ИМПУЛЬСТУН САКТАЛУУ МЫЙЗАМЫ

Туюк система

Физикада талданып жаткан нерселерди тобун нерселердин системасы деп аталат. Системага кирүүчү нерселердин арасындагы өз ара аракеттенишүү күчтөрү *ички күчтөр*, системадагы нерселердин системадан сырттагы нерселер менен өз ара аракеттенишүүсү натыйжасында пайда болуучу күчтөр болсо *сырткы күчтөр* деп аталат.

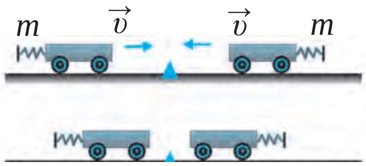
Нерселердин системасы башка сырткы нерселер менен өз ара аракеттенишпесе же системага аракет этип жаткан күчтөр өз ара тең салмакта болсо, мындай система туюк система деп аталат.

Жерден космостук кемени учурууда Жер менен космостук кемени бирге ***туюк система*** деп кароо мүмкүн. Себеби Күн, Ай жана башка асман телолорунун космостук кемеге таасирин эсепке албаса да болот.

Горизонталдык бетте бир нече шарлар бир-бири менен кагылышып, аракеттенишсин. Эгер шарчалардын бетке сүрүлүшү эсепке албагыдай даражада кичине болсо, алардын өзүн туюк система деп кароо мүмкүн.

Массасы жана ылдамдыктары бирдей болгондо нерселердин кагылышуусу

1-тажрыйба. Горизонталдык рельске бирдей m массалуу эки арабачаны 119-сүрөттөгүдөй коёбуз. Аларга аракет кылуучу оордук күчү менен рельстин реакция күчү өз ара тең салмакта болот. Ошондуктан каралып жаткан нерселер системасын туюк система деп алуу мүмкүн.



119-сүрөт. Ар бир арабача импульстарынын нөлгө теңдешиши

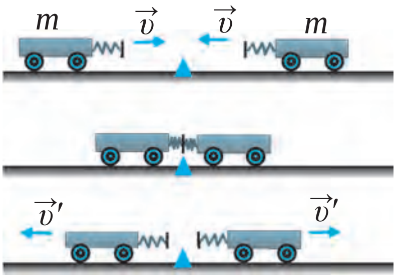
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Арабачалар кагылышканда токтоп калышы үчүн алардын бирине пластилин жабыштырып коюлган. Арабачаларга бирдей v ылдамдык берсек, биринчи арабачанын импульсу mv га тең болот. Экинчи арабачанын ылдамдыгы биринчи арабачанын ылдамдыгына тең, бирок карама-каршы багытталгандыктан экинчи арабачанын импульсу $-mv$ га тең болот. Анда эки арабачанын импульстарынын суммасы:

$$mv + (-mv) = mv - mv = 0$$

болот. Арабачалар кагылышканда пластилин аларды бири-бирине жабыштырып коёт жана алар токтойт. Ылдамдык $v = 0$ болгондуктан ар бир арабачанын импульсу нөлгө тең болот.



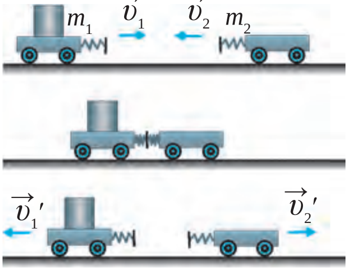
120-сүрөт. Кагылышкандан кийин арабачалар импульстары суммасынын нөлгө теңделиши

2-тажрыйба. Эми арабачалардын пружиналуу буферлери 120-сүрөттөгүдөй бири-бирине карап турсун. Эки арабачага чоңдуктары бирдей, бирок багыттары карама-каршы болгон v ылдамдык беребиз. 1-учурдагы сыяктуу мында да арабачалардын кагылышпастан мурунку импульстарынын суммасы нөлгө тең. Бирок арабачалардын кагылышкандан кийинки ар биринин импульсу нөлгө тең болбойт. Анткени алар кагылышкандан кийин бирдей v' ылдамдык менен бири-биринен алыстай баштайт. Алардын импульстарынын суммасы:

$$m(-v') + mv' = -mv' + mv' = 0$$

болот. Демек, 1-тажрыйбадагы сыяктуу арабачалар кагылышканга чейин да, андан кийин да алардын импульстарынын суммасы нөлгө тең болот.

Масса жана ылдамдыктары түрдүүчө болгон нерселердин импульсу



121-сүрөт. Түрдүү массалуу арабачалардын кагылышуусу

3-тажрыйба. Эми арабачалардын массалары ар түрдүү – m_1 жана m_2 болсун. Аларды рельске 121-сүрөттөгүдөй орнотуп, биринчисине v_1, экинчисине карама-каршы багытта v_2 ылдамдык беребиз. Арабачалар кагылышкандан кийин тиешелүү түрдө v'_1 жана v'_2 ылдамдыктар менен артка кайта баштайт. Натыйжада ар бир арабачага аракет этүүчү күчтөр бири-бирине тең, бирок карама-каршы багытталган болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Ошондуктан экинчи арабача үчүн күч терс белги менен алынышы керек. Эки арабачанын импульстары кандай өзгөрүшүн эсептейли.

Биринчи арабачанын импульсунун өзгөрүшү:

$$\vec{F}\,t = m_1\vec{v}_1{}' - m_1\vec{v}_1.$$

Экинчи арабача импульсунун өзгөрүшү:

$$-\vec{F}t = m_2\vec{v}_2{}' - m_2\vec{v}_2.$$

Теңдештиктерди мүчөлөп кошобуз:

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

же

$$\boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1{}' + m_2\vec{v}_2{}'.} \quad (1)$$

Бул теңдештиктин сол жагы арабачалардын кагылышканга чейинки, оң жагы болсо кагылышкандан кийинки импульстарынын суммасын туюнтат. Демек, арабачалар бир-бири менен кагылышканда да алардын импульстарынын суммасы өзгөрбөй калат, башкача айтканда импульстардын суммасы сакталат.

Импульстун сакталуу мыйзамынын баяндалышы

Туюк системада эки нерсенин өз ара аракеттенүүсүнүн натыйжасында импульстарынын суммасы сакталышын көрдүк. Эгерде туюк системада нерселер көп болсо да, өз ара аракеттенишүүчү нерселердин импульстарынын суммасы өзгөрбөйт, б.а. сакталат:

$$\boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = const.} \quad (2)$$

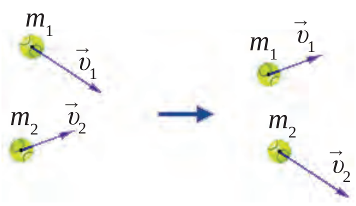
Жалпысынан импульстун сакталуу мыйзамы төмөнкүдөй баяндалат:

Туюк системада нерселердин импульстарынын вектордук суммасы нерселердин өз ара аракеттенишүүсүнөн жана убакыттын өтүшүнөн көз карандысыз түрдө, өзгөрбөйт.

Бул мыйзам системага сырткы күчтөр аракет этпеген учурда гана орундуу экендигин айтып өтүү керек. Импульстун сакталуу мыйзамы физиканын негизги мыйзамдарынан бири эсептелет. Бул мыйзам бир гана макроскопикалык нерселердин өз ара аракеттешүүсү үчүн гана эмес, молекулалар, атомдор, элементардык бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенүүсү үчүн да туура болот. Мисалы, замбиректен атылган ок алдыга учуп кетсе, замбиректин өзү артка «кетенчиктегенин» кинолор-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



122-сүрөт. Кагылышып жаткан бөлүкчөлөрдүн импульсу

дон көп көргөнбүз (122-сүрөт). Эгерде туюк система жалгыз бир гана нерседен турса, б.а. нерсеге аракет этүүчү күч болбосо, нерсенин импульсу өзгөрбөйт. Бул болсо инерция мыйзамын, б.а. нерсенин ылдамдыгынын өзгөрбөй тургандыгын билдирет. Аракеттенишип жаткан нерселердин механикасын билүү – бул алардын кагылышуудан кийинки кыймылдары кандай болоорун билүү дегени. Жыйынтык ылдамдык кагылышуу серпилгичтүү же серпилгичтүү эместигине байланыштуу болот. Серпилгичтүү эмес кагылышууда кагылышкандан кийин эки нерсе чогуу кыймылдап, бирдей υ ылдамдык алат. Ошондуктан кагылышуудан кийинки нерселердин системасынын импульсу $(m_1+m_2)\upsilon$ болот. Импульстун сакталуу мыйзамына ылайык кагылышууга чейинки жана кийинки импульстарды теңдештиребиз:

$$m_1\upsilon_1+ m_2\upsilon_2 = (m_1+m_2)\upsilon. \qquad (3)$$

(3) формуладан υ ны табабыз:

$$\upsilon = \frac{m_1\cdot \upsilon_1+ m_2\cdot\upsilon_2}{m_1+ m_2}. \qquad (4)$$

Эгерде υ_1 ылдамдыктын багытын оң багыт деп алсак, υ ылдамдыктын алдындагы оң белги нерселер кагылышкандан кийин υ_1 багытта, ал эми терс белги алардын карама-каршы багытында аракеттенишин билдирет.

Мисалы, массасы 3 кг жана ылдамдыгы 8 м/с болгон нерсе массасы 2 кг жана ылдамдыгы 10 м/с болгон экинчи нерсеге серпилгичсиз урулса, алардын ар бири төмөнкүдөй ылдамдыкка ээ болот:

$$\upsilon = \frac{3\cdot 8 + 2\cdot 10}{3+2}\ \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8{,}8\ \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Серпилгичтүү кагылышууда нерселер кандай ылдамдык менен бири-бирине жакындашкан болсо, кагылышуудан кийин алар ушундай ылдамдыкта алысташат. Кагылышууга чейин нерселердин бири-бирине жакындашуу ылдамдыгы $\upsilon_2-\upsilon_1$ ге тең. Кагылышуудан кийин нерселердин бири-биринен алыстоо ылдамдыгы болсо $\upsilon_2'-\upsilon_1'$. Серпилгичтүү кагылышууда бул айырмалар өз ара тең: $\upsilon_2-\upsilon_1=\upsilon_2'-\upsilon_1'$.

Биз нерселердин кагылышуусунун эки чек аралык абалын, б.а. абсолюттук (толук) серпилгичтүү жана толук серпилгичтүү эмес кагылышууларды көрүп чыктык. Табиятта көбүрөөк толук серпилгичтүү болбогон кагылышуулар, б.а. кагылышуудан кийин нерселер өз абалын кайра толук калыбына келтирип ала албай турган учурлар кезигет. Импульстун сак-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

талуу мыйзамынын аткарылышын техникада кеңири колдонобуз. Мисалы, реактивдүү кыймылда бул мыйзамдын колдонулушу айкын көрүнөт. Ракеталардын космоско учуусун пландаштырууда отун сарпынын эсебин алууда импульстун сакталуу мыйзамынан пайдаланылат.

Элдик майрамдарда кызык бир тамаша көрсөтүлөт. Жерде жаткан балбандын үстүнө темирдин чоң бөлүгү коюлат жана бул темирге балка менен урушат. Көрүүчүлөр балбан кантип балканын соккусуна чыдап жатканына таңданышат. Чындыгында (4) формулага ылайык, темирдин бөлүгүнүн массасы балканын массасынан канча эсе чоң болсо, темир алган ылдамдык балканын ылдамдыгынан ошончо эсе кичине болот. Андыктан чоң, бирок балбанды басып калбай турган темирдин бөлүгү тандап алынат.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы 50 т болгон вагону 8 км/саат ылдамдык менен 30 тонналуу тынч турган вагонго келип чиркелди. Алардын чиркелишкенден кийинки ылдамдыгын тап.

Берилген:

$m_1 = 50$ т;
$m_2 = 30$ т;
$\upsilon_1 = 8$ км/саат;
$\upsilon_2 = 0$. $\upsilon_1' = \upsilon_2'$.

Табуу керек:
$\upsilon_1' = \upsilon_2' = ?$

Формуласы:

$$m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 = m_1\upsilon_1' + m_2\upsilon_2'.$$

$$m_1\upsilon_1 = (m_1 + m_2)\,\upsilon_1'.$$

$$\upsilon_1' = \frac{m_1\upsilon_1}{m_1 + m_2}.$$

Чыгарылышы:

$$\upsilon_1' = \frac{50 \cdot 8}{50 + 30}\,\frac{\text{км}}{\text{саат}} = 5\,\frac{\text{км}}{\text{саат}}.$$

Жообу: $\upsilon_1' = \upsilon_2' = 5\ \dfrac{\text{км}}{\text{саат}}$

Таяныч түшүнүктөр: туюк система, импульстун сакталуу мыйзамы.

1. Туюк системага түшүндүрмө бер жана мисалдар менен түшүндүр.
2. Массасы жана ылдамдыктары бирдей болуп, түз сызык боюнча карама-каршы багытта кыймылдап жаткан нерселердин кагылышканга чейинки импульстарынын суммасы эмнеге барабар болот?
3. 2-суроодо айтылган нерселердин кагылышкандан кийинки импульстарынын суммасы эмнеге барабар болот?

М 25

1. 2 м/с ылдамдык менен кыймылдап бараткан 30 т массалуу вагон тынч турган вагонго уланат. Улангандан кийин алардын ылдамдыгы 1 м/с га барабар болот. Экинчи вагондун массасын тап.
2. 6 м/с ылдамдыкта чуркап бараткан 50 кг массалуу бала 2 м/с ылдамдыкта жүрүп бараткан 30 кг массалуу арабачаны кууп жетип, анын үстүнө чыгып алды. Арабачанын бала менен биргелешкен ылдамдыгы канча?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

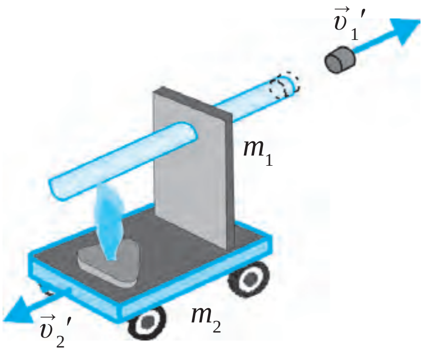
3. 3-тажрыйбада көрсөтүлгөн арабачалардын массалары тиешелүү түрдө 1 жана 0,5 кг, кагылышканга чейинки ылдамдыктары 2 жана 3 м/с болуп, кагылышкандан кийин 1-арабача 1,5 м/с ылдамдык алган болсо, 2-арабача кандай ылдамдык менен кыймылдай баштайт?

38-§. РЕАКТИВДҮҮ КЫЙМЫЛ

Реактивдүү кыймыл жөнүндө түшүнүк

Үйлөп шиширилген аба шарынын оозун байлабастан коюп жиберсек, шар кызыктай траектория бойлоп учуп кетээрин көргөнбүз. Мында импульстун сакталуу мыйзамы аткарылып, аба чоң ылдамдыкта шардын оозунан бир жакка, ал эми шар болсо карама-каршы жакка аракеттенет. Бул кубулуш реактивдүү кыймылга мисал боло алат.

Туюк системанын кандайдыр бир бөлүгү белгилүү ылдамдык менен кыймылдаса, системанын калган бөлүгү ага карама-каршы багытта кыймылга келет. Пайда болгон мындай кыймыл *реактивдүү кыймыл* деп аталат.



123-сүрөт. Тыгындын кыймылына карама-каршы багытта пайда болгон реактивдүү кыймыл

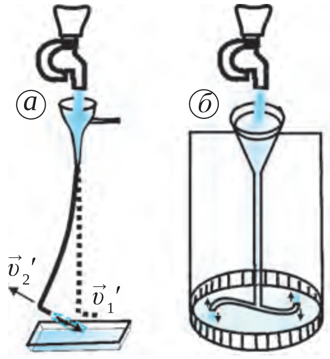
Реактивдүү кыймылды түшүнүү үчүн төмөнкү тажрыйбаны жүргүзөлү. Пробирканын жарымына чейин суу куюп, тыгын менен бекемдеп, 123-сүрөттөгүдөй арабачага орнотолу. Кургак отундун жалынында пробиркадагы сууну ысыталы. Суу кайноо даражасына жакындаганда тыгын чоң ылдамдык менен атылат, арабача болсо тыгындын багытына карама-каршы жакка кыймылдайт. Мында тыгынды пробиркадан атып чыгаруучу буунун басым күчүнө карама-каршы багытталган реактивдүү күч пайда болот. Реактивдүү күчтүн таасиринде арабача тыгынга карама-каршы багытта кыймылдайт. Мисалы, тыгындын массасы m_1 = 10 г, арабачанын массасы (кургак отун жана пробирка менен бирге) m_2 = 500 г, тыгын жана арабачанын тыгын атылганга чейинки ылдамдыктары $v_1 = v_2 = 0$, тыгындын атылуу ылдамдыгы v_1' = 10 м/с га тең дейли. Импульстун сакталуу мыйзамынан пайдаланып, тыгын атылганда арабачанын алган v_2' реактивдүү ылдамдыгын эсептейбиз.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

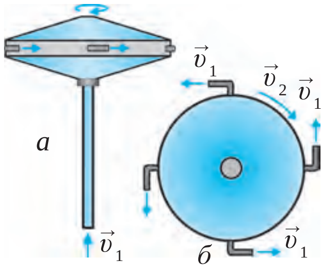
$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ теңдештикте $v_1 = v_2 = 0$ болгондуктан сол жагы нөлгө тең болот: $0 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$. Мындан $v_2' = - m_1 v_1'/m_2$ же $v_2' = -0,2$ м/с болот.

Реактивдүү кыймылды түшүнүп алуу үчүн дагы башка тажрыйбаларды да жүргүзүү мүмкүн. 124-*а* сүрөттөгү эки тажрыйбада суу v_1 ылдамдык менен бир жакка атылып турса, түтүктүн өзү карама-каршы жакка v_2 реактивдүү ылдамдык менен кыймылга келет. Ал эми 124-*б* сүрөттөгү тажрыйбада болсо бүгүлгөн айнек түтүктүн эки учунан суу атылып турат. Мында суунун кыймылына каршы багытта пайда болгон реактивдүү кыймылдын эсебинен айнек түтүк айланат. Бул система Сегнер баралары деп аталат.



124-сүрөт. Суунун агымына карама-каршы багытта пайда болгон реактивдүү кыймылдар

Абанын жардамында да реактивдүү кыймылды пайда кылууга болот. 125-сүрөттө ушундай курулманын негизги бөлүгү сүрөттөлгөн. Мында эркин айлануучу диск козголбос түтүккө подшипник аркылуу орнотулган. Кысылган аба түтүк аркылуу дисктин ичине кирип, анын четиндеги төрт түтүк аркылуу жаныма багытта сыртка атылып чыгат. Бул болсо карама-каршы багытта дискти айландыруучу реактивдүү кыймылды пайда кылат. Курулманын жардамчы бөлүгү кысылган абаны пайда кылуучу бөлүктөн турат. Жардамчы бөлүк катары чаң соргучтан пайдаланса болот. Шлангдын жардамында чаң соргучтан чоң басымдагы кысылган аба жиберилсе, реактивдүү кыймылдын эсебинен диск чоң ылдамдыкта айланат. Жардамчы бөлүктүн ордуна үйлөнгөн аба шарынан да пайдалануу мүмкүн.



125-сүрөт. Абанын жардамында реактивдүү кыймылды пайда кылуу курулмасынын капталдан (*а*) жана үстүнөн (*б*) көрүнүшү;

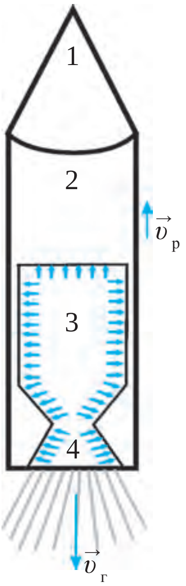
Ракетанын түзүлүшү жана кыймылы

Соңку 50 – 60 жыл ичинде космоско көптөгөн космостук кемелер, Жердин жасалма жолдоштору учурулду. Аларды орбитага ракеталар алып чыгат.

Реактивдүү күч таасиринде кыймылдоочу космостук учуучу системалар *ракета* деп аталат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



126-сүрөт. Ракетанын түзүлүшү

Ракетанын кыймылы реактивдүү кыймылга негизделген. Анын түзүлүшү схемалык түрдө 126-сүрөттө көрсөтүлгөн. Ракета негизинен төрт бөлүктөн турат. 1-бөлүктө Жердин айланасындагы орбитага чыгарып коюла турган космостук кеме же жасалма жолдош жайгашкан. Ракетанын 2-бөлүгүн отун жана ракетаны Жерден учуруу жабдуулары түзөт. 3-бөлүгүндө отундун күйүүчү камерасы жайгашкан болуп, мында 2-бөлүктөн берилген отундун күйүшү натыйжасында жогорку температуралуу жана жогорку басымдагы газ топтолот. Мындай газ реактивдүү сопло (4-бөлүк) аркылуу өтө чоң ылдамдыкта сыртка чыгарылат. Сопло газ агымы ылдамдыгын ашырат. Натыйжада импульстун сакталуу мыйзамына ылайык газ агымы багытына карама-каршы багытта реактивдүү күч пайда болот. Бул күчтүн таасиринде ракета кыймылга келет жана $v_р$ реактивдүү ылдамдык алат (127-сүрөт). Ракета соплосунан чыгып жаткан газдын массасы $m_г$, ылдамдыгы $v_г$, ракетанын массасы $m_р$, ээ болгон реактивдүү ылдамдыгы $v_р$ болсун. Импульстун сакталуу мыйзамын колдонуп, төмөнкү барабардыкты жазуу мүмкүн:

$$m_г\vec{v}_г + m_р\vec{v}_р = 0 \quad \text{же} \quad \vec{v}_р = -\frac{m_г\vec{v}_г}{m_р}.$$

127-сүрөт. Ракетанын көтөрүлүшү

Бул формуладан көрүнгөндөй, ракетанын массасы канча кичине болсо, реактивдүү ылдамдык ошончо чоң болот. Чынында да ракетанын массасынын чоң бөлүгү отундун массасына туура келет. Отун күйүп отуруп, анын саны азайып барат жана ракетанын массасы да азаят. Бул болсо ракетанын ылдамдыгынын артып барышына алып келет. Ракета белгиленген бийиктикке чыгарылганга чейин анын отундан бошогон бөлүктөрү кезеги менен ажырап, абада күйүп кетет. Ракетанын кичине бир бөлүгү – космостук кеме (Жердин жасалма жолдошу) учууну уланта берет. Импульстун сакталуу мыйзамынын негизинде пайда боло турган реактивдүү кыймыл космонавтиканын негизи болуп эсептелет. Космостук ракеталар жана космостук кемелерди жаратууда окумуштуулардан К. Э. Циолковский (1852–1935), С. П. Королёв (1906–1966), М.В.Келдиш (1911–1978), В.Браун (1912–1976), Г. Оберт (1894–1989) жана башкалардын салымы чоң. Азыркы күндө космонавтика тармагы өтө жогорку даражада өнүгүп барууда.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Таяныч түшүнүктөр: реактивдүү кыймыл, ракета, космонавтика.

1. Реактивдүү кыймыл деп эмнеге айтылат? Импульстун сакталуу мыйзамынын негизинде реактивдүү кыймылды түшүндүрүп бер.
2. 92–94-сүрөттөрдө көрсөтүлгөн тажрыйбаларды түшүндүрүп бер.
3. Ракетанын түзүлүшүн айтып бер.
4. Ракетанын кантип кыймылга келээрин түшүндүр.

VI БӨЛҮМГӨ ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА КӨНҮГҮҮЛӨР

1. Эмне үчүн колубуздагы кышты балка менен урсак, колубуз катуу ооруну сезбейт?
2. Ачык космостогу косомнавт ракетага башкалардын жардамысыз кайтып кириши үчүн кандай кыймыл жасашы керек?
3. Жээкте туруп кайыкты түртсөк, ал сүрүлөт. Эмне үчүн кайыкта туруп аны түртсөк, ал козголбойт?
4. Нерсеге байланган жип 0,05 с бою 20 Н күч менен булкуп тартылганда нерсе ордунан козголгон жок. Экинчи учурда дагы ошондой күч менен 2 с бою тартып турулганда нерсе ордунан козголду. Ар эки учур үчүн күчтүн импульсун тап жана өз ара салыштыр.
5. Массасы 20 г болгон таш 15 м/с ылдамдык менен терезенин айнегине келип урулса, ал сынбайт. Бирок 100 г дык таш ушундай ылдамдык менен келип урулса, айнек сынат. 20 г дык таш 60 м/с ылдамдык менен урулганда да айнек сынат. Ар үч учур үчүн нерсенин импульстарын эсепте жана аларды салыштыр. Эмне үчүн биринчи учурда айнек сынбайт?
6. Массасы 100 г дык таш 5 м/с ылдамдык менен горизонталь багытта атылды. Атылуу учурунда таштын импульсу канчага барабар болгон?
7. Массалары 1200 кг дан болгон эки автомобиль карама-каршы багытта келип, бири-бири менен кагылышып кетти. Эгерде алардын ылдамдыктары тиешелүү түрдө 90 жана 120 км/саат болсо, алар бири-бирине кандай чондуктагы импульс менен кагылышкан? Эгерде ылдамдыктары тиешелүү түрдө 36 жана 54 км/саат болгондо кагылышуу учурунда импульс канча болмок? Кайсы абалда кагылышуудан көп зыян тартылат? Эмне үчүн?
8. Горизонталдык бетте массасы 400 г болгон шарча 1 м/с ылдамдык менен экинчи шарчага кагылышты. Андан соң биринчи шарча 0,4

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

м/с ылдамдык менен кыймылын улантты. Кагылышуу учурунда биринчи шарчанын импульсу канчага өзгөргөн?

9. 3 м/с ылдамдык менен келе жаткан 60 т массалуу темир жол вагону тынч турган 40 т луу вагонго чиркелишти. Чиркелгенден кийин вагондор кандай ылдамдык менен кыймылдаган?

10. 4 м/с ылдамдык менен чуркап бара жаткан 40 кг дык бала 1 м/с ылдамдык менен кыймылдап жаткан 20 кг дык арабачаны кууп жетип, үстүнө чыгып алды. Арабачанын бала менен бирге ылдамдыгы канча болот?

11. Кыймылдагы арабачанын үстүндөгү кумга бир бөлүк нерсе келип түштү. Кандай абалда арабача өз кыймыл багытын сактаган түрдө ылдамдыгын азайтат? Токтойбу? Артка жүрөбү?

12. 70 кг массалуу адам 280 кг массалуу кайыктын бир учунан экинчи учуна 5 м жол жүрүп барды. Мында кайык сууга салыштырмалуу канча метр аралыкка сүрүлөт?

13. Массасы 100 г болгон шарча горизонталь бетте 0,5 м/с ылдамдыкта келип экинчи шарчага урулду жана 0,2 м/с ылдамдыкта өз кыймылын мурдагы багытта улантты. Урулуу маалында шарчанын импульсу канчага өзгөргөн?

ӨТҮЛГӨН ТЕМАЛАР БОЮНЧА ТЕСТ СУРООЛОРУ

1. Сүрүлүү күчүн азайтуу үчүн техникада кандай аракеттер жасалат?

А) тазалоо; Б) жууш;
В) сүргүлөө; Г) майлоо.

2. Кыймылдагы поезд вагонунда отурган адам эмнелерге салыштырмалуу тынч абалда болот?

А) вагонго салыштырмалуу;
Б) жерге салыштырмалуу;
В) вагонго жана жерге салыштырмалуу;
Г) рельске салыштырмалуу.

3. Оордук күчү 550 Н болгон нерсенин массасы канча килограммды түзөт?

А) 55 кг; Б) 550 кг; В) 5,5 кг; Г) 65 кг

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

4. Бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы «Нексия» автомобили 20 секундда ылдамдыгын 36 км/сааттан 72 км/саатка жеткирди. «Нексия»-нын ылдамдануусун тап (м/с2):

А) 18; Б) 0,4; В) 20; Г) 0,5.

5. 0,4 м/с2 ылдамдануу менен бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин белгилүү бир учурдагы ылдамдыгы 9 м/с га тең. Нерсенин ушул убакыттан 10 с мурдагы ылдамдыгы канча болгон (м/с)?

А) 0,4; Б) 5; В) 4; Г) 10.

6. 5 Килоньютон (кН) канча ньютонго тең?

А) 5000; Б) 0,05; В) 500; Г) 0,5.

7. Темир жолдо турган вагон 4 кН күч менен тартылганда, ал 0,2 м/с^2 ылдамдануу менен жүрө баштады. Вагондун массасын тап:

А) 20 т; Б) 4 т; В) 0,2 т; Г) 0,4 т.

8. Эмне себептен муз каптаган жолчо жана жолдорго кум себилет?

А) муздун эришин тездетүү үчүн;

Б) сүрүлүүнү арттыруу үчүн;

В) бут кийимдин таманы азыраак жешилиши үчүн;

Г) жолчо жана жолдорго мозаика сызуу үчүн.

9. Ийиндүү таразада нерсенин кайсы параметри өлчөнөт?

А) массасы; Б) көлөмү;

В) салмагы; Г) узундугу.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

КОШУМЧА СУРООЛОР

1. Эки бирдей кайыктан биринде отурган бала экинчи кайыкты аркан менен тартса, эки кайык бирдей сүрүлөбү? Эгерде андай болбосо, кайсы кайык көбүрөөк сүрүлөт?

2. Асманда турналардын тобу учуп баратат. Алардын бири-бирине салыштырмалуу кыймылы жөнүндө эмне деш мүмкүн?

3. Эмне үчүн которулуу басып өтүлгөн аралыкка тең же кичине болушу мүмкүн, бирок чоң боло албайт?

4. Поезддин терезесинен каралса, сырттагы дарактар, үйлөр терезенин жанынан учуп өтүп турат. Мында терезеге жакын турган предметтердин ылдамдыгы, терезеден алыстагы предметтердин ылдамдыгынан чоң болот? Эмне үчүн?

5. Автомобилдин терезесинен карап бараткан адамга башка автомобилдин дөңгөлөгүнүн кыймылы кандай көрүнөт?

6. Автомобилдин оң жана сол дөңгөлөктөрү бурулууда бирдей жолду басып өтөбү?

7. Жерде 5,6 м аралыкка секире турган адам Ай же Марста канча метр аралыкка секириши мүмкүн? Эгерде Жердин массасы Күнчөлүк чоң болсо, бул аралык өзгөрөбү?

8. Велосипедчи бурулуп жатканда эмне үчүн бурулуп жаткан жакка кыйшаят?

9. Нормалдуу атмосфералык басым бардык шаарларда бирдейби? Бирдей болбосо, эмне үчүн?

10. Жер орбитасын бойлой учуп жаткан космостук кеменин ичинде күкүрттү күйгүзсө болобу?

11. Иштетилип жаткан араа кандай максатта майлап турулат?

12. Эмне үчүн муздун үстүндө тайып кеткенибизде артка жыгылабыз?

13. Эмне үчүн парашютта секирген адам жерге парашютсуз адамга караганда жай түшөт?

14. Маятниктүү, кумдуу жана бурама сааттар Айда Жердегидей иштейби? Эмне үчүн?

15. Өткөн замандарда журтубузда «Кокон араба» деген ат менен таанымал болгон арабалар колдонулган. Алардын дөңгөлөктөрү аттын боюнан да бийик кылып жасалган. Мунун себеби эмнеде?

16. Адатта, ат арабанын арткы дөңгөлөгү алдыдагысынан чоңураак кылып жасалган. Эмне үчүн?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

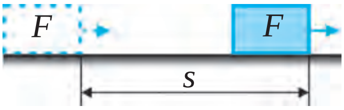
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

VII бөлүм.
ЖУМУШ ЖАНА ЭНЕРГИЯ. ЭНЕРГИЯНЫН САКТАЛУУ МЫЙЗАМЫ

Табиятта механикалык, жылуулук, электр, жарык, ядролук, химиялык жана башка түрдөгү энергиялар бар. Бул энергиялар бири-бирине айланып турат. Мисалы, механикалык энергия жылуулук энергиясына, электр энергиясы механикалык энергияга айланышы мүмкүн. Мында энергия түрү жагынан бири-биринен айырмаланса да, сан жагынан сакталат, б.а. энергия бардан жок болбойт, жоктон бар болбойт. Ошондуктан табияттагы түрдүү кубулуштар жана жараяндар энергия түшүнүгү аркылуу бири-бири менен байланышкан. Биз ушул бөлүмдө нерсенин механикалык кыймылында аткарылган жумуш, кинетикалык жана потенциалдык энергия, бул энергиялардын бири-бирине айлануусун, толук механикалык энергиянын сакталуусун, кубаттуулукту үйрөнөбүз.

39-§. МЕХАНИКАЛЫК ЖУМУШ

Механикалык жумуш жана анын бирдиктери



128-сүрөт. *F* күч таасиринде нерсенин *s* аралыкка жылышы

Күндөлүк турмушта жумуш дегенде жумушчу, инженер, окумуштуулардын пайдалуу эмгегин түшүнөбүз. Бирок окумуштуунун канча жумуш жасаганын өлчөө болбойт. Ошондуктан физикада өлчөө боло турган гана чоңдук – механикалык жумуш үйрөнүлөт. Араба ага чиркелген аттын тартуу күчү таасиринде белгилүү бир аралыкты басып өттү. Оозу тыгындалган суулуу айнек идиш кыздырылганда анын ичиндеги басым күчүнүн артуусу менен тыгын атылып чыгып, белгилүү бир аралыкка барып түшөт, б.а. механикалык жумуш аткарылат.

Күчтүн таасиринде нерсенин ылдамдыгы азайган учурларда (мисалы, сүрүлүү күчү) да жумуш аткарылат. Эгерде болгон күчүбүз менен шкафты сүрүүгө аракеттенсек, ал ордунан жылбай тура берсе, эч кандай механикалык жумуш аткарылбайт. Нерсе өз инерциясы менен туруктуу ылдам-

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

дыкта кыймылдап жаткан жана ага күч аракет этпей жаткан болсо, ал эч кандай механикалык жумуш аткарбайт.

Демек, механикалык жумуш аткарылышы үчүн нерсеге күч аракет этиши керек жана бул күчтүн таасиринде нерсе белгилүү бир аралыкка жылышы керек. Мисалы тегиз бетте турган нерсеге F күч аракет эткенде ал ушул күчтүн багытында түз сызык боюнча s аралыкка которулсун. Мында A механикалык жумуш аткарылат (128-сүрөт):

$$\boxed{A = F \cdot s.} \qquad (1)$$

Механикалык жумуш **күч менен ушул күчтүн багытында нерсенин басып өткөн жолуна болгон көбөйтүндүсүнө тең.**

Нерсеге канча чоң күч аракет этсе жана бул күчтүн таасиринде нерсе канча чоң аралыкты басып өтсө, аткарылган жумуш да ошончо көп болот. Механикалык жумуш аракет эткен күчкө жана басып өтүлгөн жолго түз пропорциялаш болот.

Эл аралык бирдиктер системасында жумуштун бирдиги – жоул (Ж). Мындай аталыш англис физиги ***Жеймс Жоулдун*** урматына коюлган.

1 Ж – бул 1 Н күч таасиринде нерсени 1 м аралыкка которууда аткарылган жумушка тең.

Практикада жумуштун башка бирдиктери – киложоул (кЖ), мегажоул (МЖ), миллижоул (мЖ) да колдонулат. Жумуштун бул бирдиктери менен негизги бирдиги арасында төмөнкүдөй катыш бар:

$$1 \text{ кЖ} = 10^3 \text{ Ж};$$
$$1 \text{ МЖ} = 10^6 \text{ Ж};$$
$$1 \text{ мЖ} = 10^{-3} \text{ Ж}.$$

Механикалык жумуш түрдүү күчтөр таасиринде аткарылгандыктан аны күчтүн жумушу деп да аташат. Механикалык жумуш скалярдык чоңдук болуп эсептелет.

Аракет этүүчү күчтүн механикалык жумушу

Механикалык жумуштун (1) формуласы нерсеге аракет этип жаткан күч жана нерсенин которулушу бирдей багытта болгон учур үчүн туура болот. Мисалы, нерсе F = 5Н күчтүн таасиринде ушул күчтүн багытында s = 20 см аралыкка которулган болсун. Ал учурда бул күчтүн аткарган жумушу

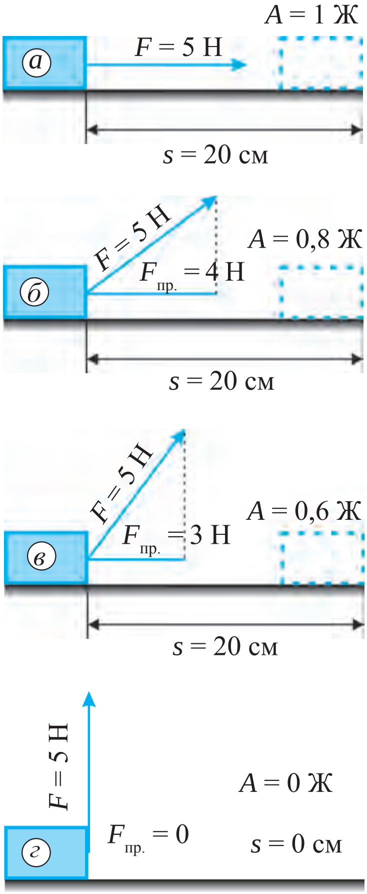
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

A = 5 Н · 0,2 м = 1 *Ж* га барабар болот (129-*а* сүрөт). Эгерде күчтүн багыты нерсенин кыймыл багыты менен бирдей болсо, бул күч оң жумуш аткарган болот. Бирок күчтүн багыты нерсенин кыймыл багытына карама-каршы болсо (мисалы, тайгаланып же сүрүлгөндө), бул күч терс жумуш аткарган болот:

$$A = -Fs.$$

Эгерде күчтүн багыты нерсенин кыймыл багытында болбосо, механикалык жумуштун маанисн кандай аныкталат? Нерсеге аракет эткен күч нерсенин которулуу багыты менен белгилүү бир бурчту түзсө, анда бул учурда аракет кылып жаткан күчтүн которулуу багытына проекциясы алынат. Мисалы, нерсеге $F = 5H$ чоңдуктагы күч 129-*б* сүрөттө көрсөтүлгөндөй бурч боюнча аракет кылып, нерсе ушул күч таасиринде 20 см аралыкка которулсун дейли. Сүрөттөн көрүнгөндөй, бул күчтүн которулуу багытына проекциясы $F_{пр}$=4Н ду түзөт. Анда бул күчтүн аткарган жумушу A = 4 Н · 0,2 м = 0,8 Ж га барабар.



129-сүрөт. Аткарылган иштин күчтүн багытына көз карандылыгы

Нерсеге аракет кылып жаткан күчтүн багыты менен которулуу багытынын арасындагы бурчтун өсүп барышы менен F күчтүн $F_{пр}$ проекциясы кемип барат. Бул болсо күчтүн аткарган жумушу да кемип барышына алып келет. Мисалы, 129-*в* сүрөттө нерсеге аракет кылып жаткан F = 5Н күчтүн багыты менен которулуунун арасындагы бурч 129-*б* сүрөттөгүдөн чоңураак болгондуктан анын проекциясы кичине, башкача айтканда $F_{пр}$ = 3Н ду түзөт. Бул учурда күчтүн аткарган жумушу A = 3 Н · 0,2 м = 0,6 *Ж* га барабар болот. Нерсеге аракет эткен күчтүн багыты менен которулуу багытынын арасындагы бурч дагы ашырылса, күчтүн проекциясы жана мунун натыйжасында күчтүн жумушу нөлгө жакындай баштайт. Күчтүн багыты которулуу багыты менен 90^0 ту түзсө, күчтүн которулуу багытына проекциясы чекитти, б. а. нөлдү түзөт (129-*г* сүрөт). Демек нерсеге аракет кылган күч которулуу багытына перпендикуляр болсо, жумуш аткарылбайт.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Автомобиль 5 кН мотор күчү таасиринде 3 км аралыкты басып өттү. Автомобилдин мотору канча жумуш аткарган?

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$F = 5$ кН $= 5\ 000$ Н;	$A = Fs$.	$A = 5\ 000$ Н $\cdot\ 3\ 000$ м $=$
$s = 3$ км $= 3\ 000$ м.		$= 15\ 000\ 000$ Ж $= 15$ МЖ.
Табуу керек:		
$A = ?$		*Жообу*: $A = 15$ МЖ.

Таяныч түшүнүктөр: механикалык жумуш, аракет этүүчү күчтүн механикалык жумушу, күчтүн проекциясы.

1. Штангачы штанганы жогоруга көтөрдү. Анын булчундарынын серпилүү күчтөрү аткарган жумуш менен оордук күчүнүн жумушунун арасында кандай айырма бар?
2. Кыймылдагы нерсеге аракет эткен күч кандай абалда жумуш аткарбайт?

М 26

1. Жерде турган жүккө 250 Н күч таасир этүү менен аны ушул күчтүн багытында 8 м аралыкка сүйрөп алып барылды. Мында канча жумуш аткарылган?
2. Арабачага белгилүү бир бурч менен күч аракет этип, 15 м аралыкка алып барылды. Эгерде арабачага аракет этип жаткан күчтүн кыймыл багытына проекциясы 42 Н болсо, канча жумуш аткарылган?
3. Жолдо бузулуп калган автомобилди 3 киши түртүп 480 м алыстыктагы устаканага алып барышты. Эгерде алардан бири автомобилди 150 Н, экинчиси 200 Н, ал эми үчүнчүсү 250 Н күч менен түртүп барган болсо, алардын ар бири канчадан жумуш аткарган? Чогуу канча жумуш аткарышкан?
4. Электровоз вагондорду 2 км аралыкка тартып барганда 240 МЖ жумуш аткарды. Электровоз вагондорду кандай күч менен тартып барган?
5. Нерсе жогоруга тике ыргытылды. Төмөнкү абалдарда оордук күчүнүн аткарган жумушунун белгиси кандай болот?
   а) нерсе жогоруга көтөрүлгөндө;
   б) нерсе ылдыйга түшкөндө.
6. Массасы 75 кг болгон адам имараттын 1-кабатынан 6-кабатка тепкичте чыкканда кандай жумуш аткарат? Ар бир кабаттын бийиктиги 3 м.
7. Жердин жасалма жолдошу Жерди орбита бойлой айланат. Ракетанын кыймылдаткычы жардамында жолдош башка орбитага өткөрүлдү. Жолдоштун механикалык энергиясы өзгөрдүбү?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

40-§. НЕРСЕНИ КӨТӨРҮҮДӨ ЖАНА АНЫ УШУЛ АРАЛЫККА ГОРИЗОНТАЛЬ КОТОРУУДА АТКАРЫЛГАН ЖУМУШТУ ЭСЕПТӨӨ

(4-лабораториялык жумуш)

Иштин максаты: Нерсе вертикаль жана горизонталь багытта которулганда аткарылган жумушту өз алдынча эсептөө.

Керектүү жабдыктар: Лабораториялык трибометр, окуу динамометри, сантиметрлүү өлчөө тасмасы, 2 даана эки илмектүү 100 г массалуу жүк, брусок, сызгыч.

Ишти аткаруунун тартиби

1. Жабдыктардан 130-сүрөттө көрсөтүлгөндөй курулманы чогулт.

2. Динамометрдин жардамында брусоктун салмагын өлчө. Андан соң брусокту жогоруга бир калыпта тартып, алдын ала тасманын жардамында өлчөнгөн трибометрдин сызгычынын бийиктигине көтөр. Аткарылган жумуштун чоңдугун төмөнкү формула менен эсепте:

$$A = F_{оор} \cdot h.$$

3. Тажрыйбаны үч жолу кайтала. Ар тажрыйбада брусокко 0,81 Н; 1,81 Н; 2,81 Н жүктөрдү ил жана бул аткарылган жумуш оордук күчүн жеңүү үчүн сарпталганын көр.

4. Табылган натыйжаларды 5-жадыбалга жаз.

5. Сызгычты столго коюп, динамометрдин жардамында брусокту сызгычты бойлой биринчи абалдагы аралыкка бир калыпта жылдыр. Мында пайда болгон тартылуу күчүн динамометрдин көрсөткүчү $F_{тарт}$ дан аныкта.

6. Аткарылган жумушту тартылуу күчү жана жолдун негизинде эсепте: $A = F_{тарт} \cdot s$. Бул жумуш оордук күчүн эмес, сүрүлүү күчүн жеңүүдө аткарылгандыгына көңүл бур. Кийин брусокко 0,81 Н; 1,81 Н; 2,81 Н жүктөрдү илип, тажрыйбаны үч жолу кайтала жана ар сапар тартуу күчү аткарган жумушту эсепте. Натыйжаларды жадыбалга жаз.

5-жадыбал

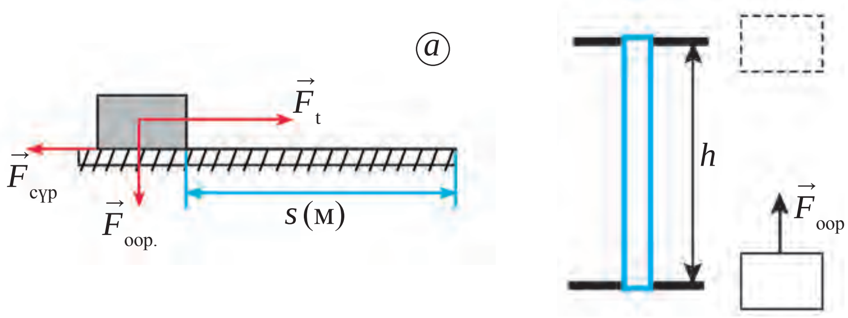
№	*м*, кг	*h*, м	$F_{оор}$, Н	*s*, м	$F_{сүр}$, Н	A_h, Ж	$A_{б.к.}$, Ж
1							
2							
3							

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Эми брусокко 1 Н, 2 Н, 3 Н жүктөрдү илип (130-сүрөт), тажрыйбаны дагы 2–3 жолу кайтала жана ар сапар тартуу күчүнүн аткарган жумушун эсепте.

Алынган натыйжаларды салыштырып, ар дайым жүктү жогоруга көтөрүүдө аткарылган жумуш аны ушундай аралыкка горизонталь багытта которууда аткарылган жумуштан чоң же кичине экендигин аныкта.



130-сүрөт. Нерсени көтөрүүдө (*а*) жана ушул аралыкка горизонталь которууда (б) аткарылган жумуштуу өлчөө курулмасы

41-§. ПОТЕНЦИАЛДЫК ЭНЕРГИЯ

Кээде нерселер жумушту дароо аткарбастан, узак убакыттын ичинде аткарышы мүмкүн. Алар жумуш аткаруу жөндөмүн узак убакыт сактай алышат. Мисалы, асма сааттардын атайын таштарын жогоруга көтөрүп, биз жумуш аткарабыз (131-сүрөт). Натыйжада саат механизми таштар ылдыйга түшкөнгө чейин жумуш аткаруу жөндөмүнө ээ болот. Оордук күчү таасиринде акырындык менен ылдыйга түшүп жаткан таштар сааттын маятник, дөңгөлөк жана жебелерин айландырат. Таштар ылдыйга түшкөн сайын алардын жумуш аткаруу жөндөмдөрү азайып барат. Ылдыйга түшкөн таштарды көтөрүп, алардын жумуш аткара алуу жөндөмүн кайра калыбына келтирүү мүмкүн. Таштарды көтөргөнүбүздө алардын жумуш аткаруу жөндөмү артат, ал эми ылдыйга түшкөн сайын азайып барат жана полго же жерге жетип келгенде толук түгөнөт. Көтөрүү менен гана эмес, о.э. пружинаны кысуу же бурoo менен да жумуш аткара алуу жөндөмүн пайда кылууга болот. Бурама саат жана оюнчуктар ушундай усулда иштейт. Ошондой эле, нерсени белгилүү бир ылдамдыкта кыймылдатсак, анда жумуш аткара алуу корун пайда кылабыз. Мисалы, балта менен отунду жарганда, жумуш аткарылат. Ал үчүн балтага чоң ылдамдык бе-

131-сүрөт. Асма саат

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

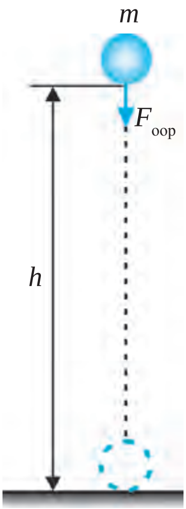
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

ришибиз керек. Каралган бардык мисалдарда нерсенин абалы өзгөртүлүп, жумуш аткарылууда (жүктү түшүрүп, кысылган пружинаны созуп, ылдамдыктагы нерсенин кыймылын токтотуп). Бул өзгөртүүлөр болбогонго чейин нерсе өзүнүн жумуш аткаруу жөндөмүн сактап турат.

Нерсенин өз абалын өзгөртүүсү натыйжасында аткара алуусу мүмкүн болгон жумуш энергия деп аталат.

«Энергия» сөзү грекчеде «активдүүлүк» деген маанини билдирет. Энергиянын өзгөрүшү ушул өзгөрүүлөрдү жасоо үчүн сарптала турган жумуш менен өлчөнөт. Ошондуктан энергияны жумуш сыяктуу бирдиктерде өлчөш керек. Анын негизги бирдиги – жоул (Ж). Механикалык энергия кинетикалык жана потенциалдык энергияга бөлүнөт.

Айталы, m массалуу нерсе h бийиктиктен эркин түшүп жатсын (132-сүрөт). Мында нерсе Жердин тартуу күчү, б. а. $F_{оор} = mg$ оордук күчү таасиринде кыймылдайт. Нерсе h бийиктиктен жерге түшкөнгө чейин оордук күчүнүн жумушу мындайча туюнтулат:



132-сүрөт. Иштин оордук күчү таасиринде аткарылышы

$$A = F \cdot s = F_{оор} \cdot h \quad \text{же} \quad \boxed{A = mgh.} \qquad (1)$$

Аткарылышы мүмкүн болгон бул жумуш ушул нерсенин ***потенциалдык энергиясына*** тең болот. Демек, h бийиктикте турган m массалуу нерсенин потенциалдык энергиясы да төмөнкүдөй туюнтулат:

$$\boxed{E_p = mgh.} \qquad (2)$$

(2) формулада туюнтулган потенциалдык энергия өз ара аракеттешүүчү шарча менен Жердин бири-бирине салыштырмалуу абалынан көз каранды болот.

Өз ара аракеттешүүчү нерселердин же нерсенин бөлүктөрүнүн бири-бирине салыштырмалуу абалына байланыштуу болгон энергия *потенциалдык энергия* деп аталат.

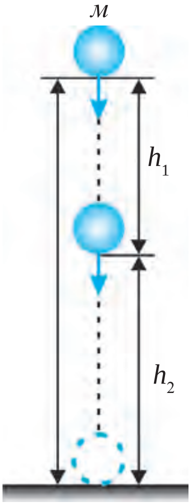
Эми h_1 бийиктикте турган m массалуу нерсенин абалы h_2 ге өзгөргөндө аткарылган жумушту табалы (133-сүрөт). Нерсенин басып өткөн жолу $h = h_1 - h_2$ экендигинен жумушту төмөнкүдөй туюнтуу мүмкүн:

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

$$A = mgh = mg(h_1 - h_2) \text{ же } \boxed{A = mgh_1 - mgh_2.} \quad (3)$$

мында $mgh_1 = E_{п1}$ – нерсенин h_1 бийиктиктеги потенциалдык энергиясы, $mgh_2 = E_{п2}$ – нерсенин h_2 бийиктиктеги потенциалдык энергиясы экендигинен:

$$A = E_{p1} - E_{p2} \quad \text{же } A = -(E_{p2} - E_{p1}). \quad (4)$$



133-сүрөт. Нерсенин потенциалдык энергиясынын өзгөрүшү

Мында «–» белги нерсенин абалы h_1 бийиктиктен h_2 бийиктикке өзгөргөндө нерсенин потенциалдык энергиясы азайышын көрсөтөт. Демек,

Нерсенин потенциалдык энергиясынын өзгөрүшү аткарылган жумушка тең.

Нерсе жогорудан ылдыйга түшкөндө $E_{п2} < E_{п1}$ болгондуктан $A > 0$ болот. Мында оордук күчү оң жумуш аткарат. Нерсени жогоруга көтөрүүдө $E_{п2} > E_{п1}$ болгондуктан $A < 0$ болот. Мында оордук күчүн жеңүү үчүн терс жумуш аткарылат.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы 1 кг болгон нерсенин 25 м жана 15 м бийиктиктердеги потенциалдык энергиясы канча болот? Нерсенин ушул бир бийиктиктен экинчисине түшүүсүндө оордук күчү канча жумуш аткарат? g = 10 м/с² деп алынсын.

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$м = 1$ кг; $h_1 = 25$ м;	$E_{p1} = mgh_1$;	$E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 25$ Ж $= 250$ Ж;
$h_2 = 15$ м; $g = 10$ м/с².	$E_{p2} = mgh_2$;	$E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 15$ Ж $= 150$ Ж;
Табуу керек:	$A = -(E_{p2} - E_{p1})$.	$A = -(150 - 250)$ Ж $= 100$ Ж.
$E_{p1} = ?$ $E_{p2} = ?$ $A = ?$		

Жообу: $E_{p1} = 250$ Ж; $E_{p2} = 150$ Ж; $A = 100$ Ж.

Таяныч түшүнүктөр: оордук күчүнүн аткарган жумушу, потенциалдык энергия.

1. Нерсе h бийиктиктен жерге түшкөндө кандай жумуш аткарылат?
2. Нерсенин h бийиктиктеги потенциалдык энергиясы кандай туюнтулат?
3. Потенциалдык энергия деп эмнеге айтылат?

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE
*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

4. Нерсе h_1 бийиктиктен h_2 бийиктикке түшкөндө оордук күчүнүн аткарган жумушу кандай туюнтулат?

М 27

1. Массасы 200 г болгон нерсенин 40 м бийиктиктеги потенциалдык энергиясы канча болот? Нерсе ушул бийиктиктен жерге түшкөндө оордук күчү канча жумуш аткарат? g = 10 м/с^2 деп ал.
2. 2 кг жүк 5 м бийиктиктен 12 м бийиктикке алып чыгылды. Ушул бийиктиктерде нерсенин потенциалдык энергиялары канча болот? Нерсени жогоруга алып чыгууда канча жумуш аткарылат?
3. Имараттын 9-кабатында турган 40 кг массалуу баланын жерге салыштырмалуу потенциалдык энергиясы канча болот? Ар бир кабаттын бийиктигин 3 м деп ал.
4. Бурама пружиналуу дубал сааты кандай энергиянын эсебинен иштейт?

42-§. КИНЕТИКАЛЫК ЭНЕРГИЯ

Нерсе ылдамдыгынын өзгөрүүсүндө аткарылган жумуш

Столдун үстүндө турган *m* массалуу нерсе *F* күч таасиринде сүрүлүүсүз кыймылдап, *a* ылдамдануу алсын (134-сүрөт). *t* убакытта нерсе жеткен ылдамдык:

$$\upsilon = at. \qquad (1)$$

Ушул убакыт ичинде нерсенин басып өткөн жолу:

$$s = \frac{at^2}{2}. \qquad (2)$$ болот.

(1) формуланы $t = \upsilon/a$ түрүндө жазып, (2) формуладагы t нын ордуна коёбуз жана жолдун төмөнкү туюнтмасын алабыз:

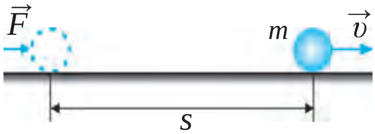
$$s = \frac{\upsilon^2}{2a}. \qquad (3)$$

Ньютондун экинчи мыйзамы боюнча нерсеге аракет эткен күч:

$$F = ma. \qquad (4)$$

(3) жана (4) формулалардан пайдаланып, жумушту табабыз:

$$A = Fs = ma\frac{\upsilon^2}{2a} \text{ же } \boxed{A = \frac{m\upsilon^2}{2}} \qquad (5)$$



134-сүрөт. υ ылдамдыкка жетишкен шарчанын кинетикалык энергиясы

Бул формула *m* массалуу тынч абалдагы нерсе υ ылдамдыкка жетишүүсү үчүн аткарылган жумушту туюнтат.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Эгерде m массалуу нерсенин башталгыч ылдамдыгы υ_1 болсо, анын ылдамдыгын υ_2 ге арттыруу үчүн аткарыла турган жумуш:

$$A = \frac{m\upsilon_2^2}{2} - \frac{m\upsilon_1^2}{2} \qquad (6)$$

Кинетикалык энергиянын өзгөрүшү

(5) формула υ ылдамдык менен кыймылдап жаткан m массалуу нерсенин кинетикалык энергиясын да туюнтат, б. а.:

$$E_k = \frac{m\upsilon^2}{2}. \qquad (7)$$

Нерсе же системанын өз кыймылы себеп ээ боло турган энергиясы *кинетикалык энергия* деп аталат. Ал нерсенин массасы менен ылдамдыгынын квадратынын көбөйтүндүсүнүн жарымына тең.

(6) формулада $m\upsilon_1^2/2 = E_{к1}$, $m\upsilon_2^2/2 = E_{к2}$ деп алынса, нерсенин ылдамдыгы υ_1 ден υ_2 ге өзгөргөндөгү жумушту

$$A = E_{k2} - E_{k1}, \qquad (8)$$ туюнтуу мүмкүн.

мында E_{k1} – башталгыч ылдамдыгы υ_1 болгондо нерсенин кинетикалык энергиясы, E_{k2} – ылдамдыгы υ_2 ге өзгөргөндөгү нерсенин кинетикалык энергиясы. Анда (8) формуланы төмөнкүдөй баяндаса болот:

Нерсенин кинетикалык энергиясынын өзгөрүшү аткарылган жумушка тең.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Башталгыч ылдамдыгы 36 км/саат болгондо 2 тонналуу автомобилдин кинетикалык энергиясы канча болот? Анын ылдамдыгы 90 км/саатка жеткендечи? Автомобиль ылдамдыгынын мындай өзгөрүшү үчүн анын мотору канча жумуш аткарган?

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$m = 2\ т = 2000$ кг;	$E_{k1} = \frac{m\upsilon_1^2}{2}$.	$E_{k1} = \frac{2000 \cdot 10^2}{2}$ Ж = 100 000 Ж = 100 кЖ.
$\upsilon_1 = 36$ км/саат = 10 м/с;	$E_{k2} = \frac{m\upsilon_2^2}{2}$.	$E_{k2} = \frac{2000 \cdot 25^2}{2}$ Ж = 625 000 Ж = 625 кЖ.
$\upsilon_2 = 90$ км/саат = 25 м/с.		

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Табуу керек: $A = E_{k2} - E_{k1}$

$E_{k1} = ?$ $E_{k2} = ?$ $A = ?$ *Жообу*: $E_{k1} = 100$ кЖ; $E_{k2} = 625$ кЖ; $A = 525$ кЖ.

Таяныч түшүнүктөр: механикалык энергия, кинетикалык энергия.

1. Механикалык энергия деген эмне? Ал кандай бирдиктерде өлчөнөт?
2. (5) формуланы келтирип чыгар жана түшүндүрүп бер?
3. Берилген массалуу нерсенин ылдамдыгы бир мааниден башкасына өзгөргөндө аткарылган жумуш эмнеге барабар?

М 28

1. Муздун үстүндөгү 40 г массалуу хоккей шайбасын күч менен урганда ал 25 м/с ылдамдык алды. Шайба кандай кинетикалык энергияга ээ болгон?
2. 72 км/саат ылдамдыкта бараткан 1,2 тонналуу автомобилди токтотуу үчүн канча жумуш аткарыш керек?
3. 10 м/с ылдамдыктагы велосипед ылдамдыгын 20 м/с га жеткирүү үчүн кандай жумуш аткарыш керек? Велосипеддин (айдоочусу менен бирге) массасы 100 кг га тең.
4. 72 км/саат ылдамдыкта бараткан 200 тонналуу поезд ылдамдыгын 144 км/саатка жеткирүү үчүн электровоз канча жумуш аткарышы керек?
5. 7,7 км/с ылдамдык менен учуп жаткан Жердин жасалма жолдошу 40000 МЖ кинетикалык энергияга ээ. Жасалма жолдоштун массасын тап.

43-§. МЕХАНИКАЛЫК ЭНЕРГИЯНЫН САКТАЛУУ МЫЙЗАМЫ

Массасы $m = 1$ кг нерсе $h_1 = 45$ м бийиктиктен ташталганда анын потенциалдык жана кинетикалык энергиялары кандай өзгөрүшүн карайлы (135-сүрөт). Мында $g = 10$ м/с^2 деп алалы.

1-абал. $h_1 = 45$ м бийиктикте нерсенин потенциалдык жана кинетикалык энергиялары төмөнкүдөй болот:

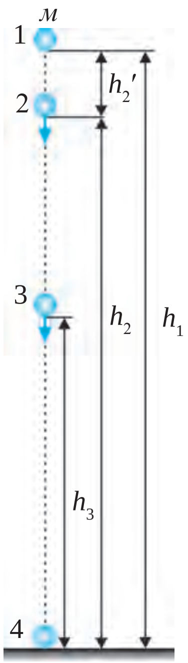
$$E_{p1} = mgh_1;\ E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 45\ Ж = 450\ Ж;$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2};\ E_{k1} = \frac{1 \cdot 0^2}{2}\ Ж = 0.$$

Жерден белгилүү бир бийиктикте тынч турган нерсенин потенциалдык энергиясы максималдуу мааниге, кинетикалык энергиясы нөлгө барабар болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE



135-сүрөт. Нерсенин эркин түшүүсүндө энергиянын айланышы

2-абал. Бийиктиктен коюп жиберилген нерсе эркин түшүүдө $t = 1$ с да $h_2' = gt^2/2 = 10 \cdot 1^2/2$ м $= 5$ м аралыкты басып өтөт. Анда, бул учурда нерсе жерден $h_2 = h - h_2' = 45$ м $- 5$ м $= 40$ м бийиктикте болот. Бул учурда нерсенин ылдамдыгы $\upsilon_2 = gt_2 = 10 \cdot 1$ м/с $= 10$ м/с мааниге жетет. Анда $h = 45$ м ден түшүп жаткан нерсенин $h_2 = 40$ м деги потенциалдык жана кинетикалык энергиялары төмөнкүдөй болот:

$$E_{p2} = mgh_2; \quad E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Ж} = 400 \text{ Ж};$$

$$E_{k2} = \frac{m\upsilon_2^2}{2}; \quad E_{k2} = \frac{1 \cdot 10^2}{2} \text{ Ж} = 50 \text{ Ж}.$$

3-абал. $h_1 = 45$ м бийиктиктен ташталган нерсе 2 с да 20 м аралыкты басып өтөт. Мында нерсенин жерден бийиктиги $h_3 = 25$ м, ылдамдыгы $\upsilon_3 = 20$ м/с га тең болот. Бул учурда нерсенин потенциалдык жана кинетикалык энергиялары төмөнкүдөй болот:

$$E_{p3} = mgh_3; \quad E_{p3} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Ж} = 250 \text{ Ж};$$

$$E_{k3} = \frac{m\upsilon_3^2}{2}; \quad E_{k3} = \frac{1 \cdot 20^2}{2} \text{ Ж} = 200 \text{ Ж}.$$

Бийиктиктен эркин түшүп жатканда нерсенин потенциалдык энергиясы азайып, кинетикалык энергиясы болсо артып барат, б. а. нерсенин потенциалдык энергиясы кинетикалык энергияга айланып барат.

4-абал. $h_1 = 45$ м бийиктиктен ташталган нерсе 3 с да жерге жетип келет, б.а. $h_4 = 0$ болот. Нерсе бул учурда жерге $\upsilon_4 = 30$ м/с ылдамдык менен урулат. Нерсенин жерге урулуу учурундагы потенциалдык жана кинетикалык энергиялары төмөнкүдөй болот:

$$E_{p4} = mgh_4; \quad E_{p4} = 1 \cdot 10 \cdot 0 \text{ Ж} = 0;$$

$$E_{k4} = \frac{m\upsilon_4^2}{2}; \quad E_{k4} = \frac{1 \cdot 30^2}{2} \text{ Ж} = 450 \text{ Ж}.$$

Бийиктиктен эркин түшүп жаткан нерсенин жерге урулуу учурундагы потенциалдык энергиясы нөлгө, ал эми кинетикалык энергиясы максималдык мааниге тең болот.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Нерсе жогоруга тик ыргытылганда тескери жараян күзөтүлөт. Мында нерсе жогоруга көтөрүлгөн сайын кинетикалык энергиясы максималдык мааниден нөлгө карай азайып барат. Ал эми нерсенин потенциалдык энергиясы болсо нөлдөн максималдык мааниге карай артып барат. Потенциалдык энергиянын өзгөрүшү нерсенин вертикалдык кыймылында гана эмес, кыймылдын траекториясы эркин болгондо да байкалат. Мисалы, имараттын 7-кабатында 2 кг массалуу нерсе турган болсун. Эгерде имараттын ар бир кабатынын арасын 3 м ден деп алсак, 7-кабатта турган нерсенин жерге, б. а. 1-кабатка салыштырмалуу потенциалдык энергиясы 360 Ж га тең болот. Ушул нерсени 3-кабатка тепкичтен алып түшүлсө да, лифтте алып түшсө да бул кабатта анын потенциалдык энергиясы 120 Ж га тең болот.

135-сүрөттө берилген нерсенин h = 45 м бийиктиктен түшүүсүндө көрүлгөн 4 абалдын ар биринде кинетикалык жана потенциалдык энергиялардын суммасы кандай болот?

1-абалда: $E_{п1} + E_{к1}$ = 450 Ж + 0 = 450 Ж.
2-абалда: $E_{п2} + E_{к2}$ = 400 Ж + 50 Ж = 450 Ж.
3-абалда: $E_{п3} + E_{к3}$ = 250 Ж + 200 Ж = 450 Ж.
4-абалда: $E_{п4} + E_{к4}$ = 0 + 450 Ж = 450 Ж.

Бийиктиктен эркин түшүп жатканда нерсенин каалагандай учурдагы кинетикалык жана потенциалдык энергияларынын суммасы, б. а. нерсенин толук механикалык энергиясы өзгөрбөйт.

Бул корутунду нерсени жогоруга тик ыргытылгандагы абалдар үчүн да орундуу. Белгилүү болгондой, нерсенин кинетикалык энергиясынын өзгөрүшү аткарылган жумушка тең. Эгерде бийиктиктен түшүп жаткан нерсенин 1-абалдагы кинетикалык энергиясы $E_{к1}$, 2-абалдагысы $E_{к2}$ болсо, аткарылган жумуш төмөнкүдөй болот:

$$A = E_{k2} - E_{k1}. \qquad (1)$$

Ушул эки абал үчүн нерсенин потенциалдык энергиясынын өзгөрүшү да ушундай аткарылган жумушка тең, б. а.:

$$A = -(E_{p2} - E_{p1}). \qquad (2)$$

(1) жана (2) туюнтмалардын сол жактары бирдей чоңдукту туюнткандыктан, оң жактарын теңдештирүү мүмкүн:

$$E_{k2} - E_{k1} = -(E_{p2} - E_{p1}). \qquad (3)$$

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Нерселердин өз ара таасири жана кыймылы натыйжасында кинетикалык энергия менен потенциалдык энергия биринин артышы менен башкасынын азайышына алып келет. Алардан бири канча азайса, экинчиси ошончо артат.

(3) теңдештикти төмөнкү көрүнүштө жазуу мүмкүн:

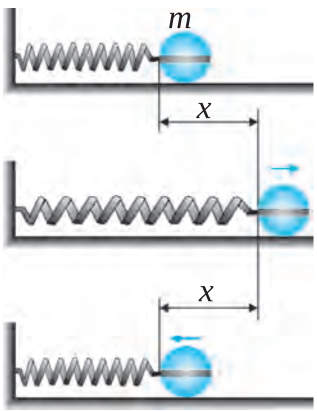
$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}. \qquad (4)$$

Бул теңдештиктин сол жагы 1-абалдагы, оң жагы 2-абалдагы нерсенин толук механикалык энергиясын туюнтат. Бул теңдештик **механикалык энергиянын сакталуу мыйзамын** туюнтат.

Демек, бир түрдөгү энергия экинчи түргө өтүшү мүмкүн, бирок мында энергиянын саны өзгөрбөйт.

Энергиянын сакталуу мыйзамы мындайча баяндалат:

Туюк системанын толук механикалык энергиясы системанын бөлүктөрүнүн ар кандай кыймылында өзгөрүүсүз калат.



136-сүрөт. Пружина жана нерседен турган туюк системада механикалык энергиянын сакталуусу

Биз буга чейин Жердин тартуу күчү таасиринде нерсенин кыймылы, б. а. Жер жана нерседен турган туюк системадагы механикалык кыймылдарды көрдүк. Механикалык энергиянын сакталуу мыйзамы башка туюк системалар үчүн да орундуу. Мисалы, таяныч, пружина жана нерседен турган туюк системаны карайлы.

Таянычка орнотулган пружинага m массалуу нерсени бекемдеп, аны x аралыкка тартып туралы (136-сүрөт). Мында нерсенин кинетикалык энергиясы $E_{к1} = m\upsilon_1^2/2 = 0$, потенциалдык энергиясы болсо $E_{п1} = kx^2/2$ болот. Мында x – пружинанын катуулугу. Нерсени коюп жиберсек, ал пружинанын серпилүү күчү себеп ылдамдык алат. Нерсе тең салмактуу абалдан өтүп жатканда, б. а. $x = 0$ аралыкта анын ылдамдыгы эң чоң мааниге жетет. Натыйжада $E_{к2} = m\upsilon_2^2/2$ кинетикалык энергиясы да максималдык мааниде болот. Пружина жана нерседен турган мындай туюк система үчүн да (4) формула, б. а. механикалык энергиянын сакталуу мыйзамы орундуу болот. Жогорку мисалда нерсе таянычтын сыртында сүрүлүүсүз кыймылдайт деп алынды.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Массасы 200 г дык нерсе 15 м/с ылдамдык менен жогоруга тик ыргытылды. 1 с дан соң нерсенин кинетикалык энергиясы жана атылган чекитке салыштырмалуу потенциалдык энергиясы канча болот? g = 10 м/с^2 деп алынсын.

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$m = 200$ г $= 0{,}2$ кг;	$\upsilon = \upsilon_0 - at$;	$\upsilon = 15$ м/с $- 10 \cdot 1$ м/с $= 5$ м/с;
$\upsilon_0 = 15$ м/с;	$E_k = \dfrac{m\upsilon^2}{2}$;	$E_k = \dfrac{0{,}2 \cdot 5^2}{2}$ Ж $= 2{,}5$ Ж;
$g = 10$ м/с^2.	$h = \upsilon_0 t - \dfrac{gt^2}{2}$;	$h = 15 \cdot 1 - \dfrac{10 \cdot 1^2}{2}$ м $= 10$ м;
Табуу керек:		$E_p = 0{,}2 \cdot 10 \cdot 10$ Ж $= 20$ Ж.
$E_k = ?$ $E_p = ?$	$E_p = mgh$.	*Жообу:* $E_k = 2{,}5$ Ж; $E_p = 20$ Ж.

Эгерде сүрүлүү катышкан кыймыл болсо, нерсенин толук механикалык энергиясынын бир бөлүгү жылуулук энергиясына айланып кетет. Мында нерсенин ысып калгандыгын сезүү мүмкүн. Мисалы, бир бөлүк темирди балка менен урсак, жогоруга көтөрүлгөн балканын потенциалдык энергиясы ылдыйга түшүү учурунда ылдамдык алып, кинетикалык энергияга айланат. Балка темирге урулуп токтогондон соң, кинетикалык энергия нөлгө тең болуп калат. Мында толук энергия темирдин бөлүгүнүн формасын өзгөртүүгө, б.а. аны деформациялоо жана ысытууга сарпталат.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

80 м бийиктиктен эркин түшүп жаткан 1 кг дык нерсе бийиктиктин жарымын өтүп жатканда кинетикалык жана потенциалдык энергиялары эмнеге тең? $g = 10$ м/с^2 деп алынсын.

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$h_1 = 80$ м;	$E_{p1} = mgh_1$;	$E_{p1} = 1 \cdot 10 \cdot 80$ Ж $= 800$ Ж;
$h_2 = \dfrac{h_1}{2}$;	$E_{p2} = mgh_2$;	$h_2 = \dfrac{80}{2}$ м $= 40$ м;
	$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$	
$g = 10$ м/с^2.	болсо $E_{k1} = 0$:	$E_{p2} = 1 \cdot 10 \cdot 40$ Ж $= 400$ Ж;
Табуу керек:	$E_{k2} = E_{p1} - E_{p2}$.	$E_{k2} = 800$ Ж $- 400$ Ж $= 400$ Ж.
$E_{p2} = ?$ $E_{k2} = ?$		*Жообу*: $E_{p2} = 400$ Ж; $E_{k2} = 400$ Ж.

Таяныч түшүнүктөр: нерсенин потенциалдык жана кинетикалык энергияларынын айланышы, толук механикалык энергия, механикалык энергиянын сакталуу мыйзамы.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

1. 135-сүрөттөгү нерсе коюп жиберилгенден 1 с, 2 с жана 3 с дан соң кандай бийиктикте болушун келтирип чыгар жана түшүндүр.
2. 125 м бийиктикте турган 200 г массалуу нерсе коюп жиберилди. Нерсенин кыймылынын үчүнчү жана бешинчи секунддун аягындагы потенциалдык жана кинетикалык энергиялары канча болот? Ушул жана кийинки маселелерде g = 10 м/с^2 деп ал.

М 29

1. 100 г массалуу нерсе тик жогоруга 30 м/с ылдамдык менен атылды. 2 с дан кийин анын кинетикалык жана потенциалдык энергиялары канча болот? Эң жогорку чекитте нерсе кандай потенциалдык энергияга ээ болот?
2. Копёрдун токмогу 6 м бийиктиктен түшүп, казыкты урганда 18 кЖ кинетикалык энергияга ээ болот. Ушундай бийиктикте токмоктун потенциалдык энергиясы казыкка салыштырмалуу канча болот? Кинетикалык энергиясычы? Токмоктун массасы канча?
3. Массасы 200 г болгон нерсе тик жогоруга 30 м/с ылдамдык менен ыргытылды. Эң жогорку чекитке көтөрүлгөндө нерсенин потенциалдык энергиясы канча болот?
4. Бийиктиктен коюп жиберилген 500 г массалуу нерсенин толук механикалык энергиясы 200 Ж га тең. Нерсе кандай бийиктиктен коюп жиберилген? Ушул жана кийинки маселелерде g = 10 м/с^2 деп ал.
5. 136-сүрөттө берилген нерсенин массасы 50 г, пружинаны 10 см ге созуп коюп жиберилгенде алган эң чоң ылдамдыгы 10 м/с болсо, туюк системанын толук механикалык энергиясы канча болот? Мындай пружина кандай катуулукка ээ?

44-§. НЕРСЕНИН КИНЕТИКАЛЫК ЭНЕРГИЯСЫНЫН АНЫН ЫЛДАМДЫГЫ ЖАНА МАССАСЫНА КӨЗ КАРАНДЫЛЫГЫН АНЫКТОО (5-лабораториялык жумуш)

Иштин максаты: түрдүү массалуу шарлардын ылдамдыгын өзгөртүп, кинетикалык энергиянын сүрүлүү күчүн жеңишин байкоо аркылуу энергияга тиешелүү билимдерди бышыктоо.

Керектүү жабдыктар: түрдүү массалуу 2 болот шарча, металл ноо, брусок, өлчөө тасмасы, секундомер, штатив.

Ишти аткаруунун тартиби

1. 137-сүрөттө көрсөтүлгөндөй штативдин жардамында ноону жантайган абалда орнот. Ноонун төмөнкү учуна брусокту тиреп кой.

2. Ноонун орто бөлүгүнө кичине массалуу шарчаны кой жана аны коюп жиберип, ноону бойлой кандай тоголонушун, жыгач брусокко келип урулушун, сүрүлүү күчүн жеңишин жана брусокту белгилүү бир аралыка жылдыруусун күзөтүп бар.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

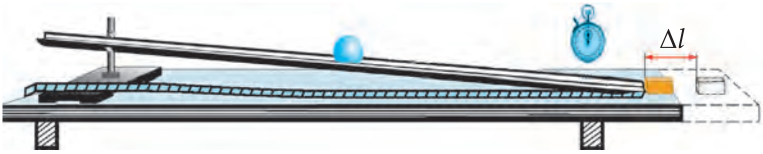
3. Брусок жылып калган аралык Δl ди өлчө.

4. Шарчаны ноонун жогорку учунан коюп жиберип, тажрыйбаны кайтала.

5. Чоң массалуу шарчаны ноонун ортоңку бөлүгүнөн коюп жибер жана брусоктун жылуусун дагы кайра өлчө.

6. 1-лабораториялык иштеги сыяктуу аралык жана убакытты өлчөп, шарча алган ылдамданууну тап. Ылдамдануу жана убакыт көрсөткүчтөрүнөн пайдаланып, шарчанын брусокко урулуу учурундагы ылдамдыгын аныкта жана кинетикалык энергияны тап.

7. Брусоктун сүрүлүүсүндө аткарылган жумуш менен кинетикалык энергиянын арасындагы көз карандылыктын натыйжаларын талда жана жыйынтык чыгар.



137-сүрөт. Нерсенин кинетикалык энергиясынын анын ылдамдыгы жана массасына көз карандылыгына байкоо жүргүзүү

45-§. КУБАТТУУЛУК

Кубаттуулук жана анын бирдиктери

Бирдей механикалык жумушту түрдүү машина түрдүүчө убакытта аткарышы мүмкүн. Мисалы, чоң кран жерде турган 10 т кышты 30 м бийиктикке 1 минутада алып чыгышы мүмкүн. Ал эми кичине кран болсо ошончо кышты 2 т дан 5 жолу көтөрүп жогоруга чыгарышы мүмкүн. Мында эки кран да бирдей жумуш аткарды, бирок аны аткаруу үчүн түрдүүчө убакыт сарптады. Машина, кыймылдаткыч жана ар түрдүү механизмдердин жумуш аткара алуу жөндөмдүүлүгүн салыштыруу үчүн **кубаттуулук** деп атала турган физикалык чоңдук киргизилген. Бирдей жумушту аткаруучу машиналардан кайсы бири ушул жумушту кыска убакыт ичинде аткарса, ошонусу кубаттуу болот. Механизмдин кубаттуулугу N убакыт бирдигинде аткарган жумушу менен туюнтулат:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Аткарылган жумуштун ушул жумушту аткарууга сарпталган убакытка болгон катышы кубаттуулук деп аталат.

Эл аралык бирдиктер системасында кубаттуулуктун негизги бирдиги кылып ***ватт*** (Вт) алынган. 1 Вт дегенде 1 с ичинде 1 Ж жумуш аткара

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

турган курулманын кубаттуулугу түшүнүлөт. Кубаттуулук бирдигинин аталышы буу машинасын ойлоп тапкан англиялык окумуштуу Жеймс Уатттын (Ватт) урматына коюлган. Практикада кубаттуулуктун башка бирдиктери – милливатт (мВт), гектоватт (гВт), киловатт (кВт), мегаватт (МВт) да колдонулат:

1 мВт = 0,001 Вт = 10^{-3} Вт; 1 гВт = 100 Вт = 10^{2} Вт;
1 кВт = 1 000 Вт = 10^{3} Вт; 1 МВт = 1 000 000 Вт = 10^{6} Вт.

Кубаттуулук жумуш жана убакыт сыяктуу скалярдык чоңдук. Кубаттуулуктун формуласынан жумушту табууга болот:

$$A = Nt. \qquad (2)$$

Бул формула жумуш менен энергиянын дагы бир бирдигин киритүүгө мүмкүнчүлүк берет. Механикалык жумуштун бирдиги 1 Вт кубаттуулуктагы механизмдин 1 с ичинде аткарган жумушуна тең. Бул бирдик ***ватт-секунд*** (Вт · с) деп аталат. Кубаттуулукту жумуш аткаруунун ылдамдыгы деп атаса болот. Транспорт каражатынын кубаттуулугу ***ат күчү*** деп аталуучу атайын бирдикте өлчөнөт. Болжол менен 736 Вт болгон механизмдин кубаттуулугу 1 ат күчүнө тең, б.а.:

1 ат күчү ≈ 736 Вт.

Кубаттуулук, күч жана ылдамдыктын арасындагы байланыштар

Транспорт каражаттары көбүнчө туруктуу ылдамдык менен кыймылдайт. υ ылдамдык менен түз сызыктуу бир калыпта бараткан автомобиль t убакыт ичинде $s = \upsilon t$ аралыкты басып өтөт. Автомобиль турактуу ылдамдык менен кыймылдашы үчүн аны кыймылга келтире турган мотордун F күчү таасир этип турушу керек. Бул күч автомобилдин кыймылына каршылык кыла турган күчтөргө (түрдүү сүрүлүү күчтөрүнө) сан жагынан барабар жана карама-каршы багытталган. Ошондуктан автомобиль s аралыкты басып өткөндө анын мотору аткарган жумуш $A = F s = F\upsilon t$ га барабар болот. Эгерде $A = Nt$ экенин эсепке алсак, кубаттуулуктун төмөнкү формуласы келип чыгат:

$$N=F\upsilon. \qquad (3)$$

Формуладан көрүнгөндөй, мотордун кубаттуулугу канча чоң болсо, автомобилдин ылдамдыгы да ошончо чоң болот. Ошондуктан чоң ылдамдыкта жүрүүчү самолёт, поезд, автомобилдерге чоң кубаттуулуктагы мотор орнотулат. Жогорку формуладан дагы мотордун кубаттуулугу туруктуу болгондо ылдамдык канча чоң болсо, күч ошончо кичине боло тургандыгын билүү

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

мүмкүн. Ошондуктан дөңгө чыгууда автомобилдин тартуу күчүн чоңойтуу үчүн ылдамдыгы төмөндөтүлөт.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Чоң кран 10 т кышты, кичине кран болсо 2 т кышты 30 м бийиктикке 1 минутада алып чыкты. Ар бир крандын кубаттуулугунун пайдалуу бөлүгүн тап. g = 10 м/с^2 деп ал.

Берилген:

m_1=10 т =10 000 кг;
m_2 = 2 т = 2 000 кг;
h = 30 м;
t = 1 мин = 60 с;
g = 10 м/с^2.

Табуу керек:
N_1 = ? N_2 = ?

Формуласы:

$A_1 = m_1 gh$;
$A_2 = m_2 gh$;

$N_1 = \frac{A_1}{t}$;

$N_2 = \frac{A_2}{t}$.

Чыгарылышы:

$A_1 = (10\,000 \cdot 10 \cdot 30)$ Ж = 3 000 000 Ж;
$A_2 = (2\,000 \cdot 10 \cdot 30)$ Ж = 600 000 Ж;

$N_1 = \frac{3\,000\,000}{60}$ Вт=50 000 Вт=50 кВт;

$N_2 = \frac{600\,000}{60}$ Вт=10 000 Вт=10 кВт.

Жообу: N_1 = 50 кВт; N_2 = 10 кВт.

Таяныч түшүнүк: кубаттуулук.

1. Кубаттуулук деген эмне? Ал кандай бирдиктерде туюнтулат?
2. Кубаттуулук, күч жана ылдамдыктын ортосундагы байланыш кандай туюнтулат?
3. Жумуш менен энергия жоул (Ж) дан сырткары дагы кандай бирдикте өлчөнөт?
4. Автомобиль дөңгө чыгууда тартуу күчүн арттыруу үчүн айдоочу эмне кылышы керек?

М 30

1. Эгерде бала 1 саатта 360 кЖ жумуш аткарган болсо, баланын кубаттуулугунун пайдалуу бөлүгүн тап.
2. Массасы 4 кг болгон нерсе күч таасиринде горизонталь бетте 5 с ичинде 15 м аралыкка бир калыпта кыймылдап барды. Тайгалануучу беттердин сүрүлүү коэффициенти 0,2 ге тең болсо, нерсе кыймылга келтирилгендеги кубаттуулуктун пайдалуу бөлүгүн тап. Бул жана кийинки маселелерде g = 10 м/с^2 деп ал.
3. Ат массасы 1 т арабаны 1 км ге 10 минутада алып барды. Эгерде араба кыймылына каршылык коэффициенти 0,06 га тең болсо, аттын кубаттуулугунун пайдалуу бөлүгүн тап.
4. Самолёт 900 км/саат ылдамдык менен түз сызык боюнча бир калыпта учууда. Мотордун кубаттуулугу 1,8 МВт болсо, анын тартуу күчү эмнеге барабар?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

46-§. ТАБИЯТТА ЭНЕРГИЯНЫН САКТАЛУУСУ. ПАЙДАЛУУ АРАКЕТ КОЭФФИЦИЕНТИ

Табиятта энергиянын айлануусу жана сакталуусу

Энергиянын сакталуу мыйзамы жалаң эле механикалык кубулуштарда гана эмес, ошондой эле башка бардык физикалык кубулуштарда да орундуу. Бул кубулуштарда энергия бир түрдөн башка түрлөргө айланышы мүмкүн. Мисалы, сүрүлүү күчү таасиринде кыймылдап жаткан нерсенин механикалык энергиясынын бир бөлүгү жылуулукка айланат. Күндүн жылуулук энергиясы Жер бетин ысытат, жылуулук себеп жерден суу буулары атмосферага көтөрүлөт, пайда болгон булуттардан жаан жаайт, бул жаандар дарыялардагы сууну пайда кылат, дарыя суусунун потенциалдык энергиясы бийик тогоондон түшүүдө кинетикалык энергияга айланат, бул энергия ГЭС терде турбинаны айландырып, электр энергия пайда болот, электр энергиясы болсо үйлөрдөгү электр жарыктары аркылуу жарык энергиясына айланат жана башка.

Ошентип, табиятта энергия жок болуп кетпейт, ал болгону бир түрдөн башка түргө айланат. Энергиянын сакталуу мыйзамы:

Табиятта энергия эч убакта бардан жок болбойт жана жоктон бар болбойт, ал болгону бир түрдөн башка түргө же бир нерседен башка нерсеге өтүп, сандык жактан өзгөрүүсүз калат.

Механизмдердин пайдалуу аракет коэффициенти

Ар кандай машина же кыймылдаткычтын пайдалуу жумушу толук сарпталган энергиядан кичине болот. Себеби бардык механизмдерде сүрүлүү күчтөрү бар болуп, бул күчтөрдүн натыйжасында курулмалардын түрдүү бөлүктөрү кызыйт. Сарпталган толук энергиянын бир бөлүгү жылуулукка айланып коромжу болот, калган бөлүгү пайдалуу жумуш аткарат.

Машина жана кыймылдаткычтарда сарпталып жаткан энергиянын канча бөлүгүн пайдалуу жумуш беришин көрсөтүүчү чоңдук – пайдалуу аракет коэффициенти (кыскача ПАК) киргизилген.

Пайдалуу жумуштун сарпталган жумушка болгон катышы менен өлчөнө турган чоңдук *пайдалуу аракет коэффициенти* деп аталат жана η тамгасы менен белгиленет.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Ар кандай механизмдин пайдалуу аракет коэффициентин пайыз эсебинде туюнтуу мүмкүн. Эгерде пайдалуу жумушту $A_п$, сарпталган толук жумушту $A_т$ да белгилесек, анда ПАК формуласы төмөнкүчө жазылат:

$$\eta = \frac{A_п}{A_т} \cdot 100\ \%.$$

ПАК бирден же 100% дан чоң боло албайт. Машина жана кыймылдаткычтарда сүрүлүү күчтөрүнүн жумушу себеп толук энергиянын бир бөлүгү коромжу болот жана ошондон улам ПАК ар дайым бирден кичине болот.

Маселе чыгаруунун үлгүсү

Көтөрмө кранга кубаттуулугу 10 кВт болгон кыймылдаткыч орнотулган. Кран массасы 5000 кг болгон жүктү 3 минутта 27 м бийиктикке көтөрдү. Крандын ПАК канча? g = 10 м/с^2 деп ал.

Берилген:	*Формуласы*:	*Чыгарылышы*:
$N_т$ = 10 кВт=10 000 Вт;	$A_т = N_т t$;	$A_т$ = (10 000·180) Ж = 1 800 000 Ж.
m =5000 кг; h = 27 м;	$A_т = mgh$;	$A_п$ = (5000·10·27) Ж = 1 350 000 Ж.
t = 3 мин = 180 с;	$\eta = \frac{A_п}{A_т} \cdot 100\ \%.$	$\eta = \frac{1\ 350\ 000}{1\ 800\ 000} \cdot 100\ \% = 75\ \%.$
g = 10 м/с^2.		*Жообу*: η = 75 %.

Табуу керек:

η = ?

Таяныч түшүнүктөр: табиятта энергиянын айлануусу, табиятта энергиянын сакталуусу, Күндүн жарык энергиясы, гидроэлектростанция, пайдалуу аракет коэффициенти.

1. Табиятта энергиянын айлануусун түшүндүрүп бер.
2. «Энергия эч убакта бардан жок болбойт, жоктон бар болбойт» дегенде эмнени түшүнөсүң?
3. Пайдалуу аракет коэффициенти деп кандай чоңдукка айтылат жана ал кандай туюнтулат?
4. Эмне себептен ПАК бирден (100% дан) чоң боло албайт?

М 31

1. Автомобилге кубаттуулугу 100 кВт болгон кыймылдаткыч орнотулган. Ал 1 минутта 2,4 МЖ пайдалуу жумуш аткарат. Автомобилдин ПАК ин тап.
2. Көтөрүү краны 10 кВт кубаттуулуктагы кыймылдаткыч менен иштейт. Кыймылдаткычтын ПАК 80% га барабар болсо, массасы 2 т болгон жүк 40 м бийиктикке канча убакытта чыгарылат? g = 10 м/с^2.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

3. Самолёт 900 км/саат ылдамдыкта түз сызыктуу бир калыпта учууда. Кыймылдаткычтын кубаттуулугу 1,8 МВт жана ПАК 70% га тең болсо, кыймылдаткычтын тартуу күчү канча?
4. Гидроэлектростанциянын 25 м бийиктиктеги тогоонунан секундуна 200 т суу түшөт. Станциянын кубаттуулугу 10МВт. Тогоондон түшүп жаткан суунун механикалык энергиясынын электр энергиясына айлануу ПАК канча? $g = 10$ м/с^2.

VII ГЛАВАГА ТИЕШЕЛҮҮ КОШУМЧА МАСЕЛЕЛЕР

1. Массасы 1 кг болгон нерсе 50 м бийиктиктен 20 м бийиктикке түшкөндө оордук күчү канча жумуш аткарат? Бул жана кийинки көнүгүүлөрдө $g = 10$ м/с^2 деп алынсын.
2. Катуулугу 10000 Н/м болгон пружина тең салмактуу абалдан 8 см аралыкка созулду. Ушул абалда пружинанын потенциалдык энергиясы эмнеге барабар?
3. Пружинаны 5 мм ге созуу үчүн 3 кЖ жумуш аткаруу керек. Аны 1,2 см ге созуу үчүн канча жумуш аткаруу керек болот?
4. Массасы 1 кг дуу нерсе 180 м бийиктиктен эркин түшүүдө. Нерсенин кыймылынын алтынчы секундунун аягындагы кинетикалык жана потенциалдык энергиялары канча болот?
5. Штангачы 180 кг массадагы штанганы 2 м бийиктикке силкип көтөргөндө канча жумуш аткарат?
6. Кран узундугу 7 м, туура кесилиш аянты 75 см^2 болгон болот түркүктү горизонталь абалдан 60 м бийиктикке көтөргөндө канча жумуш аткарат? Болоттун тыгыздыгы $7{,}8 \cdot 10^3$ кг/м^3.
7. Массасы 250 г болгон эркин түшүп жаткан нерсенин ылдамдыгы белгилүү бир жолдо 1 м/с дан 9 м/с га чейин артты. Ушул жолдо оордук күчүнүн аткарган жумушун тап.
8. Белгилүү бир ылдамдыктагы нерсенин импульсу 10 кг · м/с, $E_к$=50 Ж. Нерсенин ылдамдыгын жана массасын тап.
9. Узундугу 3 м жана массасы 40 кг болгон түркүктү вертикаль абалда тургузуп коюу үчүн канча жумуш аткаруу керек?
10. 60 м бийиктиктен эркин түшүп жаткан 0,5 кг дуу нерсенин жердин бетинен 20 м бийиктиктеги $E_п$ жана $E_к$ тап.
11. Таш жогоруга 20 м/с ылдамдык менен атылды. Кандай бийиктикте таштын $E_п$ жана $E_к$ өз ара теңдешет?

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

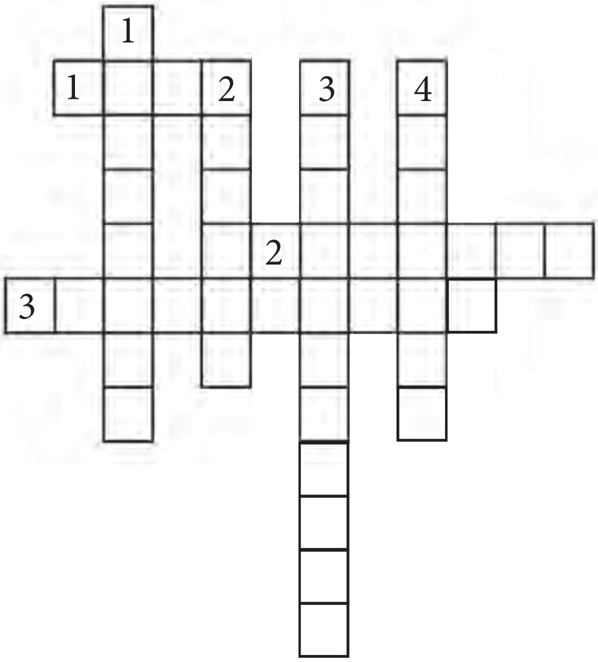
Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

12. Горизонталдык бетте нерсе 100 Н күч таасиринде бир калыпта кыймылдап жатат. Сырткы күчтүн таасири токтогондон соң нерсе 2 м аралыкка тайгаланып барып токтоду. Сүрүлүү күчүнүн жумушун тап.
13. Эгерде бла 0,5 саатта 180 кЖ жумуш аткарган болсо, анын пайдалуу кубаттуулугун тап.
14. Автомобилге кубаттуулугу 250 кВт болгон кыймылдаткыч орнотулган. Ал 1 саатта 360 МЖ пайдалуу жумуш аткарды. Автомобилдин ПАК ин тап.

Кроссворд

Туурасынан: 1. Чен бирдиги.
2. Физика илиминин өнүгүүсүнө чоң салым кошкон мекендештерибизден.
3. Физика сөзүн илимге киргизген окумуштуу.

Тигинен: 1. Физиканын бөлүмдөрүнөн бири.
2. Космонавттардын транспорту.
3. Энергиянын түрү.
4. Түрткү деген маанини билдире турган физикалык чоңдук.



*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Тиркеме

ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШТЕРДЕ ӨЛЧӨӨ КАТАЛЫКТАРЫН ЭСЕПТӨӨ

Физикалык чоңдуктарды лабораториялык сабактарда өлчөө түз жана кыйыр аткарылат. Түз өлчөөдө аспап изделип жаткан чоңдуктун маанисин көрсөтөт.

Физикалык чоңдуктардын баарын эле түз өлчөөгө болбойт. Ошондуктан изделип жаткан физикалык чоңдук түз өлчөп табылган чоңдуктар аркылуу эсептеп табылат. Физикалык чоңдукту мындай табуу кыйыр өлчөө деп аталат. Кыйыр өлчөөдө абсолюттук жана салыштырма каталыктарды эсепке алуу зарыл.

Физикалык чоңдукту өлчөөдө бирдей шартта өлчөнгөн маанилер a_1, a_2, a_3, …, a_n алынат. Алардын орточо арифметикалык мааниси

$a_{орт.} = (a_1+a_2+a_3+\ldots+a_n)/n$ туюнтмасынан табылат.

Өлчөө маалынада табылган маанилер бири-биринен айырмаланып, алардын орточо маанисинен айырмасы өз-өзүнчө өлчөөлөрдүн абсолюттук каталыгы деп аталат.

Биринчи өлчөөдөгү абсолюттук каталык $\Delta a_1 = |a_{орт.} - a_1|$, экинчи $\Delta a_2 = |a_{орт.} - a_2|$, үчүнчү $\Delta a_3 = |a_{орт.} - a_3|$, жана n-чи $\Delta a_n = |a_{орт.} - a_n|$ туюнтмалардан табылат. Кийин абсолюттук каталыктардын орточо мааниси $\Delta a_{орт} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \ldots + \Delta a_n)/n$ туюнтмадан аныкталат.

Физикалык чоңдуктардын чыныгы мааниси табылган орточо мааниден ± аорт чейин айырмаланат, б.а. $a = a_{орт.} + \Delta a_{орт.}$ Ошондой эле, абсолюттук каталыктын орточо маанисинин өлчөнүп жаткан чоңдуктун орточо маанисине болгон катышы салыштырма каталык деп аталат жана ал пайыз эсебинде алынат, б.а.

$\varepsilon = (\Delta a_{орт.} / a_{орт.}) \cdot 100\ \%$.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

КӨНҮГҮҮЛӨРДҮН ЖООПТОРУ

2-көнүгүү. 2. υ = 1,5 м/с. **3.** υ = 5 м/с. **4.** υ = 80 км/саат. **3-көнүгүү. 1.** s = 60 м. **2.** s = 30 км. **3.** t = 10 мин. **4.** t = 0,5 саат. **4-көнүгүү. 1.** $\upsilon_{орт}$ = 0,5 м/с. **2.** $\upsilon_{орт}$ = 90 км/саат. **3.** υ = 1,5 м/с. **4.** Саат 7^{40} та. **5-көнүгүү. 1.** a = 2,5 м/с^2. **2.** t = 30 с. **3.** a_1 = 0,5 м/с^2; a_2 = –1,0 м/с^2. **4.** a = 0,5 м/с^2. **5.** t = 50 с. **6-көнүгүү. 1.** υ = 12 м/с. **2.** υ = 15 м/с. **3.** υ = 24 км/саат; $\upsilon_{орт}$ = 42 км/саат. **4.** υ_0 = 5 м/с. **7-көнүгүү. 1.** s = 15 м. **2.** s = 1,4 км. **8-көнүгүү. 1.** υ= 60 м/с; h = 180 м. **2.** t = 4 s; h = 80 м. **3.** υ = 45 м/с; h = 45 м. **9-көнүгүү. 1.** υ = 5 м/с; h = 30 м. **2.** h = 90 м; t = 6 с. **3.** υ = -10 м/с; h = 75 м. **4.** υ = 60 м/с. **5.** h = 45 м; υ_0 = 30 м/с. **10-көнүгүү. 1.** υ_1 = 0,5 м/с; υ_2 = 1 м/с; υ_3 = 1,5 м/с; ω = 10 рад/с. **2.** υ = 10 м/с. **3.** υ = 0,05 мм/с; $\Delta\varphi$ = 1 рад; ω ≈ 0,0017 рад/с. **5.** υ ≈ 21 см/с; ω ≈ 0,00105 рад/с. **11-көнүгүү. 1.** υ ≈ 0,21 м/с; ω ≈ 0,21 рад/с. **2.** T ≈ 0,19 с; ν ≈ ≈ 5,3 1/с; ω ≈ 33,3 рад/с. **3.** υ ≈ 465 м/с; ω ≈ 7,3 · 10^{-5} рад/с. **12-көнүгүү. 1.** a = 100 м/с^2. **2.** a ≈ 1786 м/с^2. **3.** a ≈ 1875 м/с^2. **4.** r = 57,6 *см*. **5.** T = 0,05 с; υ = 18,84 м/с; ω = 125,6 рад/с*;* a ≈ 2366 м/с^2. **14-көнүгүү. 3.** a = 2 м/с^2; m = 40 кг. **4.** F = 20 Н. **15-көнүгүү. 1.** υ = 7,85 м/с; F ≈ 4,9 Н. **2.** А. υ = 7,85 м/с; F ≈ 9,8 Н. Б. υ = 15,7 м/с; F ≈ 9,8 Н. В. υ = 3,925 м/с; F ≈ 1,2 Н. **16-көнүгүү. 1.** k = 80 Н/м. **2.** Δl = 2 см. **3.** F_t = 40 Н. **4.** Δl = 1 см. **5.** k = 4· 10^5 Н/м. **6.** k_2 = 500 Н/м. **17-көнүгүү. 1.** F ≈ 2 · 10^{20} Н. **2.** F ≈ 1,7 · 10^{-7} Н. **3.** F = 8,17 · 10^{-8} Н. **18-көнүгүү. 1.** $F = F_{оор}$ = 2 кН. **3.** m = 2 т. **19-көнүгүү. 1.** P = 0,5 Н. **2.** P = 0,8 Н. **3.** $P = F_{серп}$ = 2 Н. **20-көнүгүү. 1.** P = 6 Н. **3.** a = 3 м/с^2. **21-көнүгүү. 1.** h = 45 м; s = 4 м. **2.** t = 5 с; h = 125 м. **3.** υ_I/υ_a = 355,5; υ_I/υ_s = 31,6. **22-көнүгүү. 1.** F = 3,84 ·10^{-6} Н. **2.** F = 0,67 Н. **3.** F = 3,5 ·10^{-22} Н. **4.** $F = P$ = 1000 кН **5.** m = 10 т. **6.** F = 9,8 Н; **7.** P = 666 Н. **8.** P = 657 Н. **9.** 4716 км. **23-көнүгүү. 1.** F_{13} = 20 Н. **2.** F = 12 Н. **3.** $F_{тог.сүр}$ = 0,06 Н. **4.** $F_{тог.сүр}$ = 3,6 Н. **24-көнүгүү. 1.** I_1 = 20 Н· с; I_2 = 1 Н· с. **2.** I = 10 Н· с. **3.** Δp = –0,3 Н · s. **25-көнүгүү. 1.** m = 30 т. **2.** υ^I = 4,5 м/с. **3.** υ^{II} = 4,5 м/с. **26-көнүгүү. 1.** A = 2 кЖ. **2.** A = 630 Ж. **3.** A_1 = 72 кЖ; A_2 = 96 кЖ; A_3 = 120 кЖ; $A_{жалпы}$ = 283 кЖ **4.** F = 120 кН. **5.** *а)* терс; *б)* оң. **6.** A = 12,25 Ж. **27-көнүгүү. 1.** E_p = 80 Ж. **2.** E_{p1} = 100 Ж; E_{p2} = 240 Ж; A = –140 Ж. **3.** A = 9,6 кЖ. **28-көнүгүү. 1.** E_k = = 12,5 Ж; **2.** A = 240 кЖ; **3.** A = 10 кЖ; **4.** A = 80 кЖ. **5.** m = 1349 кг. **29-көнүгүү. 1.** E_k = 5 Ж; E_p = 40 Ж. E_{max} = 45 Ж. **2.**E_{p2}=18кЖ;E_{k2}=0;m=300кг.**3.**E_p=90Ж. **4.** h = 40 м. **30-көнүгүү. 1.** N = 100 Вт. **2.** N = 24 Вт. **3.** N = 1 кВт. **4.** F = 7,2 кН. **31-көнүгүү.** 1. η = 40%. **2.** t = = 1 мин 40 с. **3.** F = 5040 *Н*. **4.** η = 20%.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

КОШУМЧА КӨНҮГҮҮЛӨРДҮН ЖООПТОРУ

II бөлүм. 1. υ = 5 м/с; υ = 18 км/саат. **2.** S = 60 км. **3.** t = 12 мин. **4. а**) 25 м/с; б) 15 м/с. **5.** l_1 = 270 м; l_2 = 360 м. **6.** $t_{ar.к}$ = 2 $t_{ar.б}$. **7.** $\upsilon_{орт}$ = = 72 км/саат. **8.** t_2= 20 с. **9.** S_2= 72 см. **10.** S = 38,75 м. **11.** S = 40 м; υ = 90 м/с. **12.** S = 25 м. **13.** t = 8 с. **14.** υ = 55 м/с. **15.** h = 720 м; υ = 120 м/с. **16.** $\upsilon_{орт}$= 45 км/саат;

III бөлүм. 1. ν = 0,6 1/с; Т = 1,67 с; υ = 1,88 м/с; ω = 3,76 рад/с. **2.** Т = 0,05 с; ν = 20 1/с; ω = 125,6 рад/с. **3.** ν = $4{,}2\cdot10^{-7}$ 1/с; υ = 1 км/с. **4.** ν = $3{,}2\cdot10^{-8}$ 1/с; υ = 30 км/с. **5.** ν =$1{,}2\cdot10^{-5}$ 1/с; a = 0,034 м/с^2. **6.** ν = 2,65 1/с. **7.** a = 0,225 м/с^2. **8.** a = 1570 м/с^2. **9.** υ_2/υ_1 = 1/20. **10.** 4 жолу;

IV бөлүм. 1. F = 20 Н. **2.** F = 0,1 Н. **3.** m = 20 т. **4.** F = 0,8 Н. **5.** a = 0,5 м/с^2. **6.** a = 3 м/с^2. **7.** *а*) 2 м/с; *б*) 3 м/с. **8.** F = 1,6 кН. **9.** υ = 2 м/с. **10.** a = 1,5 м/с^2. **11.** a = 1,5 м/с^2. **12.** F = 800 Н. **13.** F = 4 Н; a = 40 м/с^2. **14.** F_2 = $4F_1$; a_2= $4a_1$. **15.** m = 250 г. **16.** F = 1 Н. **17.** m = 200 кг; a = 12,5 м/с^2. **18.** k = 20 Н/м. **19.** k = 125 Н/м. **20.** m = 300 г. **21.** Δl = 6 см. **22.** k_2 = 160 Н/м. **23.** Δx = 14 см.

V бөлүм. 3. F = $6{,}67\cdot10^{-3}$ Н. **5.** M_g = $2\cdot10^{30}$ кг. **6.** P = 3,58 кН. **7.** P = 118 Н. **8.** h = 20 м. **10.** $F_{сүр}$ = 20 N; μ = 0,04. **13.** R = 40 м;

VI бөлүм. 4. I_1 = 1 Н·с; I_2 = 40 Н·с. **5.** p_1 = 0,3 кг·м/с; p_2 = 1,5 кг·м/с; p_3 = 1,2 кг·м/с. **6.** p = 0,5 кг·м/с. **7.** p_1 = 30000 кг·м/с; p_2 = 40000 кг·м/с; p_1' = 12000 кг·м/с; p_2' = 18000 кг·м/с. **8.** Δp = -0,24 кг·м/с. **9.** υ = 1,8 м/с. **10.** υ = 3 м/с. **12.** x = 1 м. **13.** Δp = -0,03 Н/с.

VII бөлүм. 1. A = 300 Ж. **2.** E_p = 32 Ж. **3.** A_2 = 17 кЖ. **4.** E_k = 1800 Ж; E_p = 0 Ж. **5.** A = 3600 Ж. **6.** A = 246 кЖ. **7.** A = 10 Ж. **8.** υ = 10 м/с; m = 1 кг. **9.** A = 600 Ж. **10.** E_k = 200 Ж; E_p = 100 Ж. **11.** h = 10 м. **12.** A = 200 Ж. **13.** N = 100 Вт. **14.** η = 40 %;

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

МАЗМУНУ

Киришүү 3

КИНЕМАТИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

I бөлүм. Механикалык кыймыл жөнүндө жалпы маалыматтар

1-§. Нерселердин кыймылы 8
2-§. Мейкиндик жана убакыт 11
3-§. Кинематиканын негизги түшүнүктөрү 14
4-§. Скалярдык жана вектордук чоңдуктар, алардын үстүндө аткарылуучу амалдар...18
I бөлүм боюнча корутундулар 23
I бөлүмгө тиешелүү кошумча суроо жана маселелер 24

II бөлүм. Түз сызыктуу кыймыл

5-§. Түз сызыктуу бир калыптагы кыймыл жөнүндө түшүнүк 26
6-§. Түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдын ылдамдыгы 28
7-§. Түз сызыктуу бир калыптагы кыймылдын графикалык сүрөттөлүшү 32
8-§. Бир калыпта эмес кыймылда ылдамдык 34
9-§. Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда ылдамдануу 37
10-§. Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылдын ылдамдыгы 40
11-§. Бир калыпта өзгөрмөлүү кыймылда басып өтүлгөн жол 44
12-§. Бир калыпта ылдамдатылган кыймылдагы нерсенин ылдамдануусун аныктоо (1-лабораториялык иш) 47
13-§. Нерселердин эркин түшүшү 48
14-§. Жогоруга тик ыргытылган нерсенин кыймылы 50

III бөлүм. Бир калыптагы айланма кыймыл

15-§. Нерсенин бир калыптагы айланма кыймылы 56
16-§. Айлануу кыймылын мүнөздөй турган чоңдуктардын арасындагы байланыштар 59
17-§. Борборго умтулуучу ылдамдануу 62

ДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

IV бөлүм. Кыймыл мыйзамдары

18-§. Нерселердин өз ара аракеттениши. Күч 68
19-§. Ньютондун биринчи мыйзамы – инерция мыйзамы 72
20-§. Нерсенин массасы 76
21-§. Ньютондун экинчи мыйзамы 78

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

22-§. Ньютондун үчүнчү мыйзамы 82
23-§. Кыймыл мыйзамдарынын айланма кыймылга колдонулушу 86
24-§. Серпилүү күчү 88
25-§. Пружинанын катуулугун аныктоо (2-лабораториялык иш)...................93

V бөлүм. Сырткы күчтөр таасиринде нерселердин кыймылы

26-§. Бүткүл дүйнөлүк тартылуу мыйзамы 97
27-§. Оордук күчү 100
28-§. Нерсенин салмагы 102
29-§. Ашыкча жүк жана салмаксыздык 105
30-§. Жердин тартуу күчү таасиринде нерселердин кыймылы 108
31-§. Жердин жасалма жолдоштору 112
32-§. Сүрүлүү күчү. Тынч абалдагы сүрүлүү 115
33-§. Тайгаланып сүрүлүү. Тоголонуп сүрүлүү 118
34-§. Тайгаланып сүрүлүү коэффициентин аныктоо
(3-лабораториялык иш) 122
35-§. Табиятта жана техникада сүрүлүү 123

САКТАЛУУ МЫЙЗАМДАРЫ

VI бөлүм. Импульстун сакталуу мыйзамы

36-§. Импульс 130
37-§. Импульстун сакталуу мыйзамы 135
38-§. Реактивдүү кыймыл 140

VII бөлүм. Жумуш жана энергия. Энергиянын сакталуу мыйзамы

39-§. Механикалык жумуш 147
40-§. Нерсенин көтөрүүдө жана аны ушул аралыкка горизонталь которууда аткарылган жумушту эсептөө (4-лабораториялык жумуш)............................151
41-§. Потенциалдык энергия 152
42-§. Кинетикалык энергия 155
43-§. Механикалык энергиянын сакталуу мыйзамы 157
44-§. Нерсенин кинетикалык энергиясынын анын ылдамдыгы жана массасына көз карандылыгын аныктоо (5-лабораториялык иш) 162
45-§. Кубаттуулук 163
46-§. Табиятта энергиянын сакталуусу. Пайдалуу аракет коэффициенти ...166
Тиркеме. Лабораториялык иштерде өлчөө каталыктарын эсептөө...............170
Маселелердин жооптору 171
Кошумча көнүгүүлөрдүн жооптору 172

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Хабибуллаев, Полат Кыргызбаевич.
Физика: жалпы орто билим берүүчү мектептердин 7-классы үчүн окуу китеби/ П.К.Хабибуллаев, А.Байдедаев, А.Д.Бахрамов, С. Бурханов.– Кайра иштелген жана толтурулган төртүнчү басылышы. — Т.: «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Мамлекеттик илимий басмасы, 2017. — 176 б.

КВК 22.3я72

O‘quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH
BOYDEDAYEV AHMADJON
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH
BURXONOV SATTOR OSIMOVICH

FIZIKA

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
7-sinfi uchun darslik

(Qirg‘iz tilida)

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan to‘rtinchi nashri

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»
Davlat ilmiy nashriyoti
Toshkent–2017

Которгон Г. Токтобаев
Редактору Т. Токтобаев
Көркөм редактору А. Якубжанов
Беттөөчү дизайнери Ж. Бадалов
Корректору Б. Кадырова

2017-жыл 06.11 да басууга уруксат берилди. Форматы 70x100 1/16.
«Times New Roman» гарнитурасы, кегль 12. Офсеттик ыкмада басылды. Шарттуу басма табагы 14,19. Эсеп басма табагы 12,00. Тиражы 720. 4794-сандуу буюртма.

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Мамлекеттик илимий басмасы.
100011, Ташкент ш., Наваий көчөсү, 30.
«Sharq» басма-полиграфиялык акционердик компаниясынын басмаканасында басылды.
100000, Ташкент ш., Buyuk Turon көчөсү, 41.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Ижарага берилген окуу китебинин абалын көрсөтүүчү жадыбал

№	Окуучунун аты, жөнİ	Окуу жылы	Китептин алынгандагы абалы	Класс жетекчисинин кол	Китептин тапшырылгандыгы абалы	Класс жетекчисинин колу
	1.					
	2.					
	3.					
	4.					
	5.					
	6.					

Окуу китебин ижарага бергенде жана окуу жылынын аягында кайтарып алганда жогорудагы жадыбал класс жетекчиси тарабынан баалоонун төмөнкү критерийлеринин негизинде толтурулат

Жаңы	Окуу китебин пайдаланууга алгачкы жолу берилгендеги абалы
Жакшы	Мукабасы бүтүн, китептин негизги бөлүгүнөн ажырабаган. Бардык барактары бар, жыртылбаган, көчпөгөн, беттеринде жазуу-чийүүлөрү жок.
Канааттандырарлык	Мукабасы эзилген, бир аз чийилип, беттери тытылган, китептин негизги бөлүгүнөн ажыраган түрү бар, пайдалануучу тарабынан канааттандырарлуу ремонттолгон. Көчкөн барактары кайра ремонттолгон, айрым беттери чийилген.
Канааттандырарлык эмес	Мукабасына чийилген, ал жыртылган, негизги бөлүгүнөн ажыраган же таптакыр жок, канаатандырарлык эмес ремонттолгон. Беттери жыртылган, барактары жетишпейт, чийип, боүп ташталган, окуу китебин калыбына келтирүүгө болбойт.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE

Все учебники Узбекистана на сайте UZEDU.ONLINE

Хабибуллаев, Полат Кыргызбаевич.
Физика: жалпы орто билим берүүчү мектептердин 7-классы үчүн окуу китеби/ П.К.Хабибуллаев, А.Байдедаев, А.Д.Бахрамов, С. Бурханов.– Кайра иштелген жана толтурулган төртүнчү басылышы. — Т.: «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Мамлекеттик илимий басмасы, 2017. — 176 б.

КВК 22.3я72

O‘quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH
BOYDEDAYEV AHMADJON
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH
BURXONOV SATTOR OSIMOVICH

FIZIKA

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
7-sinfi uchun darslik

(Qirg‘iz tilida)

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan to‘rtinchi nashri

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»
Davlat ilmiy nashriyoti
Toshkent–2017

Которгон Г. Токтобаев
Редактору Т. Токтобаев
Көркөм редактору А. Якубжанов
Беттөөчү дизайнери Ж. Бадалов
Корректору Б. Кадырова

2017-жыл 06.11 да басууга уруксат берилди. Форматы 70х100 1/16.
«Times New Roman» гарнитурасы, кегль 12. Офсеттик ыкмада басылды. Шарттуу басма табагы 14,19. Эсеп басма табагы 12,00. Тиражы 98. 4794–А сандуу буюртма.

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Мамлекеттик илимий басмасы.
100011, Ташкент ш., Наваий көчөсү, 30.
«Sharq» басма-полиграфиялык акционердик компаниясынын басмаканасында басылды.
100000, Ташкент ш., Buyuk Turon көчөсү, 41.

*Книга предоставлена исключительно в образовательных целях
UZEDU.ONLINE