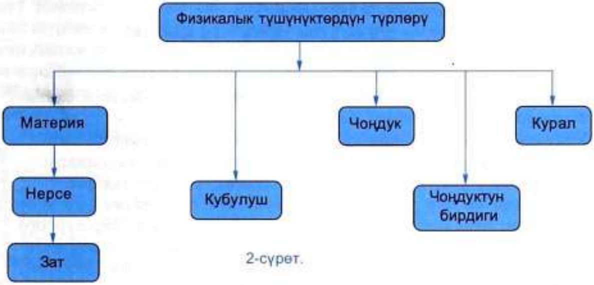
Э. М. Мамбетакунов

ФИЗИКА

1-сүрөт.



2-сүрөт.

Физикадагы негизги түшүнүк – бул материя. Ааламда биздин аң-сезимибизден сырткары жашагандардын бардыгы *материя* деп аталат (жан-жаныбарлар, аба, суу, өсүмдүктөр, Ай, Күн ж. б.). Материя түшүнүгү мурда айтылган табият түшүнүгүнө окшошуп кетет. Бирок физиканы окуганда материя катары физикалык нерселерди карайбыз.

Физикалык нерсе – биз касиетин үйрөнүүчү бардык буюмдар, предметтер, б. а. материянын адамдын оюнда түзүлгөн модели. Физикалык нерселер дүйнөдө реалдуу жашайт. Мисалы, автомобиль, поезд, компьютер, кнопка, тамчы, кашык, бешик ж. б. Бирок алардын бардыгын жалпылаштырып *физикалык нерсе* деп коёбуз.

Физикалык нерселер эмнеден турса, ошолордун бардыгын зат деп аташат.

Мисалы, суу – зат, суунун тамчысы – нерсе; темир – зат, темирден жасалган мык – нерсе. Көпчүлүк нерселер бир эле заттан эмес, бир нече заттан турат. Мисалы, велосипеддин түзүлүшүн карап көргүлө.

Андан кийинки негизги түшүнүктүн бири – физикалык кубулуш. Табияттагы болгон бардык өзгөрүүлөр *кубулуш* деп аталат. Физикада механикалык, жылуулук, электрдик, жарык кубулуштары окулат.

> Нерсенин кыймылы менен байланышта болгон бардык өзгөрүүлөр **механикалык кубулуштар** деп аталат.

Мисалы, бир нерсенин аракети менен экинчи нерсенин которулушу, жипке илинген шарчаны түрткөндө анын термелиши, колдон түшкөн нерсенин жерге түшүшү ж. б.

Физикалык кубулушту окуп-үйрөнүш үчүн кандай суроолорго жооп бериш керек, б. а. эмнелерди билүү керек.

1. Үйрөнүлүүчү кубулуштун сырткы белгилери кандай?
2. Кубулуш кандай шарттарда жүрөт?
3. Кубулуштун аныктамасы кандай?
4. Берилген кубулуштун башка кубулуштар менен болгон байланышы жана алардан айырмасы эмнеде?
5. Кубулушту сан жагынан кандай чоңдуктар мүнөздөйт.
6. Кубулуштун жаратылыштагы байкалыштарынын мисалдары.
7. Кубулушту турмуш-тиричиликте колдонуунун мисалдары.

Бул талаптар ар бир физикалык кубулушту окуп-үйрөнүүдө эске алынат. Аталган кубулушту толук билиш үчүн жогорку ар бир суроого жооп табуу керек. Жоопторду окуу китебинин текстинен жана мугалимдин түшүндүрүүсүнөн, табияттын көзгө көрүнгөн, кулакка угулган, денеге таасир берген фактыларынан алабыз.

Физикалык кубулуштар же нерселердин касиети сан жагынан физикалык чоңдук аркылуу мүнөздөлөт. Аны өздөштүрүүгө төмөнкүдөй талап коюлат:

1. Берилген чоңдук кандай кубулуштарды же нерсенин касиетин мүнөздөйт?
2. Чоңдуктун аныктамасы, белгилениши.
3. Берилген чоңдукту башка чоңдуктар менен байланыштыруучу формула.
4. Чоңдуктун бирдиктери.
5. Чоңдукту өлчөөнүн жолдору.

Физикалык кубулуштардын жана чоңдуктардын ортосундагы байланыштар закон түрүндө туюндурулат. Физикалык законду өздөштүрүү үчүн төмөнкүлөрдү билүү керек:

1. Берилген закон кайсы кубулуштардын же чоңдуктардын ортосундагы байланышты көрсөтөт.

2. Закондун эрежеси жана математикалык туюнтулушу.

3. Закондун тууралыгын ырастоочу тажрыйбалар.

4. Законду иш жүзүндө колдонууга мисалдар.

Физикалык билимге ээ болуунун сыналган жолу – бул жаратылышка байкоо жүргүзүү жана тажрыйба жасоо.

Байкоо – бул айлана-чөйрөнүн предметтерине, болуп жаткан окуяларга жана өзгөрүүлөргө көңүл бөлүү, алардын өзгөчөлүгүн талдоо.

Болуп жаткан окуяларга маани берүү, таң калуу жана анын себебин түшүнүүгө аракет жасоо. Мисалы, эмне үчүн Күн эртең менен ар дайым чыгыштан көрүнөт? Чак түштө эмне үчүн Күн төбөдөн көрүнүп, Жер ысыйт? Эмне үчүн Күн кечинде батыш жакка барып көрүнбөй калат? Көпчүлүк учурда биз буларды элес албайбыз. Ал эми дайым байкап жүргөн адам сөзсүз анын сырын түшүнүүгө аракет жасайт. Ошондуктан Ааламда, айлана-чөйрөдө болуп жаткан окуяларга кайдыгер мамиле жасабастан, ар дайым көңүл буруп, байкагыч болуу өтө маанилүү.

Жаратылыш кубулуштарына байкоо жүргүзүүдө эмнеге көңүл буруу керек:

1. Байкоо жүргүзүүнүн максатын аныктоо (эмне үчүн байкоо жүргүзөбүз?).

2. Байкоо жүргүзүүнүн объектисин табуу (эмнени байкайбыз).

3. Байкоо жүргүзүүнүн ырааттуулугу.

4. Байкоодон алынган жыйынтыктарды талдоо.

5. Кубулуштун себебин жана натыйжасын аныктоо.

Тажрыйба – бул жаратылышта болуп жаткан кубулуштарды жасалма шарттарда кайталап көрүү. Ал үчүн атайын куралдар, материалдар колдонулат. Мунун натыйжасында кубулуштун жүрүү шарттары аныкталат жана анын натыйжалары белгиленет.

Физика боюнча тажрыйба жасоодо төмөнкү планды пайдалануу сунуш кылынат.

1. Тажрыйбанын максатын аныктоо.

2. Тажрыйбаны аткарууга керек болуучу куралдарды жана материалдарды аныктоо, даярдоо.

3. Тажрыйбаны аткарууга шарт түзүү.

4. Тажрыйбаны жүргүзүүнүн ыраатын билүү.

5. Тажрыйбаны аткаруу.

6. Жыйынтыктоо.

Тажрыйба жасоо үчүн куралдар жана материалдар керек. Куралдарды окуп үйрөнүүдө, колдонууда төмөнкү планды пайдалануу ыңгайлуу.

1. Куралдын аты жана эмне максатта колдонулары.
2. Куралдын түзүлүшү.
3. Куралдын ар бир бөлүгүнүн иштеши.
4. Куралдын схемада, сүрөттө белгилениши.
5. Куралдын иштөө механизми.
6. Куралды колдонуунун эрежеси.

Бул көрсөтмөлөрдү жакшылап өздөштүрүп алуу зарыл, себеби алар бүткүл физика курсун окуп-үйрөнүүдө колдонулат жана аларга ар дайым көңүл бөлүп турууга туура келет.

?

1. Физикалык билим деген эмне?
2. Физика курсунун кандай бөлүмдөрү бар?
3. Физикалык билимдердин түрлөрү кандай?
4. Физикалык түшүнүктөрдүн кандай түрлөрүн билесиңер?
5. Материя деген эмне?
6. Нерсе менен заттын кандай байланышы бар?
7. Нерсе менен затты айырмалаган мисалдарды келтиргиле?
8. Механикалык кубулуш деген эмне?
9. Кубулушту өздөштүрүү үчүн эмнелерди билүү керек?
10. Байкоо жүргүзүү менен тажрыйба жасоонун кандай айырмасы бар?
11. Байкоо жүргүзүү үчүн жана тажрыйба жасоо үчүн эмнелерди билүү керек?

§ 3. Негизги физикалык чоңдуктар. Чоңдуктарды өлчөө

Физикалык кубулуштарды же нерселердин касиеттерин бири-бири менен салыштыруу үчүн атайын мүнөздөмөлөр колдонулат. Мисалы, чапкан аттын, учкан куштун же самолёттун кыймылдарын салыштыруу үчүн үч түрлүү мүнөздөмө колдонулат. Алардын бири *убакыт*, экинчиси – *өтүлгөн жол*, үчүнчүсү – *ылдамдык*. Убакыт, өтүлгөн жол, ылдамдык – булар физикалык чоңдуктар болушат, анткени алар кыймылды сандык жактан мүнөздөйт. Ушул чоңдуктар аркылуу кыймылдын жай же ылдам экендиги салыштырылат.

> Физикалык чоңдуктар нерселердин касиеттерин же кубулуштарды сандык жактан мүнөздөйт.

Физикада *узундук*, *масса*, *убакыт* негизги чоңдуктар катары кабыл алынган. Узундук l (эл), масса m (эм), убакыт t (т) тамгасы менен белгиленет.

Бардык физикалык чоңдуктардын чен бирдиктери болот. Узундуктун бирдиги метр (*м*). Массанын бирдиги – килограмм (*кг*). Убакыттын бирдиги – секунда (*с*). Ушул жана башка бирдиктердин атайын

системасы 1963-жылы бүткүл дүйнөлүк келишим менен бекитилген. Ошондуктан бул бирдиктер СИ (система интернациональная) системасындагы бирдиктер деп аталат. СИ – улут аралык система дегенди түшүндүрөт. Кыргызча да бирдиктердин СИ системасы деп атап жүрөбүз.

Күндөлүк турмушта жогорудагы бирдиктерден 10, 100, 1000 эсе көп же аз болгон бирдиктер колдонулат. Аларды колдонууга оңой болсун үчүн грек жана латын тилинен алынган кошумча сөздөр колдонулат.

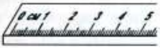
Мисалы, 1ден 10, 100, 1000 эсе чоң бирдиктер үчүн гректин: дека ... – 10, гекто... – 100, кило ... – 1000 деген сөздөрү кошумча колдонулат. Мисалы 1 *дкм* = 10 *м*, 1 *гм* = 100 *м*, 1 *км* = 1000 *м*.

1ден 10, 100, 1000 эсе кичине болгон бирдиктер үчүн латын тилинен алынган деци..., санти..., милли... деген кошумча сөздөр колдонулат. Деци... – 0,1, санти... – 0,01, милли... – 0,001. Мисалы, 1 *дм* = 0,1 *м*, 1 *см* = 0,01 *м*, 1 *мм* = 0,001 *м*.

Физикалык чоңдуктарды өлчөө үчүн ар кандай куралдар жасалган. Узундукту ченөө үчүн сызгыч, рулетка (3-, 4-сүрөт); көлөмдү өлчөө үчүн цилиндр-мензурка (5-сүрөт); убакытты өлчөө үчүн секундомер (6-сүрөт); температураны өлчөө үчүн термометр (7-сүрөт) колдонулат.

Өлчөөчү куралдардын бардыгында шкалалары болот. Ал эмнени билгизет? Мисалы жогорудагы өлчөөчү куралдардын бетинде бирдей бөлүктөргө бөлүнгөн сызыкчалар көрсөтүлгөн. Сызыкчалардын айрымдарынын узундуктары кичине, бирок бир нече сызыктардан кийинкилери узун. Узун сызыкчалардын тушуна цифралар коюлган. Ушул бөлүнгөн сызыктар жана ага туура келүүчү цифралар *шкала* деп аталат.

Физикалык чоңдукту өлчөө үчүн куралдын шкаласынын баасын билүү керек. Мисал келтирели. 3-сүрөттө жөнөкөй сызгычтын бөлүгү

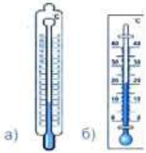


3-сүрөт. Сызгыч

4-сүрөт. Рулетка

5-сүрөт. Мензурка

6-сүрөт. Секундомер



7-сүрөт. Термометрлер

көрсөтүлгөн. Анда 1, 2, 3, 4 цифралары жана алардын ортосун бирдей 10 бөлүккө бөлгөн сызыкчалар белгиленген. Демек 1 менен 2нин ортосу 10 бөлүккө, 2 менен 3түн ортосу 10 бөлүккө, 3 менен 4түн ортосу да 10 бөлүккө бөлүнгөн. Мында 1, 2, 3, 4 сантиметрлерди көргөзсө, алардын ар биринин ортосу 10 миллиметрге барабар. Ал эми майда сызыкчалардын ортосундагы аралык 1 миллиметр. Демек 3-сүрөттөгү сызгычтын шкаласынын баасы 1 миллиметр.

Бардык эле өлчөөчү куралдардын шкаласынын баасын билүү үчүн төмөнкү эрежени аткаруу керек.

– шкаладагы чоңдуктун мааниси жазылган катар эки узун сызыкчаны тапкыла;

– андагы чоң сандан кичинесин кемиткиле;

– алынган санды эки узун сызыктын ортосундагы майда сызыктардын санына бөлгүлө;

– акыркы алынган сан ошол куралдын шкаласынын баасы болот.

Ар бир өлчөөчү куралдын кайсы бирдик менен өлчөй тургандыгы анын бетинде жазылуу болот. Мисалы, 3-сүрөттөгү сызгыч сантиметр (*см*) менен, мензурка миллилитр (*мл*) менен өлчөөрү беттеринде жазылып турат. Ал эми 7-а, б сүрөттөрдөгү термометрлер температураны °С градус цельсий менен өлчөйт.

7-б, сүрөттөгү термометрдин шкаласынын баасын эсептеп көрөлү. Ал үчүн 20°С жана 30°С деген жазуусу бар эки узун сызыкты алалы. 30°С – 20°С = 10°С. Ал узун сызыктардын ортосу да 10 майда сызыкчаларга бөлүнгөн. 10°С : 10 = 1°С. Демек бул термометрдин шкаласынын баасы 1°С.

?
1. Физикалык чоңдук деген эмне?
2. Физикадагы негизги чоңдуктар кайсылар?
3. Негизги чоңдуктардын бирдиктерин атагыла?
4. Чендердин СИ бирдиги деген эмнени түшүндүрөт?
5. Бир бирдиктен 10, 100, 1000 эсе чоң бирдиктерди атагыла.
6. Бир бирдиктен 10, 100, 1000 эсе кичине бирдиктерди атагыла.
7. Физикалык чоңдуктарды эмне менен өлчөшөт?
8. Өлчөөчү куралдардан кайсыларды билесиңер?
9. Өлчөөчү куралдын шкаласынын баасын кандай түшүнөсүңөр?
10. 5-сүрөттөгү мензуркадагы суюктуктун көлөмү канчага барабар?
11. 7-а, сүрөттөгү термометр канча градус температураны көрсөтүп турат?
12. 4-сүрөттөгү рулетканын шкаласынын баасы канчага барабар?

I глава
МЕХАНИКА. КИНЕМАТИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

§ 4. Нерсенин механикалык кыймылы. Кыймылдын траекториясы. Кыймылдын түрлөрү

Жайдын күнү алыстан автомашинаны же атчан кишини көрдүк деп элестетели. Алар кыймылда экенин же тынч турганын кантип билебиз?

Автомашинанын кыймылда экенин билүүнүн ар кандай жолдору бар. Мисалы, автомашина шагыл төшөлгөн же кара жол менен жүрүп бара жатса, анын артында чубалган чаң калат. Ал болсо машинанын жүрүп бара жаткандыгын билгизет. Же машина жакындап келе жаткан болсо, анын моторунун үнү улам катуулап угула баштайт. Бирок булар автомашинанын кыймылынын маңыздуу белгиси боло албайт.

Автомашинанын кыймылын так аныктоо үчүн анын мейкиндиктеги абалынын өзгөрүшүнө байкоо жүргүзөбүз. Ал үчүн автомашинанын абалын кыймылсыз деп эсептелген башка нерселерге салыштырабыз. Мисалы, жолдун жээгиндеги бактарга, тамдарга же зым карагайларга салыштырсак, машина кайсы бир убакыт ичинде же аларга жакындайт, же алардан алыстайт. Башкача айтканда машинанын абалы башка нерселерге карата өзгөрөт. Демек машина кыймылда болот. Эгер автомашинанын абалы башка нерселерге салыштырмалуу өзгөрбөсө, ал тынч абалда турган болот. Жөө адамдын, атчан кишинин, самолеттун же учкан куштун кыймылдары да ушундай эле салыштыруу жолу менен аныкталат. Булар механикалык кыймылдын мисалдары болот.

Физиканын нерсенин кыймылын, өз ара аракеттерин, тең салмактуулук абалын үйрөтүүчү бөлүмү *механика* деп аталат. Ал грек сөзүнөн алынган. Кыргызча которгондо «курал-жарак», «машине» дегенди билгизет.

Орто мектепте механиканын үч бөлүмү окулат: *кинематика*, *динамика* жана *статика*.

29.08.2011
904

Бул бөлүмдө кинематиканын айрым маселелери окулат. Кинематика дагы грек сөзү. Бизче кыймыл дегенди билгизет. Кинематика бөлүмүндө кыймылдын келип чыгуу себеби эсепке алынбастан, жалпы мүнөздөмөлөрү гана окулат.

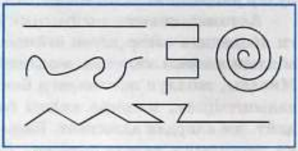
Берилген убакыт ичинде нерселердин абалынын башка нерселерге салыштырмалуу өзгөрүшү **механикалык кыймыл** деп аталат.

Механикалык кыймылды караган учурда «кыймылдын салыштырмалуулугу» деген термин колдонулат. Анын мааниси эмнеде? Мисал келтирип көрөлү.

Жүрүп бара жаткан автобустун отургучунда Капар деген бала олтурат. Аялдамада турган Элдияр менен Улан Капардын кыймылда экендиги же тынч турганы жөнүндө талашып жатышат. Элдияр Капар кыймылдап жатат десе, Улан Капар кыймылда эмес, тынч отурат дейт. Кимисиники туура? Алардын ойлорун талдап көрөлүчү.

Элдияр Капардын абалынын өзгөрүшүн аялдамага салыштырып караган. Алгач автобуста олтурган Капар аялдамага жакындап келди. Автобус токтоп, кайра жөнөп кеткенде ал аялдамадан алыстап кетти. Демек, «Капар аялдамага салыштырмалуу кыймылда», – деген жыйынтыкка келди Элдияр. Биздин оюбузча Элдиярдын ой жүгүртүүсү туура.

Ал эми Улан болсо Капардын абалын автобустун өзүнө же автобустун отургучуна салыштырмалуу караган. Автобуска же отургучка салыштырмалуу Капардын абалы өзгөргөн жок. Анткени Капар отургучта кыймылсыз олтурат. Демек, Уландын айтканы да туура болуп чыкты. Муну кандай түшүнсө болот? Эмне үчүн Капар бир эле учурда кыймылда да, тынч абалында да болот?



8-сүрөт. Траекториянын түрлөрү.

Мында кептин баары Капардын абалын кайсы нерсеге салыштырып караганыбызда. Чындыгында эле, Капар аялдамадагы отургучка салыштырмалуу кыймылда, ал эми автобуска же автобустун отургучуна салыштырмалуу тынч абалда болот. Бул кыймылдын жана тынч туруунун *салыштырмалуулугу* деп аталат. Демек биз нерсенин кыймылын караганда аны кандай нерсеге салыштырганыбыз өзгөчө маанилүү болот.

Мисалы, кадимки шартта кыймылсыз деп эсептелген там Жерге салыштырмалуу гана тынч турат. Ал эми Күнгө салыштырмалуу там Жер менен кошо кыймылда болуп саналат. Мындай кубулуштар табиятта өтө көп кездешет.

Нерсе мейкиндиктеги абалын өзгөрткөндө же бир жерден экинчи жерге орун которгондо кандайдыр бир сызык боюнча кыймылдайт.

Нерсе кыймылга келген сызык **кыймылдын траекториясы** деп аталат.

Эгер борду досканын бети боюнча кыймылдатсак, ал чийген сызык эки гана түрдө болушу мүмкүн. Биринчиси түз сызык, экинчиси ийри сызык (8-сүрөт). Демек, нерселердин кыймылдары траекториясы боюнча эки түргө бөлүнөт: түз сызыктуу кыймыл жана ийри сызыктуу кыймыл (9-сүрөт).

Эгер кыймылдын траекториясы түз сызык болсо ал **түз сызыктуу кыймыл** деп аталат.
Эгер кыймылдын траекториясы ийри сызык болсо ал **ийри сызыктуу кыймыл** деп аталат.

9-сүрөт.

?
1. Механикалык кыймыл деген эмне?
2. Нерсенин абалынын мейкиндиктеги өзгөрүшүн кантип билебиз?
3. Кыймыл жана тынч туруу салыштырмалуу дегенди кандайча түшүнөсүңөр?
4. Траектория деген эмне?
5. Кыймыл траекториясы боюнча кандай түрлөргө бөлүнөт? Мисал келтиргиле.

§ 5. Жол жана которулуш

Бул параграфта механикалык кыймылды мүнөздөөчү эки физикалык чоңдук менен таанышабыз. Биринчиси – *өтүлгөн жол*, экинчиси – *которулуш*.

Кыймылдын траекториясынын узундугу **өтүлгөн жол** деп аталат.

Ал s тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн узундук бирдиги – бир метр (1 *м*) алынат. Узундуктун метрден башка эселик жана үлүштүк

бирдиктери жөнүндө мурдагы параграфтарда сөз кылганбыз. Алар: миллиметр (*мм*), сантиметр (*см*), дециметр (*дм*), километр (*км*).

1 *мм* = 0,001 *м*, 1 *м* = 1000 *мм*,
1 *см* = 0,01 *м*, 1 *м* = 100 *см*,
1 *дм* = 0,1 *м*, 1 *м* = 10 *дм*,
1 *км* = 1000 *м*, 1 *м* = 0,001 *км*.

Механикалык кыймылда болгон нерселер ар дайым бир орундан экинчи орунга которулуп турат. Ошондуктан кыймылды мүнөздөө үчүн *которулуш* деген чоңдук киргизилет.

Кыймылдагы нерсенин баштапкы абалы менен акыркы абалын туташтыруучу түз сызыктын узундугуна барабар кесинди **которулуш** деп аталат.

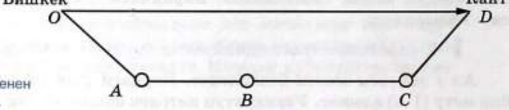
Жол – скалярдык чоңдук, ал эми которулуш вектордук чоңдук.

Сан мааниси менен гана туюнтулган физикалык чоңдук **скалярдык чоңдук** деп аталат.

Мисалы, саат 9^{00}дө Бишкек автобекетинен чыккан автобус бир сааттан кийин Бишкектен 60 *км* аралыкта болот. Мында автобустун өткөн жолу 60 *км*. Бул учурда автобустун кайсы тарапка кеткени, бир сааттан кийин кайсы жерде болгону бизге белгисиз бойдон калат. Ошондуктан кээ бир чоңдуктар сан мааниси менен чектелбестен, багыты да кошо көрсөтүлүшү керек.

Сан мааниси менен катар багыты кошо көрсөтүлгөн физикалык чоңдук **вектордук чоңдук** деп аталат.

Мисалы, которулуш – вектордук чоңдук. Саат 9^{00}дө Бишкек автобекетинен чыккан автобус бир саат ичинде ар кайсы айылдарды кыдырып жүрүп Кант шаарына келди (10-сүрөт). Балким ал бир саат ичинде *A, B, C* айылдары аркылуу 50–60 *км* жол жүргөндүр. Бирок которулушу Бишкек менен Кант шаарларынын борборлорун (же автобекеттерин) туташтырган түз сызыктын узундугуна барабар. *OD* – которулуш. Ал s тамгасы менен белгиленип, үстүнө жебелүү сызыкча коюлат $(\vec{s})$. Бул которулуштун вектордук чоңдук экенин билгизет. Ал эми автобустун өткөн жолу *OABCD* сызыктарынын узундугуна барабар. Көпчүлүк учур-



10-сүрөт. Которулуш менен жолдун айырмасы.

да өтүлгөн жолдун узундугу менен которулуштун узундугу бири-бири менен дал келбейт. Эгер эки пункттун ортосундагы аралыкты нерсе түз сызык боюнча басып өтсө, жол менен которулуш бири-бирине барабар болот. Ал $s=\vec{s}$ деп жазылат. Которулуштун бирдиги үчүн да 1 *м* алынат. Ал эми нерсе ийри сызык менен кыймылдаганда жол менен которулуш бири-бирине барабар эмес.

Механикалык кыймылды үйрөнүүдө кабыл алынган дагы бир эрежеге көңүл буралы. Турмушта бизди курчап турган материалдуу объектилердин бардыгы кыймылда болушат. Кыймылдардын өзгөчөлүгүн, закончененемдерин үйрөнүү үчүн конкреттүү машинаны же адамды, самолётту же кескелдирикти, поездди же жарганатты мисал кылып олтуруунун кереги жок. Жалпысынан нерсенин кыймылы деп гана каралат. Кайсы бир учурда кыймылдын жүрүшүн так мүнөздөө үчүн нерсенин өлчөмүн да эске алууга туура келет. Мисалы, көп вагондуу поезддин 5 мүнөт ичинде өткөн жолун эсептегибиз келсе, анын вагондорунун өлчөмүн эсепке албай коюуга болбойт. Ар бир вагон белгиленген убакта бирдей аралыкты өткөнү менен, биз поезддин абалын билүү үчүн кайсы вагон боюнча эсептөө жүргүзгөнүбүз белгисиз бойдон кала берет.

Кыймылды мүнөздөөнү женилдетиш үчүн физикада *материялык чекит* деген түшүнүк киргизилет.

> Материялык чекит кыймылдагы предметтердин идеалдуу, ойдо элестетилген модели, б. а. нерсенин өлчөмү эсепке алынбаган модели. Өлчөмү эсепке алынбаган нерселер **материялык чекит** деп аталат.

Кыймылдагы нерсени материялык чекит катары кароонун да өзүнчө эрежеси бар. Мисалы, бөлмөдө басып жүргөн баланы бөлмөгө салыштырмалуу материялык чекит деп кароого болбойт, ал эми Жер менен Айдын ортосундагы космостук станцияны материялык чекит деп атаса болот. Демек материялык чекит кыймылы каралып жаткан нерсе менен ошол мейкиндиктин өлчөмдөрүнө жараша аныкталат.

?

1. Өтүлгөн жол деп эмнени айтабыз? Кандай тамга менен белгиленет? Бирдиги үчүн эмне алынат?
2. Которулуш деген эмне?
3. Скалярдык чоңдук менен вектордук чоңдуктардын айырмасы эмнеде?
4. Жол менен которулуштун айырмасын көргөзгөн мисалдарды келтиргиле.
5. Материялык чекит деген эмне? Аны эмне үчүн киргизебиз?
6. Материялык чекитти тандоого мисал келтиргиле?

§ 6. Кыймылдын ылдамдыгы. Бир калыптагы кыймыл

Жаратылыштагы кыймылдардын бардыгына мүнөздүү болгон эки өзгөчөлүк бар. Биринчиси, бирдей убакыт ичинде өтүлгөн жолдун чоңдугу, экинчиси – бирдей жолду өтүүгө кеткен убакыттын чоңдугу. Мына ушул өзгөчөлүктөр аркылуу нерселер тез же жай кыймылдаганы аныкталат. Мисалы, 1 *саат* ичинде Ил-18 самолету 650 *км*, «Жигули» автомашинеси 90 *км*, жөө киши 5 *км*, таш бака 0,36 *км*, страус 80 *км* жолду басып өтүшөт. Мындан Ил-18 самолёту «Жигулиге» караганда тез кыймылдайт, жөө киши таш бакага караганда алда канча тез кыймылдайт деген жыйынтыкка келүүгө болот. Кыймылдын тездигин мүнөздөө үчүн *ылдамдык* деген түшүнүк колдонулат.

Убакыт бирдиги ичинде өтүлгөн жолду мүнөздөөчү физикалык чоңдук **ылдамдык** деп аталат.

Ылдамдык υ (*в*) тамгасы менен белгиленет. Ал – вектордук чоңдук. Белгилениши $\vec{\upsilon}$. Ылдамдыктын чоңдугу өтүлгөн жолдун басып өтүүгө кеткен убакытка болгон катышы аркылуу аныкталат:

$$\textit{Ылдамдык} = \frac{\text{Жол}}{\text{Убакыт}}$$

Эгер өтүлгөн жолду s, убакытты t тамгасы менен белгилесек, анда ылдамдык төмөнкү формула боюнча аныкталат:

$$\boxed{\upsilon = \frac{s}{t}}$$

Бул *ылдамдыктын формуласы* деп аталат.

Бишкектен Токмокко чейинки аралык 60 *км*. Эгер бул аралыкты автомашина 1 *саатта* өткөн болсо, анын ылдамдыгы кандай болот? Шарт боюнча $s = 60$ *км*, $t = 1$ *саат*. $\upsilon = \frac{s}{t}$ формуласына s жана t нын маанилерин койсок: $\upsilon = 60\ км : 1\ саат = 60\frac{км}{саат}$. Демек автомашинанын ылдамдыгы $\upsilon = 60\frac{км}{саат}$. Муну автомашина 1 саатта 60 *км* жолду басып өтөт деп айтса да болот.

Чендердин СИ бирдигинде ылдамдыктын бирдиги үчүн 1 секундада 1 метр жолду өткөн кыймылдын ылдамдыгы алынат. Ал $\upsilon = \frac{s}{t}$ формуласы боюнча $1\frac{м}{с}$ деп жазылат. Бул болсо кыймылдын ылдамдыгы 1 метр

бөлүнгөн секунда же жөн эле метр секунда деп окулат. Мисалы, $\upsilon = 15\frac{м}{с}$ болсо, бул нерсе 1 секунда ичинде 15 *м* жолду басып өтөт дегенди билгизет же нерсенин ылдамдыгы 15 метр секунда деп айтылат.

Ылдамдыктын бирдиги үчүн $1\frac{м}{с}$ дан башка $1\frac{км}{саат}$ деген бирдик алынат. Буларды бири-бирине кандайча айландырабыз? Мисал келтирели:

1. $\upsilon = 72\frac{км}{саат}$. Ылдамдыктын маанисин $\frac{м}{с}$ менен туюнткула.

Чыгаруу: $\upsilon = 72\frac{км}{саат}$. Мында $1\ км = 1000\ м$,

$1\ саат = 60\ мин = 60 \cdot 60\ с = 3\,600\ с.$

км менен *саат*тын маанилерин ордуна коюп, төмөнкүнү алабыз:

$$\upsilon = 72\frac{км}{саат} = \frac{72 \cdot 1000\ м}{3600\ с} = 20\frac{м}{с}.$$

2. $\upsilon = 15\frac{м}{с}$ ылдамдыкты $\frac{км}{саат}$ менен туюнткула.

$\upsilon = 15\frac{м}{с}$; $1\ м = 0{,}01\ км$, $\quad 1\ с = \frac{1}{60}\ мин = \frac{1}{60 \cdot 60}\ с = \frac{1}{3600}\ саат.$

$$\upsilon = 15 \cdot \frac{0{,}001\ км}{\frac{1}{3600}\ саат} = 15 \cdot 3600 \cdot 0{,}001\frac{км}{саат} = 15 \cdot 3{,}6\frac{км}{саат} = 54\frac{км}{саат}.$$

Демек $\upsilon = 15\frac{м}{с} = 54\frac{км}{саат}$.

Нерселердин кыймылы ылдамдыгы боюнча да эки түргө бөлүнөт.

Эгер кыймылдын ылдамдыгы туруктуу болсо, кыймыл **бир калыптагы кыймыл** деп аталат. Кыймылдын ылдамдыгы өзгөрмөлүү болсо кыймыл **өзгөрмөлүү** же **бир калыптагы эмес кыймыл** деп аталат.

11-сүрөт.

Автомашина ар бир чейрек саатта (15 *мин*) 20 *км* аралыкты, ар бир жарым саатта (30 *мин*) – 40 *км*, ал эми ар бир саатта (60 *мин*) – 80 *км* аралыкты басып өтсө, мындай кыймыл *бир калыптагы кыймыл* болот. Эгер автомашина биринчи жарым саатта (30 *мин*) 40 *км*, ал эми экинчи жарым саатта (30 *мин*) 50 *км* жолду басып өтсө, мындай кыймыл *бир калыптагы эмес кыймыл* деп аталат.

Маселе чыгарууга мисал:

1. Бир калыпта кыймылдаган поезд 2 *саатта* 108 *км* жолду өттү. Поезддин кыймылынын ылдамдыгын тапкыла.

Маселе чыгаруу үчүн алгач маселенин берилишин окуп, аны кыскача жазабыз. Андан кийин тийиштүү формуланы жазып, берилген сан маанилерди чоңдуктардын ордуна коюп, эсептөө жүргүзөбүз. Маселенин чыгарылышы төмөнкү формада жазылат.

Берилди:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$s = 108$ *км* $= 108\,000$ *м* $t = 2$ *саат* $= 7\,200$ *с*	$\upsilon = \frac{s}{t}$	1. $\upsilon = \frac{108\ км}{2\ саат} = 54 \frac{км}{саат}$
v — ?		2. $\upsilon = \frac{108\,000\ м}{72\,00\ с} = 15 \frac{м}{с}$

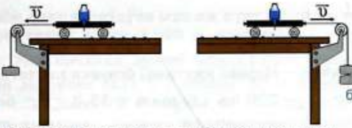
Ж о о б у: $\upsilon = 54 \frac{км}{саат}$ же $\upsilon = 15\ м/с$.

?
1. Ылдамдык деген эмне?
2. Ылдамдык кыймылдын кандай касиетин мүнөздөйт?
3. Ылдамдыктын чоңдугу кандайча аныкталат?
4. Ылдамдыктын бирдиги кандай?
5. 108 *км/саат* ылдамдыкты *м/с* менен туюнткула.
6. Бир калыптагы кыймыл деген эмне?
7. Кыймыл траекториясы жана ылдамдыгы боюнча кандай түрлөргө бөлүнөт?
8. Бир калыптагы түз сызыктуу кыймыл деген кандай кыймыл болот?

§ 7. Бир калыптагы эмес кыймыл. Орточо ылдамдык

Жаратылышта жана күндөлүк турмушта бир калыптагы кыймылдар өтө сейрек кездешет. Атайын жасалган түзүлүштөрдүн кыймылдары гана бир калыпта болушу мүмкүн. Мисалы, эскалатордун кыймылы, сааттын жебесинин кыймылы, автоматтык түрдө ачылып-жабылуучу эшиктердин кыймылы ж. б. Ал эми биз байкаган кыймылдардын көпчүлүгү бир калыптагы эмес кыймылдар болушат.

Бир калыптагы жана бир калыпта эмес кыймылдарды төмөнкү тажрыйбанын жардамында байкоого болот (12-сүрөт).

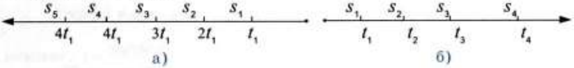


12-сүрөт. Бир калыптагы жана бир калыптагы эмес кыймылдарды көрсөтүүчү тажрыйбалар.

12-а сүрөттөгү тажрыйбада тактайдын бетине түшкөн тамчылардын арасындагы аралык бирдей. Демек арабача бирдей убакыт ичинде бири-бирине барабар жолду өтөт. Кыймыл бир калыптагы кыймыл боло алат.

12-б сүрөттө барактын бетине түшкөн тамчылардын ортосундагы аралык бирдей эмес. Мында арабача бирдей убакыт ичинде ар түрдүү жолду басып өтөт. Демек кыймыл бир калыпта эмес.

12-сүрөттөгү тамчылардын жайгашуусун төмөнкүдөй элестүү сүрөттөөгө болот (13-сүрөт). 13-а сүрөттө бирдей убакыт ичинде өтүлгөн жолдор бири-бирине барабар: $s_1 = s_2 = s_3 = s_4 = s_5$. Ал эми 13-б сүрөттөгү өтүлгөн жолдор деле бирдей убакытта өтүлгөн. Бирок мында $s_1 < s_2 < s_3 < s_4$. Демек убакыттын бирдей эле үлүшүндө арабача улам чоң жолду басып өткөндүгү көрүнүп турат. Мындай кыймыл өзгөрмөлүү же бир калыптагы эмес кыймылга мисал болот.



13-сүрөт. Бирдей убакытта өтүлгөн жолдордун айырмасы.

> Нерсе бирдей убакыт ичинде ар түрдүү жолду басып өтсө, кыймыл **бир калыптагы эмес кыймыл** деп аталат.

Бир калыптагы эмес кыймыл учурунда бирдей убакыт ичинде өтүлгөн жол ар дайым кичирейип же чоңоюп отурушу зарыл эмес. Ал бирде жай, бирде тез, кээде акырындап, кээде ылдамдап кыймылдашы да мүмкүн.

Мисалы, Бишкек менен Нарын каттамы 320 *км*. Ал аралыкты автобус болжол менен 6 саатта басып өтөт. Анткени ал бирде жай, бирде тез жүрөт. Кээде бир нече убакытка токтоп турган болот. Демек, автобустун кыймылы бир калыпта эмес. Мындай учурда автобустун кыймылынын орточо ылдамдыгы жөнүндө сөз болууга тийиш.

Орточо ылдамдыкты табыш үчүн жалпы өтүлгөн жолду жалпы сарпталган убакытка бөлөбүз: $\upsilon_{орт} = \frac{s}{t}$.

Бул мисалдагы Бишкек – Нарын каттамы боюнча каттаган автобустун орточо ылдамдыгы: $\upsilon_{орт} = 320\ км : 6\ саат = 53{,}3\ \frac{км}{саат}$ болот.

1-таблицада ар кандай нерселердин кыймылдарынын орточо ылдамдыктарынын мааниси берилген.

Ар кандай нерселердин (жаныбарлардын, машиналардын, үндүн, радиотолкундардын, жарыктын) кыймылдарынын орточо ылдамдыктары, *м/с*

1-таблица

Үлүл	0,0014	Ил-18 самолёту	180
Таш бака	0,10	Абадагы үн (0°С)	332
Үй чымыны	5	Жерди айланган Ай	1000
Жөө адам	1,3	Жердин жасалма спутниги	8000
Конькичи	13	Күндү айланган Жер	30 000
Кара чыйырчык	20	Жарык, радиотолкундар	300 000 000
Страус	22	ТЭ10Л тепловозу	28

Маселе чыгарууга мисал. Автомобиль алгачкы 40 минутада $60\frac{км}{саат}$ ылдамдык менен, андан кийинки 20 минутада $30\frac{км}{саат}$ ылдамдык менен которулду дейли. Автомобилдин орточо ылдамдыгы кандай болот?

Берилиши:

$t_1 = 40\ мин$

$\upsilon_1 = 60\frac{км}{саат}$

$t_2 = 20\ мин$

$\upsilon_2 = 30\frac{км}{саат}$

$\upsilon_{орт}$ — ?

Формуласы:

$\upsilon_{орт} = \frac{s}{t}$

$t_1 = t_1 + t_2; \quad s = s_1 + s_2$

$\upsilon_{орт} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$

$s_1 = \upsilon_1 \cdot t_1$

$s_2 = \upsilon_2 \cdot t_2$

Чыгаруу:

$t = 40\ мин + 20\ мин = 60\ мин$

$s_1 = 60\frac{км}{саат} \cdot \frac{40}{60} саат = 40\ км$

$s_2 = 30\frac{км}{саат} \cdot \frac{20}{60} саат = 10\ км$

$s = 40\ км + 10\ км = 50\ км$

$\upsilon_{орт} = \frac{50\ км}{1\ саат} = 50\frac{км}{саат}$

Ж о о б у: $\upsilon_{орт} = 50\frac{км}{саат}$.

?

1. Бир калыптагы эмес кыймылга аныктама бергиле.
2. Бир калыптагы жана бир калыптагы эмес кыймылдарды көрсөтүүчү кандай тажрыйбаларды билесиңер?
3. Орточо ылдамдыктын чоңдугу кандайча аныкталат?
4. Орточо ылдамдыктын бирдиги үчүн эмне алынат?

1-көнүгүү

1. Эң мыкты конькичен күлүк 1 500 *м* аралыкты 1 *мин* 52,5 *с* ичинде чуркап өтөт. Конькичинин орточо ылдамдыгын тапкыла. ($\approx 13 м/с$)
2. Тоодон түшкөн лыжачан бала 5 *с* ичинде 50 *м* аралыкты өтөт. Тоодон түшкөндөн кийин дагы 15 *с* ичинде 39 *м* аралыкты өтүп барып токтойт. Лыжачан баланын орточо ылдамдыгын тапкыла. (40 *м/с*)

§ 8. Кыймылдагы нерсенин өткөн жолун жана убактысын эсептөө. Кыймылдын графикте сүрөттөлүшү

Эгер нерсенин кыймылынын ылдамдыгы жана кыймылдын убактысы белгилүү болсо, нерсенин өткөн жолун аныктап алууга болот. $\upsilon = \frac{s}{t}$ формуласынан өтүлгөн жолду тапсак $s = \upsilon \cdot t$ болот. Демек, өтүлгөн жолду табуу үчүн кыймылдын ылдамдыгын убакытка көбөйтүү керек. Жолдун чоңдугунун бирдиги төмөнкүчө алынат:

$$s = \upsilon \cdot t = 1\frac{м}{с} \cdot с = 1 \ м.$$

Эми $s = \upsilon \cdot t$ формуласынан убакытты табабыз. Мында математикадан белгилүү болгон $y = ax$ функциясынан $x = \frac{y}{a}$ экендигин эске салсак $t = \frac{s}{\upsilon}$ формуласын алабыз. Убакыттын бирдиги да ушул эле формуладан алынат. $t = \frac{s}{\upsilon} = \frac{м}{\frac{м}{с}} = \frac{м}{1} \cdot \frac{с}{м} = с$

Бир калыптагы эмес кыймылдагы нерселердин өткөн жолу жана кыймыл убактысы төмөнкү формулалар менен эсептелет.

$$\boxed{s = \upsilon_{орт} \cdot t}, \quad \boxed{t = \frac{s}{\upsilon_{орт}}}$$

Маселе чыгарууга мисалдар:

1. Жер Күндүн айланасында $30 \ км/с$ ылдамдык менен кыймылдайт. Бир сабак өткөнчө Жер канча жол жүрөт?

Берилиши:	*Формуласы:*	*Чыгаруу:*
$\upsilon = 30\frac{км}{с}$	$\upsilon = \frac{s}{t}$;	$30\frac{км}{с} = 30000\frac{м}{с}$; $45 \ мин = 45 \cdot 60 \ с = 2\,700 \ с$
$t = 45 \ мин$	$s = \upsilon \cdot t$	$s = 30\,000\frac{м}{с} \cdot 2700 \ с = 81\,000\,000 \ м = 81\,000 \ км$
$s - ?$		

Ж о о б у: $s = 81\,000 \ км$.

2. Автомашина 1 500 *м* жолду 36 *км/саат* ылдамдык менен жүрүп өттү. Ошол жолду басып өтүүгө кеткен убакытты тапкыла.

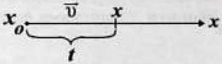
Берилиши:
$s = 1500$ *м*
$\upsilon = 36 \frac{км}{саат}$
$t - ?$

Формуласы:
$\upsilon = \frac{s}{t}$;
$t = \frac{s}{\upsilon}$.

Чыгаруу:
$$36 \frac{км}{саат} = \frac{36 \cdot 1000\ м}{3600\ с} = 10 \frac{м}{с}$$
$$t = \frac{1500\ м}{10 \frac{м}{с}} = 150\ с = 2\ мин\ 30\ с$$

Ж о о б у: t = 2 *мин* 30 *с*.

Кыймылды мүнөздөгөн чондуктардын бири-бирине көз карандылыгы көрсөтмөлүү болсун үчүн кыймылды график түрүндө сүрөттөө кабыл алынган. Ылдамдыгы υ болгон нерсе горизонталдык ок боюнча t убактынын ичинде x_0 координатасынан x координатасына которулсун дейли (14-сүрөт). Анда өтүлгөн жол $s = x - x_0$. Ал эми өтүлгөн жол ылдамдык жана убакыт боюнча $s = \upsilon \cdot t$ формуласы менен аныкталат. Эгер ушул эки барабардыктын оң жактарын барабарласак, $x - x_0 = \upsilon \cdot t$ болот. Мындан $x = x_0 + \upsilon t$. Бул кыймылдагы нерсенин баштапкы координатасы x_0, ал эми t убакыттан кийинки координатасы x экендигин көрсөтөт.



14-сүрөт. Ылдамдык, убакыт, координатанын өзгөрүшүнүн байланышы.

Кыймылынын ылдамдыгы $10 \frac{м}{с}$ болгон нерсенин 4 секундадан кийинки координатасын графикте көрсөтүү керек деген тапшырма берилди дейли. Нерсенин баштапкы координатасы $x_0 = 0$. Убакыттын 0, 1, 2, 3, 4 *с* деген маанилерин пайдаланып, x координатасынын маанилерин табабыз.

$t = 0, \quad x = 0 + 10 \frac{м}{с} \cdot 0 = 0$

$t = 1, \quad x = 0 + 10 \frac{м}{с} \cdot 1\ с = 10\ м$

$t = 2, \quad x = 0 + 10 \frac{м}{с} \cdot 2\ с = 20\ м$

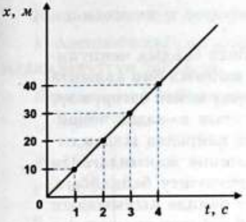
$t = 3, \quad x = 0 + 10 \frac{м}{с} \cdot 3\ с = 30\ м$

$t = 4, \quad x = 0 + 10 \frac{м}{с} \cdot 4с = 40\ м$

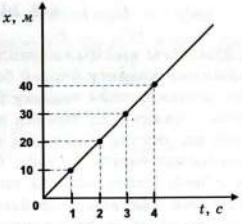
Бул берилгендерди таблица түрүндө жазабыз.

t, с	0	1	2	3	4
x, м	0	10	20	30	40

Координата системасынын абсцисса огуна убакыттын, ордината огуна координатанын маанилеринен график тургузабыз (15-сүрөт).



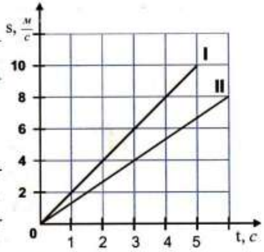
15-сүрөт. Кыймылдагы нерсенин координатасынын убакытка көз карандылыгынын графиги.



16-сүрөт. Өтүлгөн жолдун убакытка көз карандылыгынын графиги.

Бул графикти математикадан белгилүү болгон $y = ax$ функциясынын графиги менен салыштырсак, yтин xке түз пропорциялаш экендигин көрөбүз. Ошол сыяктуу эле бир калыптагы кыймыл учурунда нерсенин координатасы убакытка түз пропорциялаш өзгөрөт. Башкача айтканда ылдамдыгы турактуу болгон нерсенин өткөн жолу убакытка түз пропорциялаш болот. Убакыт өскөн сайын өтүлгөн жолдун узундугу да чоңоюп олтурат. Ушул эле графикти жолдун убакытка көз карандылыгы катары чийсек да болот (16-сүрөт).

?
1. Бир калыпта жана бир калыпта эмес кыймылдагы жолду жана убакытты табуунун формуласын жазгыла.
2. Өтүлгөн жолдун формуласы аркылуу нерсенин координатасын табууга болобу?
3. Кыймылдын графиги эмнени мүнөздөйт?



17-сүрөт. Ылдамдыгы ар түрдүү кыймыл үчүн жолдун убакыттан көз карандылыгынын графиги.

2-көнүгүү

1. Автобус алгачкы 9 *км* жолду 36 *км/саат* ылдамдык менен, кийинки 24 *км* жолду 54 *км/саат* ылдамдык менен жүрдү. Автобустун кыймылынын орточо ылдамдыгы кандай? (47 *км/саат*.)
2. Төмөнкү учурлар үчүн бир калыптагы түз сызыктуу кыймылдын графигин сызгыла:

а) $\upsilon = 18$ *км/саат* жана $x_0 = 0$; б) $\upsilon = 5$ *м/с* жана $x_0 = 2$ *м*; в) $\upsilon = 2$ *м/с* жана $x_0 = 4$ *м*.

3. 17-сүрөттө бир калыпта түз сызыктуу кыймылдаган эки нерсенин өткөн жолунун убакытка көз карандылыгынын графиги көрсөтүлгөн. Алардын ылдамдыгын тапкыла? Кайсы нерсенин ылдамдыгы чоң? (I)

§ 9. Ылдамдануу

Бир калыптагы кыймыл кезинде траекториянын бардык чекитинде ылдамдыктын мааниси бирдей болот. Ал эми кыймыл бир калыпта эмес болсо, ылдамдыктын чоңдугу убакыттын өтүшү менен өзгөрүп турат. Мисалы, станциядан чыккан поезд ылдамдыгын аз-аздан чоңойтуп олтурат да, экинчи станцияга жакындаганда кайрадан ылдамдыгын акырындатып барып токтойт. Светофорго машина жакындаганда же андан жөнөй баштаганда да ушундай эле кубулушту байкайбыз. Бул кубулуштун мааниси кандайдыр бир убакыт ичинде кыймылдын ылдамдыгынын өзгөрүшү болуп эсептелет. Мындай кубулушту мүнөздөө үчүн өзгөчө чоңдук киргизилет. Аны *ылдамдануу* деп атайбыз.

Убакыт бирдиги ичинде ылдамдыктын өзгөрүшүн мүнөздөөчү физикалык чоңдук **ылдамдануу** деп аталат.

Ылдамдануу *a* тамгасы менен белгиленет. Ылдамдануунун чоңдугу төмөнкүчө аныкталат.

Материялык чекит бир калыпта эмес кыймылда болсун дейли. Кыймылдын башталышындагы ылдамдыгын υ_0 менен белгилейли. Ал эми кандайдыр бир t убактысы өткөндөн кийинки ылдамдыгын υ деп белгилеп алалы. Анда t убактысы ичиндеги кыймылдын ылдамдыгынын өзгөрүшү $\upsilon - \upsilon_0$ го барабар болот. Ылдамдануунун аныктамасы боюнча: $a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$. Мында υ_0 – кыймылдын баштапкы ылдамдыгы, υ – кыймылдын акыркы ылдамдыгы, t – кыймылдын убактысы.

Ылдамдык сыяктуу эле ылдамдануу да вектордук чоңдук. Анын багыты ылдамдык векторунун өзгөрүшүнүн багыты менен дал келет. Бирок шарттуу түрдө υ жана a деп жазуу кабыл алынган.

Чендердин СИ бирдигинде ылдамдык $\frac{м}{с}$, ал эми убакыт $с$ менен өлчөнөт. Бул чоңдуктардын бирдигин ылдамдануунун формуласына коюп, чендердин СИдеги бирдигин алабыз. $[a] = \frac{1\frac{м}{с}}{с} = 1\frac{м}{с^2}$. Демек ылдамдануунун бирдиги үчүн 1 метр бөлүнгөн секунда квадрат алынат. Адатта ал метр секунда квадрат деп окулат. Мисалы, $a = 2\frac{м}{с^2}$. Бул нерсенин ылдамдануусу 2 метр секунда квадрат деп окулат. Физикалык мааниси: 1 $с$ ичинде нерсенин ылдамдыгы $2\frac{м}{с}$ га өзгөрөрүн билдирет.

Ылдамдануунун формуласынан кыймылдын акыркы ылдамдыгын табабыз: $\upsilon - \upsilon_0 = at$, $\upsilon = \upsilon_0 + at$, $\upsilon_0 = \upsilon - at$.

Ылдамдануунун формуласын колдонуп маселелерди чыгаруу:

1. Автомобилдин ылдамдыгы 40 *с* ичинде $5\frac{м}{с}$ дан $15\frac{м}{с}$ га өстү. Анын ылдамдануусун тапкыла.

Берилиши:

$\upsilon_0 = 5\frac{м}{с}$

$\upsilon = 15\frac{м}{с}$

$t = 40\ с$

$a - ?$

Формула:

$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$$

Чыгаруу:

$$a = \frac{15\frac{м}{с} - 5\frac{м}{с}}{40\,с} = \frac{10\frac{м}{с}}{40\,с} = 0{,}25\frac{м}{с^2}$$

Ж о о б у: $a = 0{,}25\frac{м}{с^2}$

2. Станциядан чыккан поезд 7 *с* ичинде ылдамдануусун $0{,}9\frac{м}{с^2}$ ка жеткирди. Акыркы ылдамдыгын тапкыла.

Берилиши:

$\upsilon_0 = 0$

$t = 7\ с$

$a = 0{,}9\frac{м}{с^2}$

$\upsilon - ?$

Формула:

$$\upsilon = \upsilon_0 + at$$

Чыгаруу:

$$\upsilon = 0 + 0{,}9\frac{м}{с^2} \cdot 7с = 6{,}3\frac{м}{с}$$

Ж о о б у: $\upsilon = 6{,}3\frac{м}{с}$

3. Велосипедчи $1{,}5\frac{м}{с^2}$ ылдамдануу менен түз сызык боюнча кыймылдап, ылдамдыгын $3\frac{м}{с}$ дан $15\frac{м}{с}$ га өзгөрттү. Өзгөрүүгө кеткен убакытты эсептегиле.

Берилиши:

$a = 1{,}5\frac{м}{с^2}$

$\upsilon = 3\frac{м}{с}$

$\upsilon = 15\frac{м}{с}$

$t - ?$

Формула:

$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t};$$

$$at = \upsilon - \upsilon_0$$

$$t = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{a}$$

Чыгаруу:

$$t = \frac{15\frac{м}{с} - 3\frac{м}{с}}{1{,}5\frac{м}{с^2}} = 8\,с$$

Ж о о б у: $t = 8\ с.$

1. Ылдамдануу кыймылдын кандай касиетин мүнөздөйт?
2. Ылдамдануу деген эмне?
3. Ылдамдануу кандай тамга менен белгиленет?
4. Ылдамдануунун формуласы кандай жазылат?
5. Ылдамдануу чоңдугунун мүнөзү кандай?
6. Ылдамдануунун формуласынан ылдамдыкты жана убакытты аныктагыла.
7. Ылдамдануу чоңдугун жалпыланган план боюнча мүнөздөгүлө.

3-көнүгүү

1. Нерсенин ылдамдануусу $3\frac{м}{с^2}$. Бул эмнени билгизет?
2. Эгерде нерсенин ылдамдануусу $2\frac{м}{с^2}$ болсо, анын ылдамдыгы 1 сда канчага өзгөрөт?
3. Жүрүп келе жаткан поездге тормоз бере баштады. Ылдамдык менен ылдамдануу кандай багытталган?
4. Түз сызыктуу кыймыл учурунда ылдамдануунун багыты өзгөрөбү?
5. Ордунан козголгон автобус 50 *с* ичинде ылдамдыгын $15\frac{м}{с}$ га көбөйттү. Ылдамдануусу эмнеге барабар? ($0{,}3\frac{м}{с^2}$.)
6. Ылдамдануусу $0{,}5\frac{м}{с^2}$ болгон машинеден тормоз берилди. Анын баштапкы ылдамдыгы $36\frac{км}{саат}$ болсо, 10 *с* кийинки ылдамдыгын тапкыла. ($15\frac{м}{с}$.)
7. Түз сызык боюнча турактуу $0{,}2\frac{м}{с^2}$ ылдамдануу менен кыймылдаган велосипедчи 25 *с* ичинде ылдамдыгын $10\frac{м}{с}$ га жеткирди. Анын баштапкы ылдамдыгын тапкыла. ($5\frac{м}{с}$.)
8. Аялдамадан $0{,}5\frac{м}{с^2}$ ылдамдануу менен чыккан автобус, канча убакыттан кийин ылдамдыгын $10\frac{м}{с}$ га жеткире алат? (20 *с*.)

§ 10. Ылдамдатылган жана акырындатылган кыймылдар

Көпчүлүк физикалык кубулуштардын маңызын түшүнүү үчүн аларды мүнөздөгөн формулаларга талдоо жүргүзүү керек. Мисалы, бир калыптагы кыймыл учурунда нерсенин өткөн жолу $s = \upsilon \cdot t$ формуласы менен аныкталат. Мында υ – бир калыптагы кыймылдын ылдамдыгы. Кыймыл бир калыпта болсо, ылдамдык турактуу чоңдук болот. Демек өтүлгөн жолдун чоңдугу убакыттын өтүшүнө көз каранды. Кыймылдын убактысы канчалык узак болсо, нерсе ошончолук чоң жолду басып өтөт. Түз сызыктуу кыймыл учурунда ылдамдыктын багыты менен которулуштун багыты дал келет.

Эми ылдамдануунун формуласын карайлы: $a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$. Мында кыймылдын ылдамдыгынын өзгөрүшүнө мүнөздүү болгон эки учурду карайбыз.

Биринчиси, тынч турган нерсе ордунан козголуп, кандайдыр бир t убакыттан кийин белгилүү ылдамдыкка ээ болот. Бул учурда нерсенин баштапкы ылдамдыгы $\upsilon_0 = 0$. Анда ылдамдануу $a = \frac{\upsilon}{t}$ формуласы менен аныкталып, оң мааниге ээ болот. Мындай кыймылды *ылдамдатылган кыймыл* деп айтабыз. Нерсе ылдамдатылган кыймылда болуш үчүн сөзсүз эле тынч турган абалдан козголушу шарт эмес. Кыймылдап келе жаткан нерсе деле убакыттын кайсы бир учурунан баштап ылдамдыгын жогорулатышы мүмкүн. Мисалы, 5 *м/с* ылдамдык менен түз сызык боюнча кыймылдап келе жаткан нерсе 6 секунда ичинде ылдамдыгын 3 *м/с*га жогорулатты дейли. Кыймыл ылдамдадыбы же акырындадыбы? Ылдамдануусу эмнеге барабар?

Коюлган суроого жооп берүү үчүн маселени төмөнкүчө талдайбыз. Нерсенин баштапкы ылдамдыгы $\upsilon_0 = 5\frac{м}{с}$. Кыймылдын убактысы t=6 *с*. Ылдамдыктын өзгөрүшү $\upsilon - \upsilon_0 = 3\frac{м}{с}$. Бул маселедеги «ылдамдыгын $3\frac{м}{с}$ га жогорулатты» деген сөзгө өзгөчө көңүл буруу керек. Ал нерсенин акыркы ылдамдыгы $3\frac{м}{с}$ деген сөз эмес. Баштапкы ылдамдыгы $5\frac{м}{с}$ болсо ал $3\frac{м}{с}$ га көбөйдү дегенди түшүндүрүшөт. Мында акыркы ылдамдык $\upsilon = 5\frac{м}{с} + 3\frac{м}{с} = 8\frac{м}{с}$ га барабар. Ылдамданууну тапсак:

$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t} = \frac{8\frac{м}{с} - 5\frac{м}{с}}{6\,с} = \frac{3\frac{м}{с}}{6\,с} = 0{,}5\frac{м}{с^2}.$$

Алынган ылдамдануунун мааниси оң сан болгондуктан, кыймыл ылдамдатылган болот. Бул законченемдүүлүктү жалпы математикалык түрдө төмөнкүчө жазабыз. Эгер нерсенин акыркы ылдамдыгы υ баштапкы ылдамдыгынан чоң болсо, б. а. $\upsilon > \upsilon_0$ болсо, ылдамдыктардын айырмасы оң санды берет. Ошондуктан ылдамдануунун мааниси да оң болот $a > 0$. Мындай кыймыл ылдамдатылган кыймыл болот.

> Убакытын өтүшү менен ылдамдыгын жогорулатып туруучу кыймыл **ылдамдатылган кыймыл** деп аталат ($\upsilon > \upsilon_0$, $a > 0$).

Экинчи учур. Кыймылдап келе жаткан нерсе ылдамдыгы $10\frac{м}{с}$ га жеткен убакыттан баштап, кыймылын акырындата баштады. Андан 40 *с* өткөндөн кийин ылдамдыгы $2\frac{м}{с}$ болуп калды. Ылдамдануунун мааниси кандай? Кыймылдын мүнөзүн аныктагыла.

Маселенин шарты боюнча: $\upsilon_0 = 10\frac{м}{с}$; $t = 40\,с$; $\upsilon = 2\frac{м}{с}$. Мында $2\frac{м}{с}$ ылдамдыктын өзгөрүшү эмес, нерсенин акыркы ылдамдыгынын мааниси. Берилгендерди пайдаланып, ылдамданууну табабыз.

$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t} = \frac{2\frac{м}{с} - 10\frac{м}{с}}{40\,с} = -\frac{8\frac{м}{с}}{40\,с} = -0{,}2\frac{м}{с^2}$$

Бул мисалда акыркы ылдамдыктын чоңдугу баштапкы ылдамдыктын маанисинен кичине, б. а. $\upsilon < \upsilon_0$.

Демек, $\upsilon - \upsilon_0 = 3\frac{м}{с} - 10\frac{м}{с} = -8\frac{м}{с}$ болгондуктан, ылдамдануунун мааниси да терс санга барабар болуп калды ($a < 0$) же $a = -0{,}2\frac{м}{с^2}$.

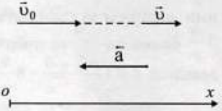
Ылдамдануусу терс мааниге ээ болгон кыймыл акырындатылган кыймылга мисал болот. Андай кыймылда убакыттын өтүшү менен ылдамдык азайып отурат.

> Убакыттын өтүшү менен ылдамдыгын азайтып туруучу кыймыл **акырындатылган кыймыл** деп аталат ($\upsilon < \upsilon_0$, $a < 0$).

Маселе чыгаруунун мисалдары.

1. Велосипедчи ылдамдыгын 15 *м/с* дан 3 *м/с* га чейин азайтканда, ылдамдануусу $-15\ м/с^2$ ка барабар болду. Ылдамдыгын азайтууга кеткен убакытты аныктагыла.

Кыймылдын жана ылдамдануунун багытын координата огунда көрсөтсөк, төмөндөгүдөй болот (18-сүрөт). Кыймыл акырындатылган кыймыл болгондуктан, ылдамдануу терс мааниге ээ. Ылдамдык менен ылдамдануунун багыты карама-каршы.



18-сүрөт. Акырындатылган кыймыл учурундагы ылдамдык менен ылдамдануунун багыттарын салыштыруу.

Берилиши:

$a = -1{,}5\frac{м}{с^2}$

$\upsilon_0 = 15\frac{м}{с}$

$\upsilon = 3\frac{м}{с}$

$t - ?$

Формула:

$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$;

$at = \upsilon - \upsilon_0$;

$t = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{a}$

Чыгаруу:

$$t = \frac{3\frac{м}{с} - 15\frac{м}{с}}{-1{,}5\frac{м}{с^2}} = \frac{-12\frac{м}{с}}{-1{,}5\frac{м}{с^2}} = 8\,с$$

Жообу: $t = 8\,с$.

2. Автомашина 1,25 *с* ичинде ылдамдыгын $18\frac{км}{саат}$ тан $2,5\frac{м}{с}$ га чейин өзгөртсө, ылдамдануусу эмнеге барабар? Кыймылдын мүнөзүн аныктагыла.

Маселенин шарты боюнча берилгендерди кыскача жазып, андан кийин эреже боюнча чыгарабыз.

Берилиши:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$\upsilon_0 = 18\frac{км}{саат} = 5\frac{м}{с}$ $\upsilon = 2,5\frac{м}{с}$ $t = 1,25\ с$ $a - ?$	$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$	$a = \frac{2,5\frac{м}{с} - 5\frac{м}{с}}{1,25с} = \frac{-2,5\frac{м}{с}}{1,25\ с} = -2\frac{м}{с^2}$ Ж о о б у: $a = -2\frac{м}{с^2}$.

Алынган жыйынтык боюнча ылдамдануунун мааниси терс сан. Ошондуктан кыймыл акырындатылган кыймыл болуп эсептелет. Бул бир секундда ылдамдыгын 2 *см/с*га азайтат дегенди билдирет.

3. Кыймылдын ылдамдыгынын графиги 19-сүрөттө көрсөтүлгөн. Кыймылды мүнөздөөчү чондуктарды тапкыла.

Ж о о б у:

1. Кыймылдын баштапкы ылдамдыгы $\upsilon_0 = -2\frac{м}{с}$.

2. Кыймыл башталгандан 3 секунддан кийинки ылдамдыгы $\upsilon = 0$.

3. Кийинки үч секундда кыймылдын ылдамдыгы $2\frac{м}{с}$.

4.
$$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t} = \frac{0-(-2\frac{м}{с})}{3\ с} = \frac{2\frac{м}{с}}{3\ с} \approx 0,67\frac{м}{с^2}.$$

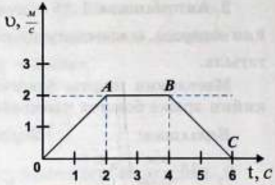
$$a \approx 0,67\frac{м}{с^2}$$

19-сүрөт. Акырындатылган жана ылдамдатылган кыймылдар үчүн ылдамдыктын графиги.

?
1. Ылдамдатылган кыймыл деген эмне? Мисал келтиргиле.
2. Акырындатылган кыймыл деген эмне? Мисал келтиргиле.
3. Нерсенин ылдамдануусу – 3 *м/с* ка барабар. Муну кантип түшүндүрсө болот?
4. $\upsilon > \upsilon_0$ болсо кыймылдын түрү кандай?
5. $\upsilon < \upsilon_0$ болсо кыймылдын түрү кандай?

4-көнүгүү

1. 72 *км/саат* ылдамдык менен келе жаткан мотоциклчен адам кыймылын акырындатып, 20 *с* ичинде ылдамдыгын 36 *км/саат*ка чейин азайтты. Ылдамданууну аныктагыла. ($-0{,}5\frac{м}{с^2}$.)



20-сүрөт. Кыймылды ылдамдыгы боюнча мүнөздөөчү график.

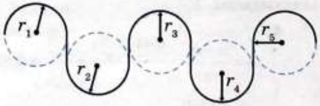
2. 36 *км/саат* ылдамдык менен келе жаткан поезд бир минутадан кийин станцияга келип токтойт. Поезддин ылдамдануусу эмнеге барабар? ($\approx -0{,}17\frac{м}{с^2}$)
3. 20-сүрөттөгү график боюнча кыймылды мүнөздөгүлө.
4. 20-сүрөттөгү график боюнча нерсенин кыймылынын 1 секунддагы, андан кийин 5 секунддагы ылдамдыгын аныктагыла. Кыймылдын ар бир бөлүгүндөгү ылдамданууну тапкыла.

§ 11. Нерсенин айлана боюнча кыймылы

Биз буга чейин түз сызык боюнча кыймылдарды карадык. Бирок жаратылышта жана техникада нерселер көбүнчө ийри сызык боюнча кыймылдашат.

Траекториясы ийри сызык болгон кыймыл **ийри сызыктуу кыймыл** деп аталат.

Мисалы, нерсе 21-сүрөттөгү траектория боюнча кыймылдасын дейли. Анын ар бир бурулушун өзүнчө айлана катары кароого болот. Ошентип, ийри сызыктуу кыймылды үйрөнүш үчүн айлана боюнча бир калыптагы кыймылды карайбыз.



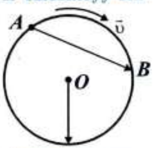
21-сүрөт. Ийри сызыктуу кыймылды үйрөнүүгө мисал.

Айлана боюнча ылдамдыгынын чоңдугу турактуу болгон кыймыл **айлана боюнча бир калыптагы кыймыл** деп аталат.

Нерсе айлана боюнча *A* чекитинен *B* чекитине (22-сүрөт) которулсун дейли. Анда нерсенин өткөн жолу (s) *AB* жаасынын узундугуна, ал

эми которулушу $\vec{s}$ AB хордасынын узундугуна барабар. Нерсенин ылдамдыгынын чоңдугу $\upsilon = \frac{s}{t}$ формуласы менен аныкталат.

Айлана боюнча кыймылдаган нерсенин ылдамдыгы сызыктуу ылдамдык деп аталат.



22-сүрөт. Нерсенин айлана боюнча кыймылын мүнөздөөчү чоңдуктарды элестетүү.

Сызыктуу ылдамдыктын бирдиги үчүн $1\frac{м}{с}$ алынат.

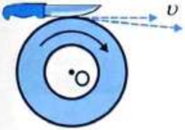
Эгер нерсе толук бир айлануу жасаса, анын басып өткөн жолу $2\pi r$ ге барабар. Анткени радиусу r болгон айлананын узундугу $2\pi r$ экендиги математикадан белгилүү. Анда сызыктуу ылдамдык $\boxed{\upsilon = \frac{2\pi r}{t}}$ формуласы менен аныкталат.

Нерсенин бир айлануу жасаганга кеткен убактысы *айлануу мезгили* деп аталат.

Ал T тамгасы менен белгиленет. Бирдиги үчүн 1 секунда алынат. Демек нерсе бир толук айлануу жасагандагы сызыктуу ылдамдыгы $\upsilon = \frac{2\pi r}{T}$ формуласы боюнча аныкталат.

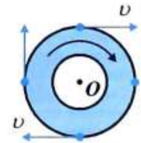
Айлануу кыймылынын сызыктуу ылдамдыгын аныктоо үчүн көпчүлүк учурларда $\upsilon = \frac{s}{t}$ же $\upsilon = \frac{2\pi r}{t}$ формулалары колдонулат.

Нерсе айлана боюнча кыймылдаган учурда сызыктуу ылдамдыгынын сан мааниси турактуу болот. Ал эми ылдамдык векторунун багыты тынымсыз өзгөрүп турат. Анын өзгөрүшүн элестетүү үчүн бычак курчутуучу чарыктын кайрагынын кыймылын карап көрөлү. Бычактын мизин айланып жаткан кайрактын кырына тийгизгенде учкундар учуп чыгат да, алар түз сызык боюнча кыймылдайт. Ал сызыктар айлана-



23-сүрөт. Айлана боюнча кыймылдын ылдамдыгы горизонталь боюнча багытталган.

24-сүрөт. Айлана боюнча кыймылдын ылдамдыгы тик ылдый багытталган.



25-сүрөт. Айлана боюнча кыймылдын ылдамдыгынын багыты ар дайым өзгөрүп турат.

нын бычактын мизи тийген чекитине жаныма боюнча жайгашат (23-сүрөт). Эгер бычактын мизин айлананын башка чекитине тийгизсек, учкундар такыр башка багытты көздөй, тагыраак айтканда, ошол чекитке жүргүзүлгөн жаныма боюнча учушат (24-сүрөт).

Демек айлана боюнча кыймылдаган материялык чекиттин ылдамдыгы айлананын ар бир чекитине жаныма боюнча багытталат (25-сүрөт).

Бир секунда ичинде болуп өткөн айлануунун саны **айлануунун жыштыгы** деп аталат.

Ал n тамгасы менен белгиленет. Мисалы, бир секунда ичинде нерсе 10 айлануу жасаса, анын жыштыгы $n=\frac{1}{c}$ деп жазылат.

Айлануунун жыштыгы менен айлануунун мезгили бири-бири менен төмөнкүчө байланышат.

$$\boxed{n=\frac{1}{T}} \quad \text{же} \quad \boxed{T=\frac{1}{n}.}$$

Эгер айлануу жыштыгы $n=10\ c^{-1}$ болсо, анын айлануу мезгили $T=0{,}1\ c$. Бул бир секундда 10 айлануу жасаган кыймылдын мезгили 0,1 c, б. а. материялык чекит 0,1 секундда толук бир айлануу жасайт.

Маселе. **1.** Велосипеддин дөңгөлөгүнүн радиусу 25 *см*. Эгер дөңгөлөктүн айлануу жыштыгы 1 c^{-1} болсо, велосипеддин ылдамдыгы кандай?

Берилиши:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$r=25\ см=0{,}25\ м$	$\upsilon=\frac{2\pi r}{T}$;	$\upsilon=2\cdot3{,}14\cdot0{,}25\ м\cdot1\ c^{-1}=1{,}57\frac{м}{c}$.
$\pi=3{,}14$	$n=\frac{1}{T}$;	Жообу: $\upsilon=1{,}57\frac{м}{c}$
$n=1\ c^{-1}$	$\upsilon=2\pi rn$	
$\upsilon-?$		

1. Айлана боюнча бир калыптагы кыймыл деген эмне?
2. Айлана боюнча кыймылды үйрөнүүнүн мааниси эмнеде?
3. Сызыктуу ылдамдыкты кантип аныктоого болот?
4. Айлануу мезгили деген эмне?
5. Айлануу жыштыгы эмнени билгизет?
6. Сызыктуу ылдамдыктын багыты кандайча өзгөрөт? Аны кандай тажрыйбада көргөзсө болот?
7. Нерсенин айлануу мезгили 14 с. Бул эмнени билгизет?
8. Ташты жипке байлап алып, айлантып жатканда жип үзүлүп кетти дейли. Таштын ылдамдык вектору каякка багытталган?
9. Айлануу жыштыгы 10 c^{-1}. Бул эмнени билгизет?

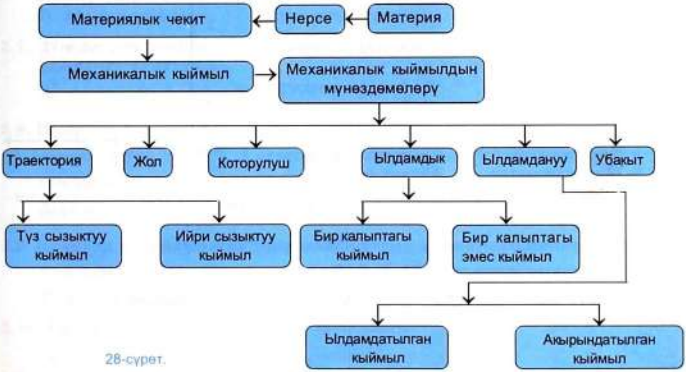
5-көнүгүү

1. Жердин экваторунда турган чекиттин Жердин суткалык айланышындагы ылдамдыгын аныктагыла. Жердин радиусу 6 400 *км*. (465 *м/с*.)
2. Бир калыпта кыймылдаган дөңгөлөктүн ылдамдыгы 10 *м/с*, айлануу жыштыгы 4 $с^{-1}$. Дөңгөлөктүн радиусун тапкыла. (0,39 *м*.)
3. Өзүңөрдүн саатыңардын секундалык жебесинин кыймылынын ылдамдыгын жана айлануу жыштыгын тапкыла.
4. «Айлануу мезгили» жана «айлануу жыштыгы» чоңдуктарын жалпыланган план боюнча мүнөздөгүлө.

Урматтуу окуучулар!

Силер механика курсунун кинематика бөлүмүн окуп бүттүңөр. Эми алган билиминерди бекемдеп, бир системага келтиришиңер керек. Ал үчүн 28-сүрөттөгү кинематиканын негизги түшүнүктөрүн жана алардын байланыштарын түшүнүп алгыла. Ар бир түшүнүктүн аныктамасын кайталагыла. Чоңдуктардын байланышын аныктоочу формулаларды эске тутуп, аларды маселе чыгарууга колдонууга көнүккүлө. Бөлүм боюнча жазуу жүзүндөгү текшерүү ишин аткарууга даярдангыла.

I глава боюнча негизи билимдер жана алардын байланыштары



28-сүрөт.

«Кинематиканын негиздери» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант.

1.1. Автобуста олтуруп бара жаткан адам төмөнкүлөрдүн кайсынысына салыштырмалуу кыймылда болот?
А. Автобустун отургучуна. Б. Жол жээгиндеги үйлөргө.
В. Жанында олтурган адамга. Г. Автобустун айдоочусуна.

1.2. Кайсы учурда нерсенин кыймылынын траекториясы түз сызык болот?
А. Кайык көлдө кыймылдаганда. Б. Нерсе тик өйдө кыймылдаганда.
В. Доскага бор менен сүрөт тартканда. Г. Сааттын жебеси кыймылдаганда.

1.3. Адам бир калыпта кыймылдап, 6 *с* ичинде 12 *м* аралыкты басып өттү. Ушул ылдамдык менен ал 3 *с* ичинде кандай жолду басат?
А. 2 *м*; Б. 36 *м*; В. 4 *м*; Г. 6 *м*.

1.4. $18\frac{км}{саат}$ та канча $\frac{м}{с}$ бар? — А. $6\frac{м}{с}$; Б. $5\frac{м}{с}$; В. $4{,}5\frac{м}{с}$; Г. $3\frac{м}{с}$.

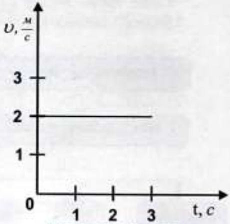
1.5. Бир калыпта эмес кыймылдын маңыздуу белгиси кайсы?
А. Кыймылдын үн чыгарышы. Б. Бирдей *t*да бирдей жол өтүшү.
В. Бирдей *t*да ар кандай жол өтүшү. Г. Бирдей *t*да бирдей которулушу.

1.6. Ылдамдануунун формуласы кайсы?

А. $s = \upsilon . t$; Б. $a = \frac{\upsilon + \upsilon_0}{t}$; В. $a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$; Г. $a = \frac{\upsilon_0}{t}$.

1.7. Ылдамдануу $a>0$, $\upsilon > \upsilon_0$. Кыймылдын мүнөзү кандай?
А. Бир калыпта. Б. Акырындатылган.
В. Ылдамдатылган. Г. Тынч турат.

1.8. 26-сүрөт боюнча кыймылды мүнөздөгүлө.
А. Бир калыпта. Б. Акырындатылган.
В. Ылдамдатылган. Г. Айлана боюнча.



26-сүрөт. Кыймылдын ылдамдыгынын убакытка көз карандылыгынын графиги.

1.9. Нерсе толук айлана жасаганда өтүлгөн жол эмнеге барабар?
А. Айлананын радиусуна. Б. Айлананын диаметрине.
В. Айлананын узундугуна $2\pi r$. Г. $2\pi rn$

1.10. Айлануу жыштыгы 10 $с^{-1}$. Айлануу мезгили эмнеге барабар?
А. 2 *с*; Б. 4 *с*; В. 0,1 *с*; Г. 0,01 *с*.

2-вариант.

2.1. Материялык чекиттин маңыздуу белгиси кайсы?
А. Нерсенин түсү эске алынбайт. Б. Нерсенин аты айтылбайт.
В. Нерсенин өлчөмү эске алынбайт. Г. Нерсенин заты эске алынбайт.

2.2. Булуттуу түндө Айдын кыймылын эмнеге салыштырып билебиз?
А. Жердеги тамдарга. Б. Бак-дарактарга.
В. Булуттарга. Г. Аккан сууга.

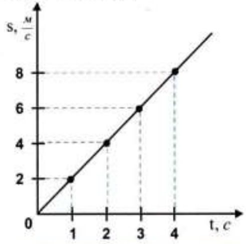
2.3. Өтүлгөн жол менен которулуштун айырмасы эмнеде?
А. Нерсенин тез кыймылдаганында.
Б. Нерсенин тынч турган ордунан козголгондугунда.
В. Көп аралыкты өткөнүндө.
Г. Траекториянын узундугу менен, нерсенин баштапкы жана акыркы абалдарынын арасындагы аралыкта.

2.4. Нерсе биринчи мүнөттө 70 *м*, экинчи мүнөттө 70 *м*, үчүнчү мүнөттө 60 *м* жол басып өттү. Кыймылдын түрү кандай?
А. Бир калыпта. Б. Түз сызыктуу.
В. Ийри сызыктуу. Г. Бир калыпта эмес.

2.5. $1{,}5\ м/с$ ылдамдык менен кыймылдаган нерсе 10 секундада канча жолду басып өтөт? — А. 15 *м*; Б. 8,5 *м*; В. 0,15 *м*; Г. 150 *м*.

2.6. Кыймылдын ылдамдыгынын өзгөрүшү терс санга барабар $\upsilon_0>\upsilon$. Бул кандай кыймыл?
А. Бир калыпта. Б. Ылдамдатылган.
В. Акырындатылган. Г. Нерсе тынч турат.

2.7. 27-сүрөттөгү график боюнча кыймылдын ылдамдыгын аныктагыла.
А. $4\ м/с$. Б. $8\ м/с$. В. $2\ м/с$. Г. $3\ м/с$.



27-сүрөт. Өтүлгөн жолдун убакытка көз карандылыгынын графиги.

2.8. Нерсенин баштапкы ылдамдыгы $4\ м/с$. Ылдамдануусу $0{,}25\ м/с^2$. 4 секунддан кийинки ылдамдыгын тапкыла.
А. $10\ м/с$. Б. $5\ м/с$. В. $15\ м/с$. Г. $4\ м/с$.

2.9. Нерсенин ылдамдануусу $3\ м/с^2$. Физикалык мааниси кандай?
А. 1 *м* жолду 3 *с* өтөт. Б. 1 *с*да ылдамдыгы $3\ м/с$ азайат.
В. 1 *с*да ылдамдыгы $3\ м/с$ га көбөйөт. Г. Ылдамдыгы $3\ м/с$.

2.10. Сызыктуу ылдамдыктын формуласы кайсы?
А. $\upsilon=\frac{s}{R}$. Б. $\upsilon=\frac{s}{t}$. В. $\upsilon=\frac{2\pi r}{t}$. Г. $\upsilon=at$.

II глава
ДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

Динамика гректин «динамикос» деген сөзүнөн алынган. Бизче күч дегенди билгизет. Кыймылдын, анын ылдамдануусунун пайда болуш себебин үйрөтүүчү механиканын бөлүгү *динамика* деп аталат.

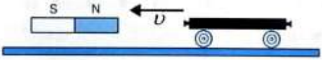
Бул бөлүмдө нерселердин өз ара аракеттешүүсү, күч, масса сыяктуу негизги физикалык чоңдуктар, күчтүн түрлөрү, ошондой эле динамиканын же көпчүлүк атагандай Ньютондун законлору окулат.

§ 12. Нерселердин өз ара аракеттешүүсү. Күч

Жаратылыштагы бардык нерселер бир-бири менен тыгыз байланышта болот. Ал байланыш нерселердин бири-бирине жасаган аракети аркылуу мүнөздөлөт. Бир нерсе экинчи нерсеге аракет жасаса, экинчиси да биринчисине аракет жасайт. Ошондуктан нерселер бири-бири менен өз ара аракеттенишет деп айтышат.

Кайсы бир нерсенин аракети астында тынч турган экинчи нерсе кыймылга келиши мүмкүн. Ал эми бир калыпта кыймылдап бара жаткан нерсеге башка бир нерсе аракет жасаса, ал кыймылынын ылдамдыгын өзгөртүп, ылдамданууга ээ болот.

Столдун үстүндө тынч турган жеңил темир арабачага магнитти жакындатсак, арабача кыймылга келет (29-сүрөт). Арабачанын кыймылга келишинин себеби магниттин темир арабачага таасир этиши болуп саналат. Эгер кыймылдап бара жаткан арабачанын артына магнитти жакындатсак, анын аракети менен арабача токтоп калат (30-сүрөт).



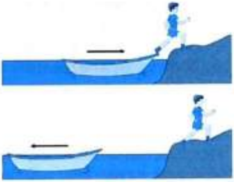
29-сүрөт. Магниттин аракети астында тынч турган арабача кыймылга келет.

30-сүрөт. Магниттин аракети менен жүрүп бара жаткан арабача токтойт.

Кайыкта отурган адам өзүнүн жанындагы экинчи кайыкты түртсө, алардын өз ара аракеттенишүүсү жүрөт (31-сүрөт). Алардын аракеттеринин натыйжасында эки кайык тең (массалары бирдей болсо) бирдей аралыкка которулат.

31-сүрөт. Өз ара аракеттешүүдө эки кайык тең бирдей аралыкка жылат.

Эгерде кайыкта турган адам жээкке секирсе, кайык карама-каршы багытка жылат (32-сүрөт). Мында адам кайыкка аракет этет. Ал эми кайык өз учурунда адамга аракет жасайт. Адам андан ылдамдык алып, жээкти көздөй секирип кетет.


32-сүрөт. Адам алдыга секирсе кайык артка жылат.

Жогоруда келтирилген мисалдар эки нерсенин өз ара аракеттенишүүлөрүнүн, ошол эле учурда алардын абалынын өзгөрүшүн мүнөздөйт. Нерсенин башка нерселерге карата абалынын өзгөрүшү, анын кыймылга келгендигин билгизет. Кыймылдын себеби нерселердин бири-бирине аракет жасашы болуп эсептелет.

Бир нерсеге экинчи нерсе аракет эткенде биринчиси бүт боюнча кыймылга келбестен, анын бөлүгү гана кыймылдашы мүмкүн. Мисалы, 33-сүрөттөгү болот сызгычтын ортосуна кичине жүктү коёлу. Ал жүктүн таасиринде болот сызгыч ийилгендигин көрөбүз, башкача айтканда сызгычтын формасы өзгөрөт.

33-сүрөт. Жүктү койгондо болот сызгыч деформацияланат.

Бир нерсенин таасири астында башка бир катуу нерсенин формасынын өзгөрүшү *деформация* деп аталат.

Деформация латын сөзү. Бизче формасынын же өлчөмүнүн өзгөрүшү дегенди билгизет.

Жогорку мисалдардын негизинде төмөнкүдөй жыйынтыкка келүүгө болот. Бир нерсеге экинчи нерсе аракет эткенде алардын биринин ылдамдыгы өзгөрөт же деформацияланат. Мындай учурда нерсеге күч аракет этти деп коюшат.

Бир нерсенин экинчи нерсеге жасаган аракетинин сан жагынан мүнөздөөчү физикалык чондук **күч** деп аталат.

Күчтүн таасиринде нерсе ылдамданат же деформацияланат.

Ат арабаны сүйрөгөндө, футболист футбол тобун тепкенде, керилген пружинаны кысканда, оор жүктү тик өйдө көтөргөндө нерсеге күч аракет этти дешет. Чындыгында жогорку саналгандардын бардыгында эки нерсенин өз ара аракеттенишүүсү байкалат. Алардын натыйжасы катары арабанын кыймылы, футбол тобунун учушу, жүктүн Жер бетинен өйдө көтөрүлүшү, пружинанын кысылышы алынат. Демек, эки нерсе өз ара аракеттенишкенде механикалык өзгөрүүлөр байкалат.

Физикада күч F (эф) тамгасы менен белгиленет. Күчтүн бирдиги үчүн 1 ньютон (H) алынат. Ал англиялык окумуштуу И. Ньютондун урматына коюлган.

Күч – вектордук чоңдук. Ал сан мааниси менен катар багытка да ээ. Күчтүн аракетинин натыйжасы күчтүн багытына, анын чоңдугуна жана күч аракет эткен чекитке жараша болот. Мисалы, каалганы оңой ачып жабуу үчүн, туткасын тамга бекиген жагына эмес, бош жагына жакын орнотушат. Жүрүп бара жаткан чананы токтотуш үчүн кыймылдын багытына карама-каршы аракет жасоо керек. Нерсени өйдө көтөрүш үчүн, аны ылдый баспастан, жогору көздөй көтөрүү зарыл. Селкинчекти күүлөш үчүн аркандын байланган жеринен эмес, андан алыс жайгашкан жеринен түртүү керек. Мына ушулардын бардыгы күчтүн багыты бар экендигин жана аны каалаган эле чекитке тиркей берүүгө болбостугун билгизет. Ошол максатта *күч аракет эткен чекит* деген термин колдонулат.

?
1. Нерселердин өз ара аракеттенишүүсүнө мисалдар келтиргиле.
2. Нерсенин ылдамдыгынын өзгөрүшүнүн себеби эмнеде?
3. Кайсы учурда нерсе деформацияланды деп айтабыз?
4. Күч деген эмне? Күч вектордук чоңдукпу же скалярдык чоңдукпу?
5. Күчтүн бирдиги үчүн эмне алынат?

§ 13. Инерция. Инерттүүлүк. Ньютондун биринчи закону

Жердин бетинде тынч жаткан нерселерге башка нерселер аракет жасабаса, алар тынч абалында канча убакыт болсо да жата беришет. Ал эми түз сызык боюнча бир калыпта кыймылдаган нерсеге сырттан күч таасир кылбаса, башкача айтканда ага башка нерсе аракет этпесе, ал бир калыптагы түз сызыктуу кыймылын уланта берет. Бирок жаратылышта жана турмуштук практикада абсолюттуу тынч турган же бир калыпта түз сызыктуу кыймылда болгон нерселер өтө сейрек кездешет. Мисалы, Жер бетинде турган тоолорду, имараттарды адамдар тынч турат деп эсептешкени менен, алар Жер менен кошо кыймылда болу-

шат. Жер менен кошо биз да кыймылда болобуз. Бирок биз өзүбүздүн жана тоолордун абалын Жерге салыштырып карагандыктан, ал кыймылды байкай албайбыз. Ошондуктан Жер бетинде абалын башка нерселерге салыштырмалуу өзгөртпөгөн нерселерди тынч турат деп эсептейбиз.

Столдун бети боюнча кыймылдаган оюнчук машина бир аз убакыт өткөндөн кийин токтоп калат. Себеби, ага биринчиден абанын каршылыгы, экинчиден столдун бетинин бүдүрлары тескери таасир этет. Эгер бир калыпта кыймылдап бара жаткан нерсеге сырттан эч кандай нерсе аракет этпесе, ал өзүнүн бир калыптагы түз сызыктуу кыймылын уланта берет.

Физикада нерсенин тынч абалын же бир калыптагы түз сызыктуу кыймылын сактоо кубулушу *инерция* деп аталат. Мисалы тоодон түшкөн лыжачы тоонун этегине жеткенде токтобостон, кыймылын андан ары да улантат. Бул учурда нерсе инерция боюнча кыймылдайт деп коёбуз.

Инерция кубулушун биз күндөлүк турмушта көп эле байкайбыз. Жүргүнчүлөрдү ташыган автобус аялдамага келгенде тез токтосо, отурган жүргүнчүлөр алдыны көздөй умтулуп барып, кайра ордуна келишет. Ошол эле автобус аялдамадан булкунуп козголсо, жүргүнчүлөр артты көздөй жылышат.

Учкаяк атка минген бала, аттын оозун катуу силкип, теминсе ат ордунан октой атылып чуркайт. Бала артты көздөй чалкалап, кай бирде калпагы артка учуп кетет. Чаап бара жаткан ат астынан тааныш эмес бир нерсени көрүп, тык токтосо, бала аттын башынан алыс кетиши мүмкүн. Үркүнчөөк атты мингенде да ушундай учурлар байкалат. Түз басып бара жаткан ат жалт берип, оң жакка бурулса, атчан адам сол жакка ооп барып токтойт. Эгер ат сол жакка жалт берсе, атчан оң жакка оойт. Ат минген жеңил жаш балдар болсо, аттан ооп түшүп калышат. Ал эми денеси оор чоң адамдар анча козголушпайт.

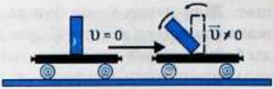
> Нерселердин тынч же бир калыпта түз сызыктуу кыймыл абалын сактоо касиети **инерттүүлүк** деп аталат.

Инерттүүлүк бардык нерселерге тиешелүү, бирок ар кандай нерселер ар башка инерттүүлүккө ээ. Мисалы, биздин мисалдагы ат минген жаш баланын инерттүүлүгү, ат минген чоң кишинин инерттүүлүгүнөн кичине. Анын жалт берме аттан кулап кетишинин себеби ушунда.

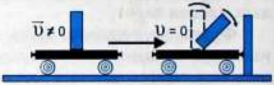
Эми ушул мисалдарды сүрөттөп көрсөтүүчү тажрыйбаны карап көрөлү. Үстүнө төрт кырдуу жыгач тикесинен коюлган арабачаны алып, аны тез түртүп кыймылдаталы. Араба алдыга жылганда, жыгач артты карай кулап түшөт (34-сүрөт). Анткени, жыгачтын арабача менен тийишкен бети араба менен кошо жылууга умтулса, үстүнкү бөлүгү мур-

дагы тынч абалында калууга тырышып, артты көздөй жыгылууга аргасыз болот.

Ошол эле жүк коюлган арабаны акырын жылдырып кыймылга келтирели. Эгер арабанын жолуна башка бир жыгач тосмону койсок араба ага тийип, тык токтойт. Жыгач брусогу болсо алдыга кулайт (35-сүрөт). Себеби, араба тык токтогондо экөөнүн тийишкен бети да токтоого аргасыз болот. Бирок жыгач нерсенин жогорку бөлүгү мурдагы кыймылын инерция боюнча улантууга умтулуп, алдын көздөй жыгылат.



34-сүрөт. Инерцияны мүнөздөөчү тажрыйба



35-сүрөт. Инерцияны мүнөздөөчү тажрыйба

Жогоруда келтирилген мисалдардан нерсенин тынч туруусу же бир калыпта түз сызыктуу кыймылда болушу сырттан таасир эткен күчкө жараша экендигин көрөбүз. Мындай корутунду алгач Галилео Галилей, андан кийин Исаак Ньютон тарабынан закон түрүндө белгиленген. Ал Ньютондун *биринчи закону* же *инерция закону* деп аталат. Эрежеси төмөнкүчө айтылат.

> Нерсеге башка нерселер аракет кылбаса, ал тынч абалда же бир калыпта түз сызыктуу кыймылда болот.

Физикалык закон чондуктардын же кубулуштардын ортосундагы байланыштарды көрсөтөт. Ньютондун биринчи закону төмөнкү физикалык түшүнүктөрдүн бири-бири менен болгон байланышын мүнөздөйт. Ал түшүнүктөр төмөнкүлөр: нерселердин өз ара аракеттенишүүсү, күчтүн аракети, тынч туруу, бар калыптагы түз сызыктуу кыймыл. Биринчи закондун негизги мааниси нерсеге башка нерсе аракет этпесе, ал тынч абалын сактайт же бир калыпта түз сызыктуу кыймылда болот. Мындан нерсени кыймылга келтириш үчүн сөзсүз башка нерсе аракет этиши керек деген корутунду келип чыгат. Мындай жыйынтыкты биздин коомго чейин эле грек ойчулу Аристотель айткан. Бирок аны жаратылыштын закону катары илимге Ньютон киргизген. Кыймылдагы нерсеге башка нерсе аракет жасаса, ал кыймыл ылдамдыгын өзгөртөт. Ылдамдыгын чоңойтот же акырындатат, башкача айтканда ылдамдатылган же акырындатылган кыймылда болот.

?

1. Нерсенин тынч туруусу эмнеге көз каранды?
2. Кайсы учурда нерсе түз сызык боюнча бир калыпта кыймылдайт?
3. Инерция деген эмне?
4. Инерция менен инерттүүлүктүн айырмасы эмнеде?

Галилео Галилей
(1564–1642)

Италиялык физик, астроном. Физика илимин тажрыйбалык негизге койгон. Кыймылдын салыштырмалуулугу, инерция, эркин түшүү боюнча жана астрономияда көп ачылыштарды жасаган.

Исаак Ньютон
(1643–1727)

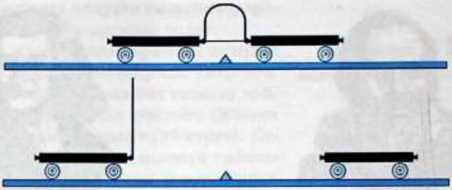
Англиялык физик, математик. Механиканын негизги закондорун ачкан. Физикада, математикада, астрономияда көптөгөн ачылыштардын ээси.

? 5. Инерция кубулушунун байкалышына мисалдар келтиргиле.
6. Нерсел ердин инерттүүлүгүн салыштырууга мисал келтиргиле.
7. Ньютондун 1-законунун эрежеси кандай? Мааниси эмнеде?

§ 14. Нерсенин массасы

«Масса» деген сөздү күндөлүк турмушта өтө көп кездештиребиз. Биз билген бардык нерселер массага ээ. Бирөөнүн массасы кичине, экинчисиники чоң. Мисалы, дүкөндөрдө сатылуучу азык-түлүк салынган баштыктардын сыртында алардын массалары жазылган. Сатуучулар конфеттин же кумшекердин массасын таразага тартуу менен аныктап берет. Күндөлүк практикада жөнөкөй эле колдонулганы менен масса эң маанилүү физикалык чоңдук болуп эсептелет. Бул чоңдук физика курсунун бардык бөлүмүндө колдонулат. Кубулуштарды окуп-үйрөнүү үчүн нерселердин же майда бөлүкчөлөрдүн массасын билүүнүн мааниси өтө зор. Анда масса деген эмне? Бул суроого жооп берүү үчүн жөнөкөй тажрыйбага кайрылалы.

Жеңил жүрүүчү эки арабача алып столдун бетине жайгаштыралы (36-сүрөт). Бирөөнүн тумшугуна серпилгич болот пластинанын бир учун бекитебиз. Анын экинчи учун ийип, жип менен арабачага бекитебиз. Экинчи арабачанын тумшугун ийилген пластинага тийгизип коёбуз. Эгер пластинаны ийилген абалда кармап турган жипти кесип жиберсек, пластина түзөлүп, экинчи арабага таасир этет. Экинчи араба өз

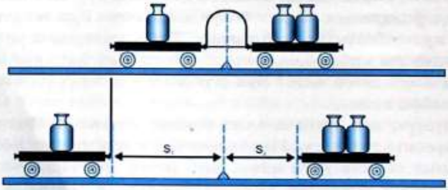


36-сүрөт. Бирдей арабачалар өз ара аракеттенишкенде бирдей жолду басып өтүшөт.

учурунда биринчиге аракет жасап, экөө тең бир учурда карама-каршы багытта кыймылга келет. Эки араба тең бирдей өлчөмдө, бирдей материалдан жасалгандыктан, алар бирдей жолду басып өтүп токтошот. Демек, алар бирдей ылдамдыктарга ээ болушат (36-сүрөт). Бирдей арабачалар аракеттенишкенде бирдей жолду басып өтүшөт.

Эми ушул арабачалардын бирине лабораториялык гирядан бирди, ал эми экинчисине ошондой эле гирядан экини коюп, тажырыйбаны кайталайлы (37-сүрөт). Сүрөттөн көрүнгөндөй бирдей эле убакытта экинчи арабача биринчисине караганда эки эсе кыска аралыкка жылат.

Өлчөөлөр көрсөткөндөй $s_1 = 2s_2$. Арабачалардын ылдамдыгы $\upsilon_1 = \frac{s_1}{t}$, $\upsilon_2 = \frac{s_2}{t}$ формулалары боюнча аныкталат. Мындан $s_1 = \upsilon_1 t_1$, $s_2 = \upsilon_2 t$. s_1 жана s_2 чоңдуктарынын ордуна койсок $\upsilon_1 t = 2\upsilon_2 t$ же $\upsilon_1 = 2\upsilon_2$. Мындан биринчи арабачанын ылдамдыгы экинчисиникине караганда 2 эсе чоң экендигин көрөбүз. Бул арабачалардын массасы менен байланыштуу. Демек биринчи арабачанын массасы экинчисиникине караганда эки эсе кичине. Ошондуктан анын ылдамдыгы 2 эсе чоң жана бирдей эле уба-



37-сүрөт. Салынган жүгү ар түрдүү арабачалар өз ара аракеттенишкенде ар башка жолду басып өтүшөт.

кыт ичинде 2 эсе чоң жолду басып өтөт. Мындан төмөнкүдөй жыйынтык чыгарабыз.

Эки нерсенин массаларынын катышы алардын аракеттенишүүсүндө тынч абалдан чыккандагы алган ылдамдыктарынын катышына **тескери пропорциялаш:** $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}$

Бул барабардыкты төмөнкүчө окусак да болот. Өз ара аракеттенишкен нерселердин биринчисинин ылдамдыгы экинчисиникинен канча эсе чоң болсо, биринчисинин массасы экинчисиникинен ошончо эсе кичине болот.

Өз ара аракеттенишүүдө нерсенин ылдамдыгы канчалык аз өзгөрсө, ал ошончолук чоң массага ээ болот. Андай нерсенин инерттүүлүгү чоң деп айтышат.

Өз ара аракеттенишүүдө нерсенин ылдамдыгы канчалык көп өзгөрсө, анын массасы ошончолук кичине. Анын инерттүүлүгү да кичине.

Өз ара аракеттенишүүдө нерселер ылдамдыктарын ар кандай өзгөртүүгө жөндөмдүү. Нерселердин мындай касиети *инерттүүлүк* деп аталат. Нерсенин ушул касиетин пайдаланып, массанын аныктамасын берсек болот.

Нерсенин инерттүүлүгүн мүнөздөөчү физикалык чоңдук **масса** деп аталат.

Масса m (эм) тамгасы менен белгиленет. Масса скалярдык чоңдук. Бирдиги үчүн чендердин СИ бирдигинде *килограмм* (1 *кг*) алынат.

Килограмм – бул атайын жасалган үлгүнүн массасы (38-сүрөт). Ал платина менен иридийдин кошулмасынан жасалган. Килограммдын эл аралык үлгүсү Париждин жанындагы Севр шаарында сакталып турат. Анын так көчүрмөсү дүйнөнүн 40 өлкөсүнө таратылган.

Килограммдын эселик жана үлүштүк бирдиктери болуп негизинен *тонна, грамм, миллиграмм* колдонулат.

$$1\ кг = 1\ 000\ г\ (10^3\ г);$$
$$1\ г = 0{,}001\ кг\ (10^{-3}\ кг);$$
$$1\ кг = 1\ 000\ 000\ мг\ (10^6\ мг);$$
$$1\ мг = 0{,}000\ 001\ кг\ (10^{-6}\ кг);$$
$$1\ т = 1\ 000\ кг\ (10^3\ кг);$$
$$1\ кг = 0{,}001\ т\ (10^{-3}\ т).$$

38-сүрөт. Массанын эталонунун үлгүсү.

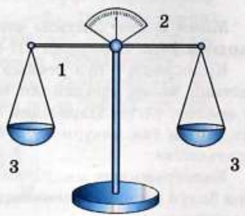
?
1. Нерселердин өз ара аракеттешүүлөрүнө мисалдар келтиргиле.
2. Нерселер өз ара аракеттенишкенде ылдамдыктары кандайча өзгөрөт?
3. Масса менен нерселердин ылдамдыктарынын өзгөрүшүнүн ортосунда кандай байланыш бар?
4. Инерттүүлүк деген эмне?
5. Масса инеттүүлүк боюнча кандайча аныкталат?
6. Массанын бирдиги үчүн эмне алынган?
7. Массанын эселик жана үлүштүк бирдиктери кайсылар? Маанилери кандай?

§ 15. Нерсенин массасын тараза менен өлчөө

14-параграфта нерсенин массасын аныктоонун бир жолу менен тааныштык. Ал үчүн массасын аныктоочу нерсени массасы белгилүү нерсе менен аракетке келтирип, алардын ылдамдыгын билүү керек. Алардын катышы боюнча керектүү нерсенин массасын аныктап алууга болот. Мындай ыкма космос телолорунун кыймылын үйрөнүүдө жана массаларын аныктоодо колдонулат.

Күндөлүк турмушта нерсенин массасын өлчөө үчүн таразалар колдонулат. Таразанын көптөгөн түрлөрү бар: окуу үчүн колдонулуучу тараза, медициналык, аналитикалык, аптекалык, электрондук, оор жүктөрдүн массасын өлчөөчү тараза ж. б.

39-сүрөттө окуу ишинде колдонулуучу тараза көрсөтүлгөн. Анын негизги бөлүгү *коромысло* (ийин) (1) деп аталат. Коромыслонун ортосуна оңго же солго жылып туруучу көрсөткүч жебе (2) орнотулган. Коромыслонун учтарына таразанын эки табагы (3) илинген. Нерсенин массасын сан менен туюнтуу үчүн ар кандай массадагы атайын тараза таштары (гирялар) колдонулат (40-сүрөт). Алар граммдык жана миллиграммдык бир нече гирлерден турат. Таразаларда колдонулуучу гиряларды тараза таштары деп коёбуз. Ал таштардын массалары 200, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2 жана 1 *грамм*. Алардын жардамы менен 1 ден 310 граммга чейинки каалаган массаны өлчөп алууга болот.



39-сүрөт. Окууда колдонуучу тараза.

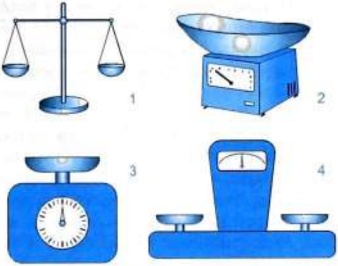
Массалары бир граммдан кичине болгон таштар алюминий пластинасынан жасалган.

40-сүрөт. Тараза таштары.

Алардын массалары 500, 200, 200, 100, 50, 20, 20 жана 10 *миллиграмм*.

Таразага тартуунун эрежеси

1. Алгач коромыслонун тең салмактуу абалда экенин текшеребиз.
2. Массасын өлчөөчү нерсе таразанын сол табагына салынат. Мында коромыслонун тең салмактуулугу бузулат.
3. Таразанын оң табагына ар кандай массадагы таштар салынат.
4. Таштарды тандоодо нерсенин массасы көз менен болжолдонуп, андан кичине деген таш салынат.
5. Андан кийин башка таштар менен толуктап, коромыслону тең салмактуу абалга алып келебиз.
6. Таразанын оң табагындагы таштардын массаларынын суммасы таразанын сол табагындагы нерсенин массасына барабар.
7. Тараза таштарын кол менен кармабастан, атайын кыпчуур менен кармоо сунуш кылынат.



41-сүрөт. 1-дарыкана таразасы; 2–4-чарбалык жана соода таразалары.

41-сүрөттө турмуш-тиричиликте колдонулуучу таразалардын түрлөрү көрсөтүлгөн. Алардын иштеши менен жөнөкөй механизмдер бөлүгүн окуганда кеңири таанышабыз.

?

1. Окууда колдонулуучу таразанын түзүлүшү кандай?
2. Тараза таштары эмне үчүн колдонулат?
3. Тараза таштарынын массасы кандай тандалган?
4. Таразага тартуунун эрежеси кандай?
5. Нерсенин массасын аныктоонун башка жолдорун атагыла.

Тапшырмалар

1. Мектепте колдонулуучу таразанын жардамы менен:
   а) калем саптын; б) өчүргүчтүн; в) буурчактын жана өзүңөрдү кызыктырган майда нерселердин массаларын аныктагыла.
2. Үйдөн аптека таразасына окшогон тараза жасагыла. Керек болуучу материалдар: тоголок (цилиндр формасындагы) жыгачтын кесиндиси, жип, ширенкенин кутусу, ичке зым.
3. Колунарга бордун кичине кесегин алып, анын массасын баалагыла. Оюңардын тууралыгын таразанын жардамы менен текшергиле.

§ 16. Заттын тыгыздыгы

Күндөлүк турмушта биз колдонуп жүргөн нерселер жана заттар өздөрүнүн көлөмү жана массалары аркылуу мүнөздөлөт. Мисалы, бирдей заттан жасалган нерселердин көлөмдөрү бирдей болсо, алардын массалары да бирдей болот. Ал эми ар кандай заттан жасалган бирдей көлөмдөгү нерселердин массалары ар түрдүү болот. Мунун себеби эмнеде?

Аны билүү үчүн көлөмдөрү 15 $см^3$ болгон жез, алюминий, кургак кызыл карагай, пробкадан жасалган кубиктерди алып анын ар бирин таразага тартсак, төмөнкүдөй жыйынтык алынат: жез кубиктин массасы 133,5 *г*, алюминийдики 40,5 *г*, кызыл карагайдыкы 6 *г*, пробканыкы 3,6 *г*. Демек, көлөмдөрү бирдей, бирок ар кандай заттардан жасалган кубиктердин массалары ар кандай экендигин көрдүк.

Эми көлөмдөрү ар түрдүү, бирок бир эле заттан жасалган буюмдарды алып, алардын массаларын тараза менен өлчөп көрөлү. Мисалы, көлөмдөрү ар түрдүү болгон болот кубикти, шарды, кашыкты алалы. Алардын көлөмдөрүнүн жана массаларынын маанисин төмөнкү таблицага жазабыз. Андан кийин ал буюмдардын массасын алардын көлөмдөрүнө бөлсөк, бардык учур үчүн бирдей болгон 7,8 санын алабыз.

Буюмдун түрү	Көлөмү ($см^3$)	Массасы (*г*)	Массанын көлөмгө болгон катышы ($\frac{г}{см^3}$)
Болот кутуча	15	117	7,8
Болот шар	8	62.4	7,8
Болот кашык	22	171.6	7,8

Мындан, болоттон жасалган нерсенин массасынын, көлөмүнө болгон катышы ар дайым турактуу болот деген жыйынтык чыгарууга болот. Алюминий же пластмассадан жасалган буюмдар менен жасалган тажрыйбалар дагы ушундай эле жыйынтыкка алып келет. Демек нерсенин массасы өзүнүн көлөмүнө гана көз каранды болбостон, кандай заттан жасалганына да көз каранды болот. Бул болсо нерсени түзгөн заттардын түзүлүшүнө көз каранды.

Заттардын ушундай касиетин мүнөздөө үчүн физикада тыгыздык деген түшүнүк киргизилген.

> Көлөм бирдигиндеги заттын массасын мүнөздөөчү физикалык чондук **заттын тыгыздыгы** деп аталат.

Ал грек тамгасы ρ (ро) менен белгиленет.

Тыгыздыктын чоңдугун табуу үчүн нерсенин массасын анын көлөмүнө бөлүү керек:

$$\text{Тыгыздык} = \frac{\text{Масса}}{\text{Көлөм}}$$

Бул чоңдуктарды белгилеген тамгаларды пайдаланып, тыгыздыктын формуласын алабыз.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ – заттын тыгыздыгы, m – заттын массасы, V – заттын көлөмү.

СИ системасында тыгыздыктын бирдиги үчүн килограмм бөлүнгөн кубметр алынат. Ал кыскача $1\frac{кг}{м^3}$ деп жазылат.

Мисалы, күмүштүн тыгыздыгы $10500\frac{кг}{м^3}$. Бул көлөмү 1 $м^3$ күмүштүн массасы 10500 *кг* дегенди билгизет.

Заттын тыгыздыгын көпчүлүк учурларда $1\frac{г}{см^3}$ бирдиги менен туюнтушат. Эгер заттын тыгыздыгы $\frac{кг}{м^3}$ менен берилсе, аны кантип $\frac{г}{см^3}$ га айландыруу керек?

Мисал келтирели. Алтындын тыгыздыгы $19300\frac{кг}{м^3}$. Аны $\frac{г}{см^3}$ менен туюнталы. Алгач килограммды граммга, куб метрди сантиметр кубга айландырабыз.

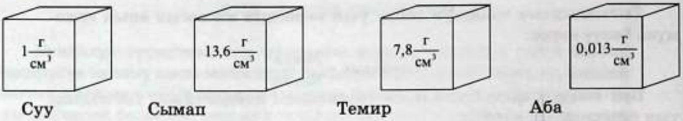
$1\ кг = 1000\ г;\ 19\ 300\ кг = 19\ 300\ 000\ г.$

$1\ м^3 = (100\ см)^3 = 1\ 000\ 000\ см^3.$

Анда $\rho = 19\ 300\ 000\ г/1\ 000\ 000\ см^3 = 19{,}3\frac{г}{см^3}$.

Бир эле зат ар кандай абалда болгондо, тыгыздыктары да ар түрдүү болорун эске сактап коёлу. Мисалы, муздун тыгыздыгы $900\frac{кг}{м^3}$, суунуку – $1000\frac{кг}{м^3}$, суу буусунуку – $0{,}590\frac{кг}{м^3}$.

Заттардын тыгыздыгынын ар түрдүү болушунун адам турмушундагы мааниси өтө зор. Тыгыздыгы аз нерселер же заттар борпоң деп аталат. Мисалы, коргошун тыгыз, ал эми пробка борпоң болот. Өтө оор нерселерди «коргошундай салмактуу», ал эми кай бирлерин «камгактай жеңил» деп коюшат. Бир кап кумду көтөрүү оор болсо, бир кап кебезди оңой эле көтөрүүгө болот. Бул көлөмдөрү бирдей нерселердин массалары ар түрдүү экендигинин далили (42-сүрөт).



42-сүрөт. Бирдей көлөмдөгү ар түрдүү заттардын тыгыздыктары ар башка.

Төмөнкү таблицаларда (2–4-табл.) ар кандай абалдагы заттардын жана нерселердин тыгыздыктарынын маанилери келтирилген.

Айрым катуу нерселердин жана заттардын тыгыздыктары *2-таблица*

Катуу нерселер жана заттар	$\rho = 0\ \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{г}{см^3}$	Катуу нерселер жана заттар	$\rho = \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{г}{см^3}$
Алтын	19300	19,3	Бетон	2300	2,3
Коргошун	11300	11,3	Кант	1600	1,6
Күмүш	10500	10,5	Кыш (кирпич)	1800	1,8
Болот, темир	7800	7,8	Капрон	1100	1,1
Калай	7300	7,3	Эмен	700	0,70
Цинк	7100	7,1	Кызыл карагай	400	0,40
Чоюн	7000	7,0	Пробка	240	0,24
Алюминий	2700	2,7	Полиэтилен	920	0,92
Мрамор	2700	2,7	Парафин	900	0,90
Айнек	2500	2,5	Муз	900	0,90

Айрым газдардын тыгыздыктары *3-таблица*

Газ	$\rho = \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{г}{см^3}$	Газ	$\rho = \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{г}{см^3}$
Хлор	3,210	0,00321	Табигый газ	0,800	0,0008
Кычкылтек	1,430	0,00143	Суу буусу	0,590	0,00059
Аба	1,290	0,00129	Гелий	0,180	0,00018
Азот	1,250	0,00125	Суутек	0,090	0,00009

Айрым суюктуктардын тыгыздыктары

4-таблица

Суюктук	$\rho = \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{г}{см^3}$	Суюктук	$\rho = \frac{кг}{м^3}$	$\rho = \frac{г}{см^3}$
Сымап	13600	13,6	Керосин	800	0,80
Күкүрт кислотасы	1800	1,80	Спирт	800	0,80
Бал	1350	1,35	Нефть	800	0,80
Деңиз суусу	1030	1,03	Ацетон	790	0,79
Накта сүт	1030	1,03	Эфир	710	0,71
Таза суу	1000	1,0	Бензин	710	0,71
Күн карама майы	930	0,93	Суюк калий	6800	6,80
Машина майы	900	0,93	Суюк газ	860	0,86

Маселе чыгарууга көрсөтмөлөр:

1. Массасы 3 *кг*, көлөмү 200 $см^3$ металлдын тыгыздыгы кандай?

Берилиши:

$m = 3$ *кг*

$V = 200$ $см^3$

ρ – ?

Формуласы:

$\rho = \frac{m}{V}$

Чыгарылышы:

$\rho = \frac{3000\ г}{200\ см^3} = 15\frac{г}{см^3}$.

Ж о о б у: = 15.

2. Узундугу 8 *см*, эни 4 *см*, калыңдыгы 2 *см* алтындын кесегинин массасын аныктагыла. Алтын суудан 19,3 эсе тыгыз деп эсептегиле.

Чыгарууга көрсөтмө:

Алтын суудан 19,3 эсе тыгыз дегенди кандайча түшүнөбүз? Суунун тыгыздыгы 1 . Ал эми алтындын тыгыздыгы суунукунан 19,3 эсе чоң болгондуктан, $\rho_a = 19{,}3\frac{г}{см^3}$ болот.

Берилиши:

$a = 8$ *см*

$b = 4$ *см*

$c = 2$ *см*

$\rho_a = 19{,}3\ \frac{г}{см^3}$

m — ?

Формуласы:

$m = \rho \cdot V$

$\rho = \frac{m}{V}$

$V = a \cdot в \cdot c$

Чыгарылышы:

$V = 8$ *см* · 4 *см* · 2 *см* = 64 $см^3$

$m = 19{,}3$ $г/см^3$ · 64 $см^3$ = 1235,2 *г*

Ж о о б у: $m = 1235{,}2$ *г*.

?

1. Заттын тыгыздыгы деген эмне?
2. Тыгыздыктын бирдиги үчүн эмне алынат?
3. Кересиндин тыгыздыгы 0,80 $г/см^3$. Бул сан эмнени түшүндүрөт?
4. Тыгыздыгы суунун тыгыздыгынан чоң жана андан кичине болгон заттарга мисал келтиргиле.
5. Нерсенин массасы жана тыгыздыгы белгилүү болсо, анын көлөмүн кантип аныктоого болот?
6. Нерсенин тыгыздыгы жана көлөмү боюнча, анын массасын аныктоого болобу?
7. Көлөмдөрү бирдей болгон мрамор, жез, муз кубиктери берилген. Кайсынысынын тыгыздыгы чоң жана кайсынысыныкы кичине?

Көнүгүүлөр.

1. 10 *л* суунун жана сымаптын массасын тапкыла. (10 *кг*; 136 *кг*.)
2. Беш литрлик идишке канча килограмм бензин батат?
3. Тик бурчтук формасындагы самындын бетинде массасы жазылган. Самындын тыгыздыгын аныктагыла.
4. Дененердин тыгыздыгын аныктоонун жолдорун сунуш кылгыла.
5. Түпкү бетинин аянты 0,4 *м* × 0,2 *м* болгон тик бурчтуу аквариумдагы суунун бийиктиги 0,15 *м*. Аквариумдагы суунун көлөмүн жана массасын аныктагыла. Суунун тыгыздыгы $1000 \frac{кг}{м^3}$. (0,012 $м^3$; 12 *кг*.)

§ 17. Ньютондун экинчи закону

Буга чейин биз нерсенин механикалык абалын мүнөздөөчү бир нече чоңдуктар менен тааныштык. Алар – күч, масса жана ылдамдануу. Булар физика курсунун кийинки бөлүмдөрүндө да кеңири колдонулат. Булар бири-бири менен тыгыз байланышта болгону менен ар бири нерсенин жана кыймылдын ар башка касиеттерин мүнөздөйт. Мисалы, күч нерселердин өз ара аракеттенишүүсүн жана андан келип чыккан натыйжаны мүнөздөйт. Масса нерсенин инерттүүлүк касиетин мүнөздөйт. Ылдамдануу болсо нерсенин кыймылынын ылдамдыгынын убакыт ичиндеги өзгөрүшүн мүнөздөйт. Нерсенин ылдамдануусу нерсеге аракет эткен күчкө жана нерсенин массасына көз каранды болот. Бул көз карандылыкты биринчи жолу И. Ньютон изилдеп, аны закон түрүндө далилдеген. Эми ушул маселеге токтололу.

Алгач 43-сүрөттөгү тажрыйбага көңүл буралы. Тажрыйбага керектүү куралдар жана материалдар: дөңгөлөктүү арабача, тамчылаткычы бар идиш, учунда блогу бар трибометр, жип, трибометрдин узундугуна барабар болгон ак кагаз тилкеси, 100 граммдык бир нече жүк, тараза таштары. Тажрыйба жасаш үчүн 43-сүрөттөгү түзүлүштү чогултабыз.

Эгер жипке арабача менен тамчылаткычтын массасына барабар болгон жүктү илсек, арабача бир калыпта кыймылдайт. Ал столдун бетиндеги кагазга түшкөн тамчылардын ортосундагы аралыктардын бирдейлигинен (44-сүрөт) көрүнөт. Арабача ылдамданууга ээ болбойт.

Андан кийин арабачанын массасын өзгөртпөстөн, мурдагы ордуна алып барып коюп, жипке кошумча жүк илебиз. Жүктөрдү кармап туруп коё бергенде кагаз тилкедеги тамчылардын аралыктарынын улам кийинкиси чоңойгондугун көрөбүз (45а, б-сүрөт). Бул арабачанын ылдамдануу менен кыймылдаганынын далили болот.

43-сүрөт. Арабачага аракет эткен күч арабача менен тамчылаткычтын салмагына барабар.

Тажрыйбаны талдап, төмөнкүдөй жыйынтык алынат. Жипке илинген жүктөрдүн саны көбөйгөн сайын арабачага аракет жасаган күчтүн мааниси өсөт. Арабачага улам чоң күч аракет эте баштайт. Анын ар биринде арабачанын ылдамдануусу да өсүп отурат. Демек нерсеге аракет жасаган күч чоңойгондо, ылдамдануу да чоңоёт.

44-сүрөт. Кыймылдын бир калыпта болушунун мүнөзү.

Массасы турактуу болгон нерсенин ылдамдануусу ага аракет эткен күчкө түз пропорциялаш.

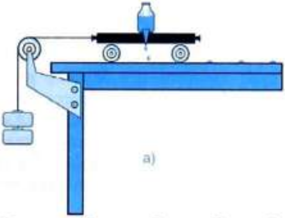
Бул эрежени математикалык түрдө төмөнкүчө жазабыз.

1. m – const. Бул нерсенин массасы турактуу дегенди билгизет. Константа (constant) латын сөзү. Бизче турактуу дегенди түюнтат.

2. $a \sim F$. Ылдамдануу аракет эткен күчкө түз пропорциялаш. Бул нерсеге аракет эткен күч канча эсе чоңойсо, ылдамдануу да ошончо эсе көбөйөт дегенди билгизет.

Тажрыйбанын экинчи этабы.

Мында нерсеге аракет эткен күчтү турактуу калтырып, ылдамдануунун массага көз карандылыгын текшеребиз. Ал үчүн мурдагы тажрыйбадагы эле куралдар колдонулат. Блок аркылуу арта салынган жипке арабачаны ылдамдануу менен кыймылдата тургандай жүктөрдү илебиз да, аны кыймылга келтиребиз. Мурда белгилүү болгондой арабача чоң ылдамдануу менен кый-



а)

б)

45-сүрөт. Кыймылдын бир калыпта эмес экендигинин мүнөзү.

мылдайт. Экинчи жолу арабачанын үстүнө кошумча жүк коюп, тажрыйбаны кайталасак, арабачанын ылдамдануусу кичирейгенин көрөбүз. Эгер арабачага дагы кошумча жүк койсок, ылдамдануу андан да азаят. Мындан туруктуу күч аракет эткен учурда арабачанын массасын чоңойтсок, анын ылдамдануусу азаят деген жыйынтык чыгат. Бул математикалык жол менен төмөнкүчө жазылат:

1. F – $const$. Нерсеге аракет эткен күч туруктуу.

2. $a \approx \frac{1}{m}$. Нерсенин ылдамдануусу массасына тескери пропорциялаш.

Жогоруда жасалган эки тажрыйбанын негизинде *нерсенин ылдамдануусу ага аракет жасаган күчкө жана өзүнүн массасына көз каранды* деген жыйынтык келип чыгат. Бул Ньютондун экинчи закону деп аталат. Анын эрежеси төмөнкүчө айтылат:

Нерсенин ылдамдануусу аракет жасаган күчкө түз жана массасына тескери пропорциялаш.

Ньютондун экинчи законунун математикалык түрдө жазылышы:

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

Бул формулада күч жана ылдамдануу – вектордук чоңдук, масса скалярдык чоңдук. Вектордук чоңдукту скалярдык чоңдукка бөлсөк, вектордук чоңдукту берет. Ошентип ылдамдануунун багыты аракет эткен күчтүн багытына дал келет.

Ньютондун экинчи законунун формуласынан күчтү тапсак $F = m \cdot a$ болот. Эгер нерсенин массасы жана ылдамдануусу белгилүү болсо, бул формула боюнча күчтүн чоңдугун аныктап алабыз. Мында бир негизги ойду эске сактап коёлу. Формула боюнча нерсеге аракет жасаган күчтүн чоңдугу кыймылга келген башка нерсенин массасын анын ылдамдануусуна көбөйткөнгө барабар деп айтабыз. Эгер, нерсеге аракет жасаган күч башка нерсенин массасына жана анын ылдамдануусуна көз каранды десек туура эмес болот. Анткени массасы m болгон нерсеге башка нерсе аракет эткенде гана ылдамдануу пайда болот.

$F = m \cdot a$ формуласындагы масса жана ылдамдануунун СИ чен бирдиктерин коюп, күчтүн бирдиги Ньютондун (H) маанисин аныктайбыз:

$$1\,H = 1\,кг\frac{м}{с^2}$$

Демек, 1 ньютон күч – массасы 1 килограмм нерсеге 1 $м/с^2$ ылдамдануу берүүчү күч болуп эсептелет.

Маселе чыгарууга мисалдар.

1. Массасы 1500 *кг* автомашина горизонталдык багытта 0,5 *м/с²* ылдамдануу менен кыймылдаса, анын кыймылдаткычынын тартуу күчүн аныктагыла.

Берилиши:	*Формуласы:*	*Чыгаруу:*
$m = 1500$ *кг*	$a = \frac{F}{m}$;	$F = 1500\ кг \cdot 0{,}5 м/с^2 = 750\ Н$
$a = 0{,}5\ м/с^2$	$F = m \cdot a$;	**Жообу:** $F = 750\ Н$
F – ?		

2. Массасы $5 \cdot 10^5$ *кг* поезд 10 *м/с²* ылдамдык менен кыймылдап келе жатып, тормоз бергенде 20 мүнөттөн кийин токтоду. Поездди тормоздоочу күчтү тапкыла.

Берилиши:	*Формуласы:*	*Чыгарылышы:*
$m = 5 \cdot 10^5$ *кг*	$F = m \cdot a$;	$F = 5 \cdot 10^5 кг \frac{0 - 10\frac{м}{с}}{1200\ с} = -\frac{5\,000\,000}{1\,200} Н = -4166\ Н$
$\upsilon_0 = 10\frac{м}{с}$	$a = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$;	
$t = 20$ *мин* $= 1200$ *с*	$F = m\frac{\upsilon - \upsilon_0}{t}$;	**Жообу:** $F = -4\,166\ Н$.
F – ?		

1. Нерсенин ылдамдануусу кайсы учурда пайда болот?
2. Ылдамдануу кандай чоңдуктарга көз каранды?
3. Нерсенин массасы турактуу кезинде ылдамдануунун күчтөн көз карандылыгын кантип аныктайбыз?
4. Аракет жасаган күч турактуу болгондо ылдамдануунун массадан көз карандылыгын аныктоо.
5. Ньютондун экинчи законунун эрежеси кандай айтылат?
6. Аракет эткен күч, масса жана ылдамдануу кайсы нерселерге тиешелүү экендигин мисалдарда көрсөткүлө.
7. 10 *Н* күчтүн физикалык мааниси эмнеде?

7-көнүгүү.

1. Массасы 200 *г* болгон нерсе $1{,}5\frac{м}{с^2}$ ылдамдануу менен кыймылдасын үчүн, ага кандай күч менен аракет жасоо керек. (0,3 *Н*)
2. 0,05 *Н* күчтүн аракети менен $10\frac{см}{с^2}$ ылдамданууга ээ болгон нерсенин массасын аныктагыла. (0,5 *кг*)
3. Массасы 0,5 *кг* нерсе тынч абалынан 35 *Н* күчтүн аракети астында кыймылга келет. 4 *с* өткөндөн кийин нерсенин ылдамдыгы эмнеге барабар? ($280\frac{м}{с}$.)

4. «Күч», «масса», «ылдамдануу» чондуктарынын мазмунун жалпы пландын негизинде жазуу жүзүндө ачып бергиле.
5. Ньютондун экинчи законунун мазмунун жалпы планды пайдаланып түшүндүргүлө.
6. Төмөнкү аныктоолордон туурасын тандагыла: а) Которулуш аракет эткен күч менен гана аныкталат. б) Ылдамдануу нерсенин массасы менен ага аракет жасаган күч аркылуу аныкталат. в) Нерсенин кыймылынын ылдамдыгы анын массасы аркылуу аныкталат. г) Ылдамдануунун багыты аракет кылган күчтүн багытына жараша болот. д) Нерсеге аракет жасаган күч кыймылга келген нерсенин ылдамдыгы менен гана аныкталат.
7. $a = \frac{F}{m}$, $F = m \cdot a$, $m = \frac{F}{a}$ формулаларынын кайсынысын закон түрүндө кабыл алууга болот?

§ 18. Нерселердин Жерге тартылуусу. Эркин түшүү

Кандайдыр бир нерсени Жерден жогору көтөрүп, кайра коё берсек, ал сөзсүз Жерге түшөт. Бутагынан үзүлгөн алма да тик ылдый багытталган кыймылда болуп жерге түшөт. Мунун себеби эмнеде? Биз мындай кубулуш менен ар дайым кездешип жүрсөк дагы, ага анча көңүл бурбайбыз. Себебин билүүгө аракет жасабай келдик. Эми ушул суроого жооп издеп көрөлү.

Алгач англиялык улуу окумуштуу Исаак Ньютондун ысымы менен байланышкан легендага көңүл бөлөлү. Ньютон жогорку окуу жайында окуп жүргөн кезинде Англияда оору жайылып, студенттерди үйлөрүнө таратууга туура келет. Ньютон үйүнө келип жашап калат. Күндөрдүн биринде алма багында китеп окуп отуруп, шактан бир алманын түшүп кеткенине көңүлү бурулат. «Ал эмне үчүн Жерге түшөт?»— деген суроо анын көңүлүн бийлеп алат да, ал суроого жооп табуунун аракетин жасай баштайт.

Албетте, Ньютонго чейин деле, же андан кийин деле канча бышкан алма Жерге түшпөдү. Аны канча миңдеген, миллиондогон адамдар көрүшпөдү. Бирок ага Ньютондун гана көңүлү бурулуп калганын карачы. Ар кандай кубулуштун себебин билип, анын натыйжасын талдоо жөндөмдүүлүгү Ньютондун сезимталдыгында, байкагычтыгында болуп жүрбөсүн.

Ошентип, көптөгөн изденүүлөрдүн натыйжасында Жер бетиндеги бардык нерселер Жерге тартыла тургандыгына, бул тартылуу дүйнөдөгү бардык нерселерге тийиштүү жалпы кубулуш экендигине ишеними туулган. Мындай тартылуу Жер менен анын бетиндеги нерселерге гана

эмес, биздин Ааламдагы бардык нерселерге тиешелүү экендигин далилдеген. Ай Жерге тартылса, бардык планеталар Күнгө тартылышат. Ошол эле учурда планеталар бири-бирине тартылышат. Массасы чоң болгон Жердеги нерселер же космостук нерселер гана эмес, нерселерди түзгөн майда бөлүкчөлөр да бири-бирине тартылышат. Ошондуктан мындай тартылуу *бүткүл дүйнөлүк тартылуу* деп аталат. Аны биринчи жолу И. Ньютон байкап, ачкандан кийин *бүткүл дүйнөлүк тартылуу закону* деп аталып калган.

Ньютондун бүткүл дүйнөлүк тартылуу законунун мазмуну төмөнкүчө аныкталат.

1. Жаратылыштагы бардык нерселердин ортосунда тартылуу күчү аракет этет.

2. Эки нерсенин тартылуу күчү алардын массаларына түз пропорциялаш. Нерселердин массасы канчалык чоң болсо, тартылуу күчү да ошончолук чоң болот.

3. Эки нерсенин тартылуу күчү алардын ортосундагы аралыкка тескери пропорциялаш. Эки нерсенин ортосундагы аралык канчалык чоң болсо, тартылуу күчү ошончолук кичине болот.

Жердин тартуу күчүнүн натыйжасында Жерден жогору көтөрүлгөн нерселер ар дайым кайра Жерге түшөрүнө ишендик. Ошол жерге түшкөн нерселердин ылдамдыгы кандай болот? Бир калыптабы же өзгөрмөлүүбү? Бул суроону италиялык улуу окумуштуу Галилео Галилей да изилдеген. Ал Италиянын Пиза шаарында курулган жантык мунарадан бири-бирине ичке жип менен байлаштырылган эки шарды таштап, алар бирдей убакытта түшкөндүгүн аныктаган. Эгер чоң шар мурдараак түшө турган болсо, анда ал артта калып бараткан экинчи кичине шарды жетелеп, ортодо аларды байланыштырып турган ичке жип туруштук бере албай үзүлүп кетмек. Ал эми тажрыйбада шарлар жерге түшкөнгө чейин жип үзүлгөн эмес. Ошентип эки нерсе оор-жеңилине карабастан бирдей түшкөндүгүн ырастаган.

Ньютондун трубкасы деп аталган түтүктүн ичинде болот шар, пробка, куштун тыбыты ар кандай убакта түшсө, анын ичинен абасы сордурулуп алынган учурда бирдей мезгилде түшөт. Бул тажрыйба 5-класстын «Табият таануу» китебинде кеңири берилген.

Көптөгөн тажрыйбалардын негизинде төмөнкүдөй жыйынтык чыгарылган:

1. Нерсенин абасыз мейкиндиктеги түшүшү *эркин түшүү* деп аталат.

2. Эркин түшүүчү нерселердин кыймылы бир калыпта ылдамдатылган кыймыл болот.

3. Эркин түшкөн нерсенин ылдамдануусу g (ж) тамгасы менен белгиленет.

4. Жер бетинде эркин түшүүнүн ылдамдануусу $g \approx 9{,}8\ м/с^2$. Бул болсо Жер бетинде эркин түшкөн нерселер 1 секундда өзүнүн ылдамдыгын 9,8 $м/с^2$ка ылдамдатат дегенди билгизет.

5. Тик өйдө ыргытылган нерсенин кыймылы бир калыпта акырындатылган кыймыл болот. Анын ылдамдануусу $g \approx -9{,}8\ м/с^2$. Бул болсо жер бетинен өйдө ыргытылган нерсе 1 секундда өзүнүн ылдамдыгын 9,8 $м/с^2$ка акырындатат дегенди билгизет.

6. Баштапкы ылдамдыгы υ_0 болгон нерсе Жер бетине эркин түшсө, анын t убакыттан кийинки ылдамдыгы $\upsilon = \upsilon_0 + gt$ формуласы менен аныкталат. Мисалы, кандайдыр бир бийиктиктен коё берилген нерсенин баштапкы ылдамдыгы $\upsilon_0 = 0$. $\upsilon = \upsilon_0 + gt$ формуласына ылайык биринчи секунддун аягындагы ылдамдыгы $\upsilon_1 = gt_1 = 9{,}8\ м/с^2 \cdot 1\ с = 9{,}8\ м/с^2$ болот. Экинчи секунддун аягындагы ылдамдыгы $\upsilon_2 = gt_2 = 9{,}8\ м/с^2 \cdot 2\ с = 9{,}6\ м/с$. Үчүнчү секунддун аягындагы ылдамдыгы $\upsilon_3 = gt_3 = 9{,}8\ м/с^2 \cdot 3\ с = 29{,}4\ м/с$ка барабар болот. Ошентип төмөн көздөй эркин түшүүчү ар бир нерсе өзүнүн ылдамдыгын секундуна 9,8 $м/с$га чоңойтот.

7. Нерсени Жер бетинен υ_0 баштапкы ылдамдык менен тик өйдө ыргытсак t убакыттан кийинки ылдамдыгы $\upsilon = \upsilon_0 - gt$ формуласы менен аныкталат.

?
1. Эмне үчүн Жер бетинен өйдө көтөрүлгөн нерселер кайра Жерге түшүшөт?
2. Бүткүл дүйнөлүк тартылуу дегенди кандайча түшүнөсүңөр?
3. Эркин түшүү деген эмне?
4. Эркин түшүүнүн ылдамдануусу эмнеге барабар?
5. Эркин түшүү учурунда жана нерсени тик өйдө ыргытканда ылдамдык кайсы формулалар менен аныкталат?

§ 19. Оордук күчү жана салмак

Бүткүл дүйнөлүк тартылуунун натыйжасында Жер бетиндеги жана ага жакын жайгашкан нерселер Жерге тартыла тургандыгын билдик. Жерде жашагандар үчүн ал тартылуу күчүн билүү өтө маанилүү.

Жердин нерсени өзүнө тарткан күчү **оордук күчү** деп аталат.

Оордук күчү $F_{оор}$ деген тамга менен белгиленет. Бирдиги үчүн кадимки эле 1 $Н$ алынат. Оордук күчү ар дайым нерсенин борборуна тиркелген жана Жерге карай багытталган болот (46-сүрөт).

46-сүрөт. Оордук күчү нерсенин борборуна тиркелет.

Оордук күчүнүн чоңдугун аныктоо үчүн Ньютондун экинчи законунан $F = m \cdot a$ формуласын алабыз. Оордук күчүнүн таасиринде нерсе Жердин бетине тик ылдый түшкөндүктөн, ылдамдануусу эркин түшүүнүн ылдамдануусуна барабар: $a = g$. Нерсенин массасы анын тик ылдый же тик өйдө, же болбосо горизонталдык багытта кыймылдаганына көз каранды эмес. Ошондуктан оордук күчү $F = mg$ формуласы менен аныкталат. Мындан эркин түшүүнүн ылдамдануусун тапсак $g = \frac{F_{оор}}{m}$ болот. Бул ар кандай нерсеге Жердин аракет жасаган оордук күчүнүн ошол нерсенин массасына болгон катышы турактуу сан болорун түшүндүрөт. Ал $9{,}8\frac{Н}{кг}$. Эгер $1\,Н = кг \cdot м/с^2$ экендигин эске алсак, $9{,}8\frac{кг\frac{м}{с^2}}{кг} = 9{,}8\frac{м}{с^2}$. Бул эркин түшүүнүн ылдамдануусу.

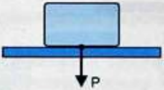
Жер шар формасында деп айтабыз. Бирок анын радиустары Жер бетинин бардык чекиттеринде эле бирдей эмес.

Жердин уюлдарындагы радиустары экватордогу радиустардан кичине. Ошол үчүн Жердин уюлдарындагы оордук күчү экватордогуга караганда чоңураак. Тоонун түбүндөгү оордук күчү тоонун чокусундагыга караганда көбүрөөк.

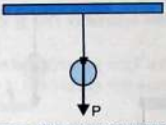
Оордук күчү нерсенин массасына түз пропорциялаш. Ошол үчүн массасы көп болгон нерсени оор, массасы аз болгон нерсени жеңил деп аташат. Эгер нерселердин массалары бирдей болсо, аларга аракет эткен оордук күчтөрү да бирдей болот.

Күндөлүк турмушта оордук күчүнөн башка «салмак» деген түшүнүк колдонулат. Анын мааниси эмнеде? Оордук күчү менен жалпы окшош жактары барбы? Айырмасы эмнеде?

Столдун бетине коюлган жыгач брусогуна оордук күчүнөн башка стол тарабынан жогору багытталган күч аракет этет. Анткени нерсе өзү турган столдун бетине (таянычка) аракет жасайт. Ушул күч нерсенин салмагы болот. Ал P тамгасы менен белгиленет (47-сүрөт).



47-сүрөт. Брусок столдун бетине аракет жасайт.

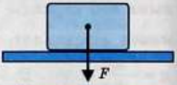


48-сүрөт. Шар асылган жипке аракет жасайт.

Эгер жипке шарды илсек, оордук күчүнүн таасиринде шар жипти керет. Демек шар жипке (асмага) аракет жасайт. Ал күч дагы нерсенин салмагы болот (48-сүрөт).

Жердин тартуу күчүнүн таасиринде нерсенин таянычка же асмага аракет жасаган күчү **салмак** деп аталат. Салмак – вектордук чоңдук.

Салмактын бирдиги үчүн күчтүн бирдиги 1 *Н* алынат. Нерсе тынч турганда же горизонталдуу багытта кыймылдаган учурда нерсенин салмагы оордук күчүнө барабар: $P = mg = F_{оор}$



49-сүрөт. Оордук күчү нерсеге аракет жасайт.

Оордук күчү менен салмактын жалпы белгилери:

1. Экөө тең Жердин тартуусунун натыйжасында пайда болот.

2. Нерсе тынч абалда же горизонталдуу багытта кыймылдаган учурда $F_{оор} = P = mg$.

3. Экөөнүн тең бирдиги үчүн 1 *Н* алынат.

4. Экөө тең Жердин борборуна багытталган.

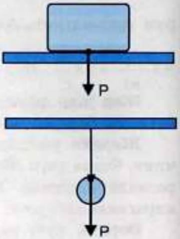
Оордук күчү менен салмактын айырма белгилери:

1. Оордук күчү нерсеге тиркелген (49-сүрөт).

2. Нерсенин салмагы асмага же таянычка тиркелген (50-сүрөт).

3. Оордук күчү Жер менен нерсенин аракеттешүүсүнөн пайда болот.

4. Салмак нерсе менен таяныч беттин же нерсе менен асманын аракеттешүүсүндө пайда болот.



50-сүрөт. Салмак тактага же асылган жипке аракет жасайт.

Маселе **чыгарууга мисалдар:**

1. Массасы 4,5 *кг* нерсеге аракет эткен оордук күчүн эсептегиле.

Берилиши:	*Формула:*	*Чыгарылышы:*
$m = 4{,}5$ *кг* $g = 9{,}8 \frac{м}{с^2}$ $F_{оор} - ?$	$P = mg;$ $F_{оор} = mg$	$F_{оор} = 4{,}5\ кг \cdot 9{,}8 \frac{м}{с^2} = 44{,}10\ Н$ *Жообу:* $F_{оор} = 44{,}10\ Н$.

2. Адамдын салмагы 700 H. Анын массасы канчага барабар?

Берилиши:

$P = 700\ H$

$g = 9{,}8\ \frac{м}{с^2}$

$m - ?$

Формула:

$P = mg$

$m = \frac{P}{g}$

Чыгарылышы:

$m = \frac{700\ H}{9{,}8\ \frac{м}{с^2}} \approx 70\ кг$

Жообу: $m = 70$ *кг.*

?

1. Кандай күч оордук күчү деп аталат?
2. Оордук күчүн кантип эсептейбиз?
3. Нерсенин салмагы деген эмне?
4. Оордук күчү эмнеге тиркелген? Анын багыты кандай?
5. Нерсенин салмагы эмнеге аракет этет?
6. Тынч турган нерсеге аракет эткен оордук күчү жана анын салмагы бирдейби же ар башкабы?
7. Оордук күчүнүн нерсенин массасына болгон катышынын кандай физикалык мааниси бар?

8-көнүгүү

1. «Оордук күчү» түшүнүгүнүн мазмунун жалпы план боюнча аныктагыла.
2. «Салмак» түшүнүгүнүн мазмунун жалпы план боюнча талдагыла.
3. Оордук күчү менен нерсенин салмагынын жалпы жана өзгөчө белгилерин көрсөтүп төмөнкү таблицаны толтургула.

№	Жалпы белгилери	Өзгөчө белгилери	
		Оордук күчү	Салмак

4. Орто кеңдикте нерсеге аракет эткен оордук күчү 196,12 H. Нерсенин массасы кандай? Ошол нерсеге экватордо жана Жердин уюлунда аракет эткен күчтөрдүн айырмасы барбы? (20,1 *кг*)
5. Столдун үстүнө коюлган чайнектин массасы 1,5 *кг*. Чайнектин салмагын жана ага аракет эткен оордук күчүн тапкыла. Ал күчтөрдүн чоңдугун масштабда көрсөткүлө. ($P = F_{оор} = 15\ H$.)

§ 20. Серпилгичтүүлүк күчү

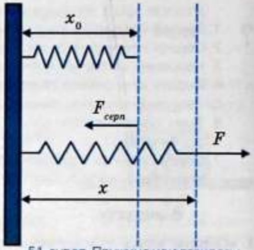
Резина тобун кысуу менен анын формасын өзгөртөбүз. Зымды ийсек же толгосок, анын да формасы өзгөрөт. Болоттон жасалган пружинаны чоюп туруп, кайра коё берсек, ал баштапкы формасына келет. Болот сызгычын ийип туруп, коё берсек, ал да баштапкы формасына келет. Мына ушундай нерселер *серпилгичтүү нерселер* деп аталат. Сер-

пилгичтүү нерселер созулганда же кысылганда кайра калыбына келүүгө аракет жасашат. Андай аракеттин пайда болушу заттын түзүлүшүнө көз каранды болот.

Нерсе деформацияланганда кайра калыбына келтирүүчү күч **серпилгичтүүлүк күчү** деп аталат. Серпилгичтүүлүк күчү нерсени деформациялоочу күчкө карама-каршы багытталат.

Ачылган каалга кайра өзү жабылып турсун үчүн анын ички бетине пружина орнотушат. Эшик ачылганда пружина чоюлуп серпилгичтүүлүк күчүн пайда кылат. Эшикти кайра коё бергенде серпилгичтүүлүк күчү чоюлган пружинаны мурдагы калыбына келтирүүгө аракеттенип, эшикти жабылууга мажбурлайт.

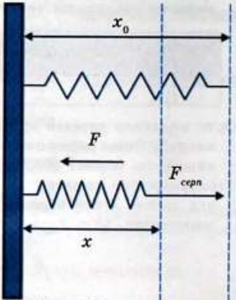
Жаанын жебеси, рогатканын ташынын ыргытылышы серпилгичтүүлүк күчүнүн аракети менен ишке ашат.



51-сүрөт. Пружина чоюлгандагы серпилгичтүүлүк күчү.

Баштапкы узундугу x_0 болгон серпилгичтүү пружина берилсин дейли (51-сүрөт). Пружинага кандайдыр бир F күчү менен аракет жасап чойсок, анын узундугу xке барабар болот. Пружинанын узарышы $x-x_0$ айырмасы менен аныкталат. Пружина чоюлган учурда, аны калыбына келтирүүчү $F_{серп}$ күчү пайда болот. Сүрөттөн көрүнгөндөй пружинаны созгон F күчү менен анда пайда болгон серпилгичтүүлүк ($F_{серп}$) күчү бири-бирине карама-каршы багытталган.

Ушундай эле кубулуш пружинанын кысылуусунда да пайда болот. Баштапкы узундугу x_0 болгон пружинаны x узундугуна чейин кыссак, мында кысуучу күчкө карама-каршы багытталган серпилгичтүүлүк күчү пайда болот. Кысуучу күчтүн аракети токтогондо, серпилгичтүүлүк күчү пружинаны баштапкы абалына алып келет (52-сүрөт).



52-сүрөт. Пружина кысылгандагы серпилгичтүүлүк күчү.

Жогорудагы мисалдардан төмөнкүдөй жыйынтык чыгарууга болот:

Серпилгичтүүлүк күчү деформациялоочу күчтүн багытына карама-каршы багытталган.

Серпилгичтүүлүк күчүнүн чоңдугу жалгыз эле пружинанын созулганына же кысылганына эмес, ал пружинанын катуулугуна да көз каранды. Пружина канчалык катуу болсо аны созуу же кысуу да ошончолук кыйын болот. Бирок пайда болгон серпилгичтүүлүк күчү да ошого жараша болот. Пружинанын катуулугун k деп белгилесек, анда аны созуучу же кысуучу күч $F = kx$ формуласы менен аныкталат. Мында x – пружинанын созулуу же кысылуу аралыгы. Серпилгичтүүлүк күчү деформациялоочу (созуучу же кысуучу) күчкө карама-каршы багытталгандыктан, $F_{серп} = -kx$ке барабар болот. Демек **серпилгичтүүлүк күчү пружинанын узарышына түз пропорциялаш**. Мындай көз карандылыкты биринчи жолу англиялык окумуштуу Роберт Гук (1635–1703) аныктагандыктан, *Гуктун закону* деп аталат.

?
1. Серпилгичтүүлүк күчү деген эмне?
2. Серпилгичтүүлүк күчүнүн пайда болушуна мисал келтиргиле.
3. Деформациялоочу күчтүн чоңдугу пружинанын созулушунда же кысылышында эмнеге барабар болот?
4. Серпилгичтүүлүк күчтүн чоңдугун жана багытын кантип аныктаса болот?

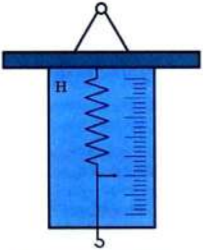
§ 21. Күчтү өлчөө. Динамометр

Нерсеге аракет жасаган күчтүн чоңдугу Ньютондун экинчи закону боюнча аныкталат. Ал эми күчтү түздөн түз өлчөө үчүн *динамометр* деген курал колдонулат. Динамометр гректин динамос – күч, метрео – өлчөө деген сөздөрүнөн алынган.

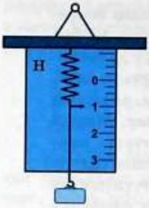
Күчтү өлчөөчү курал **динамометр** деп аталат.

Практикада ар кандай түзүлүштөгү динамометрлер колдонулат. Алардын бардыгынын негизги бөлүгү катары болот пружина кызмат кылат. Динамометрдин түрүнө жараша алардын пружиналары ар кандай формада жасалат. Кайсы гана күчтү өлчөбөйлү, ал күч пружинанын серпилгичтүүлүк күчү менен салыштырылат.

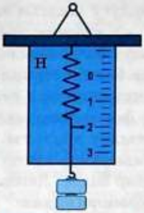
Мектеп шартында колдонулуучу жөнөкөй динамометр *пружиналуу динамометр* деп аталат. Ал чакан өлчөмдөгү жыгач же пластмасса тактадан турат (53-сүрөт). Ал тактага эки учунда илгичи бар болот пружина бекитилген. Болот пружинага жүк аракет эткенде ал серпилгичтүү деформацияланат дагы, күчтүн аракети токтогондо кайра өз абалына келет.



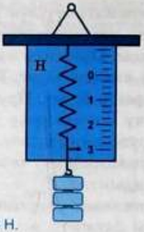
53-сүрөт. Динамометр.



54-сүрөт. F = 1 Н.



55-сүрөт. F = 2 Н.



56-сүрөт. F=3 Н.

Пружинанын акыркы чекитине күчтүн чоңдугун көрсөтүүчү жебе орнотулган. Тактанын бетине ак кагаз чапталып, шкалалар белгиленген.

Пружина чоюлбай турган учурдагы жебе көрсөткөн чекит динамометрдин нөлдүк чекити болуп эсептелет.

Эгер пружинанын илгичине массасы 100 *г* болгон жүктү илсек, ага таасир эткен оордук күчү $F_{оор} = mg = 100 \cdot 10$ $м/с^2 = 0{,}1 \cdot 10$ $кгм/с^2 =$ $=1$ *Н* болот. Пружинага орнотулган жебе көрсөткөн чекитке 1 деген цифраны коёбуз (54-сүрөт). Эгер биринчи жүккө кошумча дагы массасы 100 *г* болгон жүктү илсек, $F_{оор} = 2$ *Н* болот. Ал чекитке 2 цифрасын коёбуз (55-сүрөт). Ушундай жол менен 3, 4 цифралары коюлат. Ал сандар күчтүн чоңдугун ньютон менен туюнткандыктан, динамометрдин бетине *Н* тамгасы жазылат. Ал болсо берилген динамометр күчтү ньютон менен өлчөй турганын көрсөтөт. Шкаладагы ар бир сандын ортосу да барабар майда бөлүктөргө бөлүнгөн. Аны менен күчтүн 1 ньютондон кичине маанилерин аныктаса болот. Динамометр менен жүргүзүлгөн мындай амалды динамометрди градуирлөө деп атайбыз. Мындай жол менен динамометрдин өлчөө чеги жана анын шкаласынын баасы аныкталат. 56-сүрөттөгү динамометрдин өлчөө чеги 3 *Н*, ал эми шкаласынын баасы 0,25 *Н*.

а) Кол күчүн ченөөчү динамометр.

б) Машинелердин тартуу күчүн ченөөчү динамометр.

в) Демонстрациялык динамометр.

57-сүрөт. Динамометрлер.

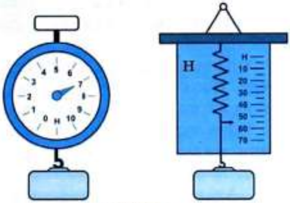
Ар кандай күчтөрдү өлчөө үчүн ар түрдүү динамометрлер колдонулат. 57-сүрөттө алардын түрлөрү көрсөтүлгөн. Булардын бардыгында катуу нерсенин серпилгичтүүлүк касиети колдонулат.

Мындан сырткары сымаптуу, гидравликалык жана электрдик динамометрлер колдонулат.

?
1. Күчтү өлчөөчү курал кандайча аталат?
2. Динамометр деген эмне?
3. Пружиналуу динамометрдин иштөө принциби эмнеге негизделген?
4. Эмне үчүн динамометрдин пружинасына жүк илсек ал чоюлат?
5. Динамометрдин пружинасына жүк илип, оордук күчү, серпилгич күчү жана нерсенин салмагынын аракет эткен чекитин, ал күчтөрдүн багытын белгилегиле.
6. Динамометрлердин кандай түрлөрүн билесиңер?
7. Мектепте болгон динамометрлердин түзүлүшүн куралды өздөштүрүүнүн жалпыланган планы боюнча үйрөнгүлө.

9-көнүгүү.

1. 58-сүрөттөгү динамометрлердин шкаласынын баасын жана ар бир нерсеге аракет жасаган оордук күчүн аныктагыла. Ал күчтү ошол нерсенин салмагы деп атасак болобу?
2. Жөнөкөй динамометр даярдоонун жолун издегиле. Өз алдыңарча жасоого аракет кылгыла.
3. Динамометрдин шкаласынын баасын 0,1 *Н*го теңеп жасоого болобу? Болсо, ошол шкаланы сүрөттө көрсөткүлө.
4. Динамометрди пайдаланып, бир багыттагы күчтөрдү кошуунун жолдорун тапкыла.
5. Болоттон жасалган кичине цилиндрге аракет жасаган оордук күчүн эсептегиле. Андан кийин оордук күчүн динамометр менен өлчөгүлө. Алынган жыйынтыктарды салыштыргыла.

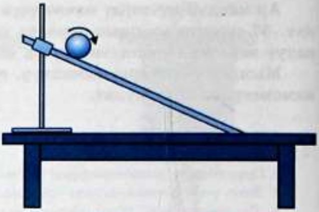


58-сүрөт.

§ 22. Сүрүлүү күчү. Сүрүлүүнүн түрлөрү. Сүрүлүү коэффициенти

Биз өткөн параграфтарда жаратылыштагы күчтүн түрлөрү менен тааныштык. Алар оордук күчү, серпилгичтүүлүк күчү, нерсенин салмагы. Мындан башка дагы жаратылышта *сүрүлүү күчү* деген күч бар. Анын маңызын түшүнүү үчүн төмөнкү тажрыйбага кайрылалы.

Физика кабинетиндеги демонстрациялык столдун бетине штатив коюп, ага металлдан жасалган ноону жантык абалда бекители (59-сүрөт). Жантык ноонун эң жогорку чекитине кичине шарды коюп, аны төмөн карай кулатабыз. Ноонун бети боюнча шар ылдамдатылган кыймыл менен келип, столдун бети боюнча кыймылын улантат. Эгер жолуна тосмо койбосок, ал столдун бетинен ыргып жерге түшүшү да мүмкүн.



59-сүрөт. Жантык ноо жана столдун бети боюнча шардын кыймылына таасир этүүчү сүрүлүүнү көрсөтүүчү тажрыйба.

Экинчи учурда ноонун ылдыйкы учуна улап столдун бетине жумшак чүпүрөктү, б. а. суу жоолукту төшөп коёлу. Эгер шарды мурдагыдай эле тоголотсок, ноодон түшкөндө жоолуктун бети боюнча бир аз аралыкты өтүп токтойт.

Үчүнчү учурда суу жоолуктун ордуна жука калындыкта кум себелеп коёлу. Ноо боюнча коё берилген шар андан түшкөндө экинчи учурдагыдан да аз жолду басып өтүп токтойт. Булардын себеби эмнеде?

Тынч турган нерсенин кыймылга келишинин же кыймылдагы нерсенин ылдамдыгынын азайышынын себеби ага күчтүн аракет этиши болот. Демек, ноодон түшкөн шардын кыймылына сүрүлүү күчү аракет этет. Ал нерселердин тийишкен беттеринин ортосунда гана пайда болот. Биз жасаган тажрыйбалардын биринчисинде ноодон түшкөн шарга столдун бети, экинчисинде суу жоолук, үчүнчүсүндө кум аракет жасайт. Ал күчтүн багыты кыймылдын багытына карама-каршы болот. Демек сүрүлүү күчү нерсени кыймылга келтирүүчү күчкө тескери багытталат.

Бир нерсе экинчи нерсенин бети боюнча кыймылдаганда алардын тийишкен беттеринин ортосунда сүрүлүү пайда болот. Ал нерселердин өз ара аракеттешүүсүнүн негизинде келип чыгат.

> Бир нерсе экинчи нерсенин бети боюнча кыймылдаганда, ал кыймылга каршы аракет кылуучу күч **сүрүлүү күчү** деп аталат.

Ал $F_{сүр}$ деп белгиленет. Бирдиги үчүн 1 H алынат.

Сүрүлүү күчүнүн пайда болушунун себеби эмнеде? Анын эң биринчи себеби – тийишкен беттердин өтө жылмакай эмес, одур-бодур болушу. Бир нерсе экинчи бир нерсенин бети боюнча жылганда алардын бетиндеги одур-бодурлар бири-бирине илинишип, кыймылдын жүрүшүнө тоскоолдук кылат. Анын натыйжасы нерсенин кыймылынын акырындашы же таптакыр токтоп калышы болот.

Сүрүлүү күчүнүн пайда болушунун экинчи себеби – тийишкен беттердин аянты. Бир нерсе экинчисинин бети боюнча кыймылдаганда тийишкен беттердин аянты канчалык чоң болсо, сүрүлүү күчү ошончолук чоң болот. Ошондуктан чана жасаганда жерге тийген бетин өтө ичке жасашат. Конькинин мизинин ичке болушу да ошол себептен.

Сүрүлүү күчүнүн чоңдугу кыймылга келген нерсенин салмагына көз каранды. Нерсенин салмагы канчалык чоң болсо, сүрүлүү күчү да ошончолук чоң болот.

Жалпысынан алганда сүрүлүү – тийишкен беттердин майда бөлүкчөлөрүнүн өз ара аракеттеринин натыйжасы. Ал эми алардын беттеринин чоң болушу, нерсенин салмагынын чоңдугу ал күчтү көбөйтүүнүн шарты болот.

Жаратылышта сүрүлүүнүн үч түрү кездешет. Алар: тайгаланып сүрүлүү, тоголонуп сүрүлүү, тынч туруудагы сүрүлүү.

Тайгаланып сүрүлүү бир нерсенин жалпак бети боюнча экинчи бир жалпак беттүү нерсе жылганда пайда болот. Мисалы, столдун бети боюнча жыгач брусогун жылдырсак, тайгаланып сүрүлүүгө мисал болот. Жылмышкан беттер канчалык жылмакай болгону менен алардын ортосунда аракеттешүүлөр ар дайым болуп турат.

Тоголонуп сүрүлүү машиналардын, велосипеддердин дөңгөлөгү менен жолдун бетинин ортосунда пайда болот. Оор жүктөрдү машинага же поездге жүктөө жеңил болсун үчүн жантык тегиздикти жана анын үстүнө тоголок устундарды коюшат. Жүктү ошол устундарга коюп жогору тоголотуп чыгаруу жеңил болот. Бул тайгаланып сүрүлүү күчүнө караганда тоголонуп сүрүлүү күчүнүн аз экендигин көрсөтөт.

Тынч туруудагы сүрүлүү бир нерсе экинчи нерсенин бетинде тынч тургандагы алардын беттеринин өз ара аракетинин натыйжасында пайда болот. Ошол сүрүлүүнүн болгонунан улам тынч турган оор шкафты ордунан жылдыруу кыйынга турат. Жантык тегиздиктин же жантык транспортёрдин бетинде тынч турган нерсе да тынч туруудагы сүрүлүүнүн таасиринде кыймылсыз турат. Ушул сүрүлүүнүн натыйжасында тактайга урулган мык кармалып турат, кездемени тиккен тигиштер аны ажыратпай бириктирип турат, байланган аркан чечилип кетпейт ж. б.

Жаратылышта жана техникада байкалуучу сүрүлүүнүн пайдалуу жана зыяндуу дагы жактары бар. Кайсы бир учурда сүрүлүүнү көбөйтүү керек болсо, бирде аны азайтууга туура келет.

Сүрүлүүнү көбөйтүүнүн мисалы катары кышында тайгалак жолго кум төгүүнү, машина тыгылганда тактай, таш төшөөнү алсак болот.

Ал эми сүрүлүүнү азайтуунун бир нече жолун карап көрөлү.

1. Тайгаланып сүрүлүүнү тоголонуп сүрүлүү менен алмаштыруу.

2. Тийишкен беттердин ортосун майлоо. Машина майлары техникалык тетиктердин ортосунда суюк катмарды пайда кылып сүрүлүүнү азайтат. Адамдын сөөктөрүнүн ашталып бириккен жерлериндеги – муундарындагы илээшкек суюктуктар да алардын ортосундагы сүрүлүүнү кескин азайтып, адамдын кыймыл-аракетин жөнгө салат.

3. Нерселердин ортосундагы сүрүлүү күчүнүн чоңдугу ошол нерселердин кандай заттан жасалганына да көз каранды. Мисалы, жыгач менен темирдин ортосундагы сүрүлүү жыгач менен жыгачтын ортосундагы сүрүлүүдөн айырмаланат. Ошол себептен сүрүлүү коэффициенти деген чоңдук киргизилет. Аны μ (мю) тамгасы менен белгилесек, чоңдугу төмөнкү формула боюнча аныкталат:

$$\mu = \frac{F_{сүр}}{P}$$

Мында μ – сүрүлүү коэффициенти, $F_{сүр}$ – сүрүлүү күчү, P – кыймылдагы нерсенин салмагы. Сүрүлүү коэффициенти бирдикке ээ болбойт.

Сүрүлүү коэффициентин аныктоонун жолу. Колдонулуучу куралдар жана материалдар: трибометр, жыгач брусогу, пружиналуу динамометр.

Трибометрдин бетине салмагы белгилүү болгон жыгач брусогун коюп, ага илинген динамометрдин жардамы менен бир калыпта кыймылга келтиребиз. Кыймылдын бир калыпта экендиги пружинанын чоюлу-

Айрым заттардын сүрүлүү коэффициенттери

5-таблица.

Сүрүлүүчү нерселер	Сүрүлүү коэффициенти
Металл менен металл	0,15 – 0,20
Жыгач менен жыгач	0,20 – 0,50
Металл майланган металл менен	0,07 – 0,10
Жыгач менен муз	0,035
Металл менен муз	0,020
Болот менен муз	0,025
Муз менен муз	0,028
Дөңгөлөк кургак асфальт менен	0,50–0,70
Дөңгөлөк суу асфальт менен	0,35–0,45
Майланган подшипниктер	0,02–0,08

шунун өзгөрбөгөндүгүнөн билинет. Брусоктун бир калыптагы кыймылы учурундагы динамометрдин көрсөтүүсү сүрүлүү күчүнө барабар болот.

$\mu = \frac{F_{сүр}}{P}$ формуласы боюнча жыгач менен жыгачтын сүрүлүү коэффициентин аныктап алабыз.

5-таблицада ар кандай заттардын сүрүлүү коэффициенттеринин мааниси берилген.

Маселе чыгарууга мисалдар.

1. Массасы 50 *кг* нерсе 200 *Н* күчтүн аракети менен тегиз бетте бир калыпта кыймылдап келет. Сүрүлүү коэффициенти эмнеге барабар?

Берилиши:
$m = 50\,кг$
$F = 200\,Н$
$\mu - ?$

Формула:
$\mu = \frac{F_{сүр}}{P}; \quad P = mg;$
$\mu = \frac{F_{сүр}}{mg}; \quad F = F_{сүр}.$

Чыгаруу:
$\mu = \frac{200\,Н}{50\,кг \cdot 10\frac{м}{с^2}} = \frac{200\,Н}{500\,Н} = 0{,}4$

Ж о о б у: $\mu = 0{,}4$.

2. Массасы 70 *кг* шкафты ордунан жылдыруу үчүн кандай күч жумшоо керек. Сүрүлүү коэффициенти 0,3.

Берилиши:
$m = 70\,кг$
$\mu = 0{,}3$
$g \approx 10\frac{м}{с^2}$
$F_{сүр} - ?$

Формула:
$\mu = \frac{F_{сүр}}{P};$
$F_{сүр} = P \cdot м;$
$F_{сүр} = mg \cdot м$

Чыгаруу:
$F_{сүр} = 70\,кг \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot 0{,}3 = 210\,Н$

Ж о о б у: $F_{сүр} = 210\,Н$.

?
1. Сүрүлүү кубулушунун мааниси эмнеде?
2. Сүрүлүү күчү деген эмне?
3. Сүрүлүү күчүнүн пайда болуу себептери кайсылар?
4. Сүрүлүү күчүн тастыктоочу тажрыйбаларга мисал келтиргиле.
5. Сүрүлүүнүн кандай түрлөрү бар?
6. Сүрүлүүнү көбөйтүүнүн жана азайтуунун кандай жолдору бар?
7. Сүрүлүү коэффициентинин формуласы кандай? Физикалык мааниси эмнеде?

10-көнүгүү.

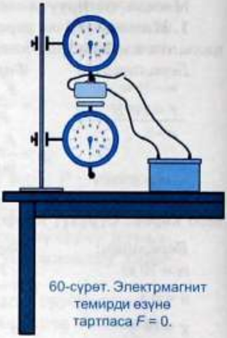
1. Сүрүлүү күчүн жалпыланган план боюнча талдагыла.
2. Жалпы массасы 1200 *кг* болгон жыгач чананы ат жылгаяк муз боюнча тартып келе жатат. Жыгач менен муздун ортосундагы сүрүлүү коэффициенти 0,035. Аттын тартуу күчүн тапкыла. (42 *Н*.)
3. Машинаны жүгү менен кошо эсептегенде массасы 7 000 *кг*. Аны ордунан бир калыпта козголтуу үчүн 35 *кН* тартуу күчү өндүрүлөт. Машинанын дөңгөлөгү менен жолдун бетинин ортосундагы сүрүлүү коэффициентин аныктагыла. (0,5.)

§ 23. Аракет жана каршы аракет. Ньютондун үчүнчү закону

Физикада аракет жана каршы аракет деген түшүнүктөр кенири колдонулат. Алардын мааниси эмнеде? Алар кандай закончөнемге баш ийет?

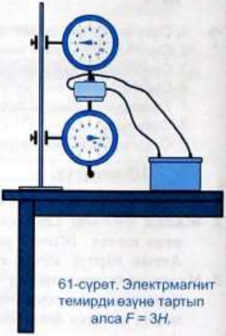
Жаратылышта бир нерсе экинчи бир нерсеге аракет этсе сөзсүз экинчиси биринчисине аракет жасайт. Ошондуктан алар өз ара аракеттенишет деп айтабыз. Нерселердин өз ара аракеттерин жөнөкөй тажрыйбада көрсөтүүгө болот.

Эки демонстрациялык динамометрди бир түз сызык боюнча штативге бекитебиз (60-сүрөт). Анын биринчисинин илмек зымына электрмагнит илинген. Электрмагнит ажыраткыч аркылуу ток булагына (батареяга) кошулган. Экинчи динамометрдин үстү жагына металл диск бекитилген. Тажрыйбанын башталышында эки динамометрдин тең жебелери 0 цифрасын көрсөтүп турат. Эгер электр чынжырын туюктасак, электрмагнит аркылуу ток өтүп, ал магниттелет. Электрмагнит экинчи динамометрге бекитилген металл дискасын өзүнө тартат. Ушул учурда динамометрлер бирдей күчтү көрсөтөт (61-сүрөт). Бирок динамометрлердин жебелеринин багыты ар башка болот. Бул өз ара аракеттенишкен күчтөр карама-каршы багытталгандыгын далилдейт.

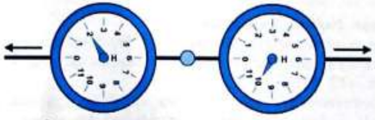


60-сүрөт. Электрмагнит темирди өзүнө тартпаса $F = 0$.

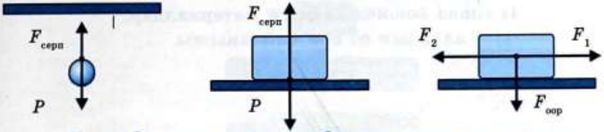
Эми дагы бир жөнөкөй тажрыйбага токтололу. Эки демонстрациялык динамометрлерди штативге горизонталь багытта бекители (62-сүрөт). Алардын илмектерин бири-бирине илиштирели да, эки динамометрдин зымынан эки жакка керип тарталы. Биз аны канчалык тартсак дагы алар бирдей эле күчтү көрсөтүшөт. Ошентип, биринчи динамометрдин экинчисине аракет эткен күчү,



61-сүрөт. Электрмагнит темирди өзүнө тартып алса $F = 3H$.



62-сүрөт. Аракет менен каршы аракеттин чоңдугун жана багытын көрсөтүүчү тажрыйба. $F_1 = +2H$, $F_2 = -2H$.



63-сүрөт. Бир нерсеге аракет жасаган бир нече күчтөрдүн тең салмактуулугу.

экинчи динамометрдин биринчисине аракет эткен күчүнө барабар. Андан сырткары бул күчтөр бир түз сызык боюнча карама-каршы багытталган болот. Бул кубулушту дагы И. Ньютон изилдеп, закон катары далилдегендиктен бул *Ньютондун үчүнчү закону* деп аталат. Анын эрежеси төмөнкүчө айтылат.

> Эки нерсенин өз ара аракеттенишкен күчтөрү чондугу боюнча барабар, багыттары боюнча карама-каршы болот.

Ньютондун үчүнчү закону математикалык түрдө $F_1 = -F_2$ деп жазылат. Мында F_1 – биринчи нерсенин экинчи нерсеге аракет эткен күчү, F_2 – экинчи нерсенин биринчи нерсеге аракет эткен күчү. «–» белгиси эки күчтүн багыттары карама-каршы экендигин көргөзөт.

Бул теманы окуганда төмөндөгүдөй суроо пайда болот. Ньютондун үчүнчү закону боюнча өз ара аракеттенишкен күчтөр чондугу боюнча барабар. Эгер адамдын чанага аракет эткен күчү менен чананын адамга аракет эткен күчү барабар болсо, эмнеге адам чананы сүйрөп кетет. Эмне үчүн адам чананы көздөй жылбайт? Мында адам менен чананын гана аракети эмес, үчүнчү күчтүн таасирин кароо керек. Ал Жер менен адамдын жана Жер менен чананын ортосундагы күчтөр. Адам чананы сүйрөгөндө өзүнүн таманы менен таянып жерге аракет жасайт. Өз учурунда Жер адамды карама-каршы багытка түртөт. Эгер Жердин адамды түрткөн күчү чананын адамды тарткан күчүнөн чоң болсо, адам чананы сүйрөйт. Эгер тескерисинче болсо, ал чананы жылдыра албайт.

Бул жерде ар бир нерсе ар башка нерсеге аракет жасаганын белгилеө маанилүү. Ошондуктан өз ара аракеттешүү күчтөрү эч качан тең салмакта боло алышпайт. Күчтөрдүн тең салмактуулугу качан бир нече күч бир гана нерсеге аракет жасаганда байкалат (63-сүрөт).

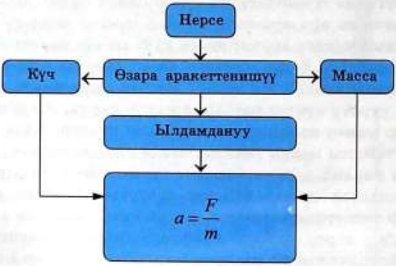
?

1. Нерселердин өз ара аракеттенишүүсүн кандайча түшүнөсүңөр?
2. Нерселердин өз ара аракеттенишүүсүнө мисалдар келтиргиле.
3. Ньютондун үчүнчү законунун эрежеси кандай?
4. Ньютондун үчүнчү закону математикалык түрдө кандайча жазылат?
5. Ньютондун үчүнчү законунун мазмунун жалпы план боюнча талдагыла.

II глава боюнча негизги материалдар, алардын өз ара байланышы

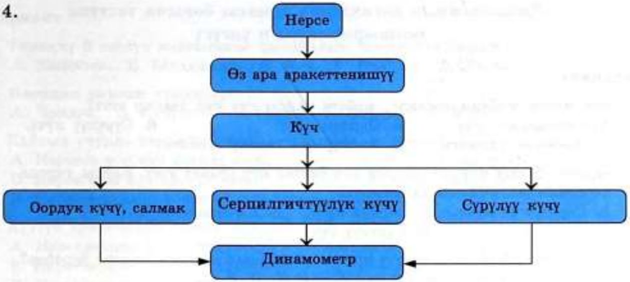
1.

2.



3.

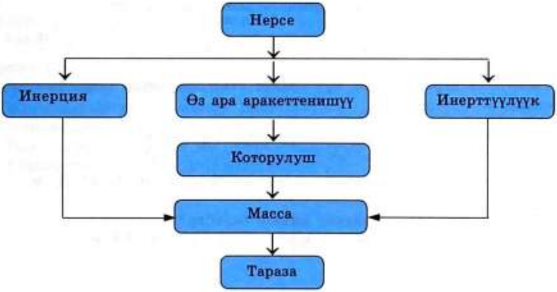
4.


Нерсе
Өз ара аракеттенишүү
Күч
Оордук күчү, салмак
Серпилгичтүүлүк күчү
Сүрүлүү күчү
Динамометр

5.

Нерсе
Өзара аракеттенишүү
Аракет F_1
Каршы аракет F_2
Ньютондун үчүнчү закону, $F_1=-F_2$

6.


Нерсе
Инерция
Өз ара аракеттенишүү
Инерттүүлүк
Которулуш
Масса
Тараза

«Динамиканын негиздери» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүсү

1-вариант

1.1. Жаа менен жебени атканда, жебеге кайсы күч көп таасир этет?
А. Серпилгич күчү. Б. Оордук күчү. В. Сүрүлүү күчү.
Г. Жебенин салмагы. Д. Эч бир күч таасир этпейт.

1.2. Бирдей убакыт ичинде нерсеге эки башка күч аракет этет. Кайсы учурда нерсенин ылдамдыгы аз өзгөрөт?
А. Серпилгич күчү. Б. Оордук күчү. В. Кичине күч.
Г. Чоң күч. Д. Сүрүлүү күчү.

1.3. Эгер нерсеге 6 *Н* оордук күчү аракет этсе, анын массасы эмнеге барабар?
А. 60 *г*. Б. 0,6 *кг*. В. 60 *кг*. Г. 0,6 *Н*. Д. 3 *кг*.

1.4. Тыгыздыгы ρ болгон кубдун узундугу a, туурасы b, калыңдыгы c. Кубдун массасы кайсы формула менен аныкталат?

А. $m=\dfrac{\rho}{a\cdot b\cdot c}$; Б. $m=\rho\cdot a\cdot b$; В. $\mathrm{m}=\dfrac{\mathrm{a\cdot b\cdot c}}{\rho}$; Г. $m=a\cdot b\cdot c$; Д. $m=\rho\cdot a\cdot b\cdot c$.

1.5. Металл шарчага F_0 оордук күчү аракет этет. Металлдын тыгыздыгы ρ. Шарчанын көлөмү кайсы формула менен аныкталат?

А. $\mathrm{V}=\mathrm{F}_0\rho$. Б. $V=\dfrac{F_0}{\rho}$ В. $V=\dfrac{F_0}{g\cdot\rho}$ Г. $V=\dfrac{F_0\rho}{g}$ Д. $V=\dfrac{F_0\cdot g}{\rho}$

1.6. Нерсеге 20000 *Н* оордук күчү аракет этет. Аны *кН* менен туюнткула.
А. 20 *кН*. Б. 20000000 *кН*. В. 2000 *кН*. Г. 200000 *кН*. Д. 0,02 *Н*.

1.7. Төмөнкү бирдиктердин катыштарынын кайсынысы туура?

А. $Н=кг\,.\,м$. Б. $кг=\dfrac{н}{м}$ В. $Н=кг\dfrac{м}{с^2}$. Г. $Н=кг\,.\,с$. Д. $кг=н\cdot\dfrac{м}{с}$

1.8. Массасы 5 *кг* нерсеге 10 *Н* күч аракет этет. Нерсенин ылдамдануусун тапкыла.

А. $50\dfrac{м}{с^2}$. Б. $2\dfrac{м}{с^2}$. В. $0,5\dfrac{м}{с^2}$ Г. $5\dfrac{м}{с^2}$. Д. $0,2\dfrac{м}{с^2}$.

1.9. Сүрүлүү күчүнүн бирдиги эмне? — А. *кг*; Б. *с*; В. *Н*; Г. $м^3$. Д. *м*.

1.10. Эркин түшүүнүн ылдамдануусу эмнеге барабар?
А. 9,8 *Н*; Б. 9,8 *м/с*; В. 9,8 $м/с^2$; Г. 9,8 *с*; Д. 9,8 *м*.

2-вариант

2.1. Төмөнкү 5 сөздүн кайсынысы физикалык чоңдуктун бирдиги.
А. Кыймыл. Б. Ылдамдык. В. Күч. Г. Ньютон. Д. Тараза.

2.2. Инерция эмнени түшүндүрөт?
А. Чондук. Б. Кубулуш. В. Нерсе. Г. Бирдик. Д. Курал.

2.3. Кайсыл учурда нерсе бир калыпта кыймылда болот?
А. Нерсеге чоң күч аракет этсе.
Б. Нерсеге аз күч аракет этсе.
В. Нерсеге аракет эткен күчтөр тең салмакта болсо.
Г. Нерсе тынч турса.
Д. Нерсе катуу болсо.

2.4. Күчтүн аракетинин себеби эмнеде?
А. Нерселердин катуу болушу.
Б. Нерселердин өз ара аракети.
В. Нерселердин түсүнүн өзгөрүшү.
Г. Нерселердин ысышы.
Д. Нерселердин муздашы.

2.5. Кыштын массасы 2,5 *кг*. Ага таасир эткен оордук күчү эмнеге барабар?
А. 2500 *Н*; Б. 25 *Н*; В. 250 *Н*; Г. 0,25 *Н*; Д. 12,5 *Н*.

2.6. Пружиналуу динамометрдин илгичине кайсы бир жүктү илгенде, анын жебеси 1,5 *Н* күчтү көрсөттү. Эгер жүктү ылдый көздөй 0,5 *Н* күч менен тартсак, динамометр кандай күчтү көрсөтөт.
А. 2 *Н*; Б. 1 *Н*; В. 0 *Н*; Г. 0,5 *Н*; Д. 1,5 Н.

2.7. Баллондогу газдын массасы 50 *кг*. Газдын тыгыздыгы 5 *кг/м*^{3}. Баллондун көлөмү канча?
А. 250 *м*^{3}. Б. 0,1 *м*^{3}. В. 55 *м*^{3}. Г. 45 *м*^{3}. Д. 10 *м*^{3}.

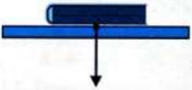
2.8. Эки нерсе бири-бирине 20 *Н* күч менен аракет этет. Экинчи нерсенин биринчисине аракет эткен күчү эмнеге бпарабар?
А. 20 *Н*. Б. 10 *Н*. В. 30 *Н*. Г. –20 *Н*. Д. –10 *Н*.

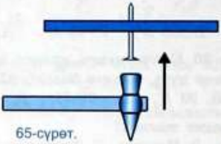
2.9. Оордук күчү эмнеге аракет жасайт?
А. Таянычка. Б. Асмага. В. Нерсеге. Г. Динамометрге. Д. Эч нерсеге.

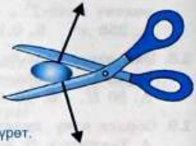
2.10. Эркин түшкөн нерсе кандай кыймылда болот?
А. Бир калыпта кыймылдайт.
Б. Ылдамдатылган кыймылда болот.
В. Акырындатылган кыймылда болот.
Г. Тынч турат.
Д. Горизонталь багытта кыймылдайт.

III глава
КАТУУ НЕРСЕЛЕРДИН, ГАЗДАРДЫН ЖАНА СУЮКТУКТАРДЫН БАСЫМЫ

«Басым» деген сөз биздин күндөлүк турмушубузда кенири колдонулат. Ал басуу, басым жасоо, бир нерсенин бетин экинчи нерсе менен бастырып коюу менен байланышта болот. Басуу дегенде адамдын же башка жаныбардын кыймылдап басып жүрүүсүн эмес, бир нерсенин экинчи нерсенин бетине жасаган аракетин түшүнүү керек. Бир нерсе экинчи нерсени тик ылдый гана басып турбастан, мейкиндикте каалагандай багытта аракет жасайт. Мисалы, столдо турган китеп столдун бетин тик ылдый басса (64-сүрөт), тамдын шыбына урулуучу мыкты балка тик өйдө көздөй басат (65-сүрөт), кайчы менен зымды кессек, кайчынын ар бир жаагы зымды ар кандай багытта басканын байкоого болот (66-сүрөт). Демек, «басым» түшүнүгүнүн мааниси биз күндө колдонуп жүргөн «басуу» деген терминдин маанисинен кескин айырмаланат. Бул нерселердин бири-бирине жасаган аракетине таандык. «Басым» түшүнүгү «күч», «салмак» түшүнүктөрү менен тыгыз байланышта.


64-сүрөт.


65-сүрөт.


66-сүрөт.

Катуу, суюк жана газ түрүндөгү заттардын сакталып туруу формалары, бири-бирине жасаган аракеттери ар түрдүү болгондуктан, алардын басымын өз-өзүнчө кароо ыңгайлуу.

§ 24. Катуу нерселердин басымы

Нерселердин өз ара аракеттенишүүсүн мүнөздөөчү чоңдук *күч* деп аталарын билебиз. Күчтүн таасири анын чоңдугуна, багытына жана ал аракет эткен чекитке жараша болорун да үйрөнгөнбүз. Эми күчтүн таасири аракет эткен беттин аянтына көз каранды болобу? – деген суроо-

го жооп издейли. Анткени катуу нерселер бирине бири тийген учурда гана өз ара аракет жасашат. Ал эми эки нерсенин тийишкен беттеринин аянты ар кандай болушу мүмкүн. Ошого жараша күчтүн таасири да ар түрдүү болот.

67-сүрөт.

Күндөлүк турмуштан мисал келтирели. 67-сүрөттө калың жааган кардын үстүндө ойноп жүргөн эки баланын сүрөтү тартылган. Сүрөттөн көрүнгөндөй лыжачан бала карга батып кетпестен, анын үстүндө эркин турат. Ал эми лыжасы жок баланын буту карга тизесине чейин батып кеткен. Кардын бетине эки бала тең эле бирдей күч менен аракет этишет. Анткени алардын салмагы болжол менен бирдей. Экөө тең эле карды жогорудан төмөн көздөй басышат. Анан эмне үчүн бирөөнүн буту карга батып кетет да, экинчиси жөн гана турат? Себеби эмнеде?

Анткени балдардын буттарынын аянттары менен кардын тийишкен беттеринин аянттары бирдей эмес. Лыжачан бала менен кардын аракеттенишкен бетинин аянты эки лыжанын беттеринин аянтына барабар. Ал эми лыжасы жок бала менен кардын аракеттенишкен бетинин аянты баланын эки өтүгүнүн таманынын аянтына барабар. Эки лыжанын бетинин аянты, эки өтүктүн таманынын аянтынан бир нече эсе чоң. Ал эми балдардын салмагы тийишкен беттердин аянты боюнча бөлүштүрүлөт, башкача айтканда лыжанын бирдик аянтына (1 $см^2$ аянтка) таасир эткен күч өтүктүн таманынын бирдик аянтына аракет эткен күчтөн алда канча кичине. Демек күч таасир эткен беттин аянты канчалык кичине болсо, экинчи нерсенин баскан күчү ошончолук чоң болот. Ал эми күч таасир эткен беттин аянты канчалык чоң болсо, экинчи нерсенин баскан күчү ошончолук кичине болот. Балдардын биринин буттарынын карга батып кетиши жана экинчисинин кардын үстүндө туруп калышынын сыры мына ушунда.

Эми тажрыйбага кайрылалы. Эки чоң мыкты тактайчанын бетине кагып отургуч жасайлы. Ичине кум салынган чонураак айнек идиш алалы да, отургучтун бетин төмөн каратып, кумдун үстүнө коёлу. Эгер

отургучтун үстүн 3 *кг* тараза ташы менен бастырсак, ал кумду бир аз гана ныктап басып турган болот (68-сүрөт). Эгер кумдун үстүнө отургучтун бетин өйдө каратып, анын үстүнө ошондой ташты койсок, мыктар кумга терең кирип кеткенин көрөбүз (69-сүрөт).

68-сүрөт.

69-сүрөт.

Күндөлүк турмушта колдонулуучу бычак, кайчы, ийне, шибеге, кнопка жана башка ушул өңдүү буюмдардын мизи же учу эмне үчүн ичке болот? Ойлонуп көрөлүчү. Анткени алар кесүү же көзөө үчүн колдонулат. Мисалы, кайчы же бычак менен кескенде, же шибеге менен көзөгөндө алар башка материалдардын бетине аракет этишет. Аракеттенишкен беттердин тийишкен бетинин аянты канчалык кичине болсо, ал беттин бирдик аянтына аракет эткен күчтүн таасири ошончолук чоң болот. Натыйжада нерсе тез кесилет же тез көзөлөт. Жогоруда айтылгандардан төмөндөгүдөй жыйынтык чыгарууга болот:

1. Катуу нерселер бири-биринин бетине перпендикуляр багытталган күч менен аракет этет.

2. Күчтүн таасири өз ара аракеттенишкен беттин аянтына көз каранды болот.

Нерселердин өз ара аракетинин мындай касиетин мүнөздөө үчүн «басым» түшүнүгү киргизилет.

> Катуу нерсенин бетинин бирдик аянтына перпендикуляр аракет эткен күчтү мүнөздөөчү физикалык чоңдук **басым** деп аталат.

Басымдын чоңдугу бетке перпендикуляр аракет эткен күчтүн ошол беттин аянтына болгон катышы менен аныкталат.

Басымды – P, күчтү – F жана аянтты – S тамгасы менен белгилеп, басымды аныктоочу формуланы алабыз:

$$\boxed{P=\frac{F}{S}}.$$

Мындан $F=P\cdot S$ формуласы менен күчтү, $S=\frac{F}{P}$ формуласы боюнча аянттын чоңдугун аныктаса болот.

Алынган формуланы математикалык жол менен талдасак, төмөнкүдөй корутундуга келебиз: *Бир нерсенин экинчи нерсеге жасаган басымы аракет эткен күчкө түз, ал эми күч аракет эткен беттин аянтына тескери пропорциялаш.* Бул:

– эгер нерсеге чоң күч аракет этсе, басым да чоң болот;

– күч аракет эткен беттин аянты канчалык чоң болсо, басым ошончо кичине болот;

– күч аракет эткен беттин аянты канчалык кичине болсо, басым ошончулук чоң болот дегенди билгизет.

Басым да күч сыяктуу эле вектордук чоңдук болуп эсептелет. Көпчүлүк учурда биз анын чоңдугун гана эске алабыз. Бирок басым күчүнүн багыты ар дайым беттин аянтына перпендикуляр болорун эстен чыгарбашыбыз керек.

Басымдын бирдиги үчүн СИ системасында 1 *паскаль* алынат. Ал француз окумуштуусу Блез Паскалдын урматына коюлган. Кыскача 1 *Па* деп жазылат. Жогорку формуланын негизинде: $1\,Па = \frac{1\,Н}{1\,м^2}$.

Бул 1 $м^2$ аянтка аракет эткен 1 *Н* күчтүн басымы 1 *Па* дегенди билгизет. Аны 1 паскаль барабар 1 ньютон бөлүнгөн 1 метр квадрат деп окуу керек.

Практикада *паскалдан* башка *гектопаскаль* (*гПа*) жана *килопаскаль* (*кПа*) деген бирдиктер колдонулат.

Алардын катышы төмөнкүчө жазылат:

$$1\,кПа = 1000\,Па \qquad 1\,Па = 0{,}001\,кПа$$
$$1\,гПа = 100\,Па \qquad 1\,Па = 0{,}01\,гПа$$

Маселе чыгарууга мисалдар:

1. Узундугу 22 *см*, туурасы 16,5 *см* болгон китеп столдун бетине 3 *Н* күч менен аракет жасайт. Басымды аныктагыла.

Берилди:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$l = 22\,см$ $h = 16{,}5\,см$ $F = 3\,Н$	$P = \frac{F}{S}$ $S = l \cdot h$	$P = \frac{3Н}{0{,}22\,м \cdot 0{,}165\,м} = \frac{3Н}{0{,}0363\,м^2} = 82{,}65\frac{Н}{м^2}$
$P - ?$	$P = \frac{F}{l \cdot h}$	Ж о о б у: $P = 82{,}65\frac{Н}{м^2}$

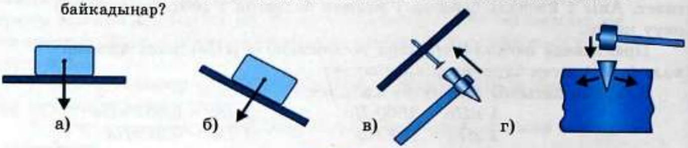
Маселенин жообунун физикалык маанисин талдап көрөлү. Эгер аянтты $см^2$ менен туюнтсак, басым $P = \frac{3Н}{22\,см \cdot 16{,}5\,см} = 0{,}0082\frac{Н}{см^2}$ болот.

Булар бирдей эле басымбы же ар башкабы?

?
1. Басым деген эмне?
2. Басымдын чоңдугу эмнеге барабар?
3. Басымдын кандай бирдиктерин билесиңер?
4. Турмушта басым чоңдугунун байкалышына мисалдар келтиргиле.
5. $P = F/S$ формуласынан $S = F/P$ формуласы алынат. Мындан беттин аянты басымга тескери пропорциялаш десек туура болобу?

11-көнүгүү.

1. 100 $см^2$ аянтка жасалган басымдын чондугу 5 000 *Па*. Аракет эткен күчтү тапкыла. (50 *Н*.)
2. Кар үстүндө турган лыжачынын салмагы 780 *Н*. Лыжанын узундугу 1,95 *м*, туурасы 8 *см*. Лыжачынын кар бетине жасаган басымын аныктагыла. (2,5 *кПа*.)
3. Төмөндө берилген басымдын маанилерин паскаль аркылуу туюнткула: 5 *гПа*; $0{,}04\,\frac{Н}{см^2}$; 0,002 *кПа*.
4. Адам күрөккө 600 *Н* күч менен аракет этет. Күрөктүн мизинин эни 20 *см*, ал эми калыңдыгы 0,5 *мм* болсо, анын топуракка жасаган басымын тапкыла. (6 млн *Па*)
5. 70-сүрөттө көрсөтүлгөн учурдун бардыгына мүнөздүү кандай белгини байкадыңар?



а) б) в) г)

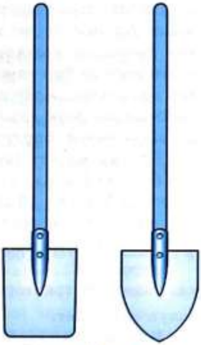
70-сүрөт.

§ 25. Катуу нерселердин басымын көбөйтүүнүн жана азайтуунун жолдору

Адамдардын күндөлүк турмушунда басымды азайтуунун жана көбөйтүүнүн ар кандай мааниси бар. Шартка жараша айрым учурда басымды көбөйтүү керек болсо, кай бирде аны азайтуу зарылдыгы келип чыгат. Мисалы, бир кездерде ата-бабаларыбыз, өзгөчө аңчылар, улуу карда буттарына жапкак деп аталган түзүлүштү жасап, буттарына кийип алышчу экен. Көк жылгаяк муздун үстүндө тайтуяк кийип басуу жеңил жана ылдам болгон. Биринчисинде басым азайса, экинчисинде көбөйгөн. Эки учурда тең адамдын басуусуна ыңгайлуу шарт түзүлгөн.

Жаныбарлар дагы өздөрү жашаган шарттарга ылайыкташып, алардын дене түзүлүштөрү ошого жараша өнүккөн. Мисалы, төөлөр ойдуңдарга, чөлдөргө жашоого ылайыкташып, буттарынын таманы жазы болот. Ал чөлдүн кумунда төөнүн эркин басуусуна шарт түзөт. Ал эми тоодо жүргөн эликтердин буттары ичке, туяктары учтуу келип, тоошта эркин басып жүрүүсүнө көмөк берет.

Үй шартында колдонулуучу буюмдарда басымды азайтуунун мааниси өтө зор. Жогоруда белгилегендей ийне, шибеге, бычак, устара, кескич, аттиш, айры жана башкалардын учу учтуу, миздери курч келет. Ал буюмдардын учтары учтуу, миздери курч болсо, алар менен иштөө оңой жеңил. Мисалы, ийненин учунун аянты болжол менен 0,0003 $см^2$. Жер казууга арналган күрөктөрдүн миздери учтуу кылып жасалат. 71-сүрөттөгү эки күрөктүн кайсынысы менен жер казуу жеңил экендигин оңой эле байкоого болот. Бирок экинчисинин да максаттуу пайдаланылуучу орду бар экендигин унутпашыбыз керек.



71-сүрөт. Кайсы күрөк менен жер казуу жеңил?

Мыктардын, кнопкалардын формалары да ушундай эле максатты ишке ашырууну көздөйт.

«Шибегени капка катууга болбойт» деген макалдын түз мааниси да учтуу нерсенин аз эле күчтүн таасиринде чоң басым жасай турганын көргөзүп турат.

Адам баласынын аң-сезими улам өсүп, өзүнүн жашоо турмушуна ар кандай техникаларды колдоно баштады. Техника деген сөздүн мааниси эмнеде? Техника – бул гректин сөзү. Бизче искусство, чеберчилик дегенди түшүндүрөт экен. Демек *техниканы колдонуу дегенди адам эмгегин жеңилдетүү үчүн ар кандай ыкмаларды, каражаттарды, түзүлүштөрдү чыгармачылык менен колдонуу* деп түшүнүшүбүз керек. Мисалы, жашоонун алгачкы учурларында адамдар жер айдоо үчүн жыгачтан жасалган буурсунду (72-сүрөт) колдонушкан. Анын материалын, формасын улам чеберчилик менен өзгөртүп отуруп, азыркы учурдагы сокону (73-сүрөт) жасап алышты.

72-сүрөт. Буурсун

73-сүрөт. Трактор жана соко

Оор машиналар, тракторлор, танктар ар кандай жолдо жүргөндө жерге батып кетип же жыгылып калбасы үчүн алардын дөңгөлөктөрүнүн энин жазы кылып жасашат. Мисалы, жеңил машиналардын дөңгөлөгүнө

караганда, жүк ташуучу машиналардын дөңгөлөгү бир топ эле жазы болот. Ал эми чоң машиналардын жүк салуучу кузовунун алдына экиден дөңгөлөк коюлат. Тракторлордун жана танктардын бир нече дөңгөлөктөрү бир таманга бириктирилет да, ал каз тамандуу машиналар деп аталат. Алар саздуу, борпоң топурактуу жерлер менен оңой эле кыймылдап жүрө алышат. Алардын оор салмагы 15–20 $м^2$ болгон аянт аркылуу тарап, бирдик аянтка аз гана күч менен аракет жасап калат.

Ал эми аракет эткен аянтты кичирейткенде аз эле күч менен эң чоң басымды пайда кылса болот. Мисалы, досканын бетине кнопканы сайганда болгону 50 *Н* күч менен эле аракет жасалат. Кнопканын учунун аянты 1 $мм^2$ болгондуктан, доскага жасалган басымдын чоңдугу:

$P = \dfrac{50\ Н}{0{,}000001\ м^2} = 50\,000000\ Па = 50\,000\ кПа$ га барабар болот. Бул басым каз тамандуу трактордун топуракка жасаган басымынан 1 000 эсе чоң болуп эсептелет.

Басым күчүн азайтуу ыкмасы чоң имараттарды же көпүрөлөрдү курууда да пайдаланылат. Ал үчүн имараттарды куруучу жерди терең казып, ал жерге жазы фундаменттерди куюшат. Ошондуктан алар жерге чөгүп кетпестен, көп убакытка кармалып турат да, жердин титирөөсүнө да туруктуу болот.

?

1. Басымды азайтыш үчүн күч аракет эткен беттин аянтын чоңойтууга мисал келтиргиле.
2. Эмне үчүн айыл чарба машиналарынын дөңгөлөктөрүн жазы кылып жасашат?
3. Басымды азайтуу же көбөйтүү эмне үчүн керек экендигине мисал келтиргиле.
4. Канаттуулардын тумшуктарынын жана тырмактарынын учтуу болушу пайдалуубу же зыяны барбы?
5. Эмне үчүн кезөөчү жана кесүүчү буюмдарды учтуу, курч кылып жасашат?

12-көнүгүү.

1. Тик бурчтуу жыгач брусокту столдун бетине ар бир капталынан койгондо, кандай басым жасалат? Брусоктун салмагын динамометр менен, ар бир капталынан аянтын сызгыч менен өлчөп, ар бир учур үчүн басымдын чоңдугун аныктагыла. Аларды бири-бири менен салыштырып, жыйынтык чыгаргыла.
2. Өзүңөрдүн массаңарды, туфлиңердин таманынын аянтын билип алып, өзүңөрдүн жерге жасаган басымыңарды эсептегиле.
3. Үй турмушунда, жаратылышта, техникада, айыл чарбасында басымды азайтуунун же көбөйтүүнүн мааниси, ар кандай жолдору жөнүндө билдирүү-реферат даярдагыла.

§ 26 Газдардагы жана суюктуктардагы басым

Катуу, суюк жана газ абалындагы заттардын майда бөлүкчөлөрдөн турарын адамдар эчак эле билишкен. Муну мындан 2 500 жыл илгери грек окумуштуусу Демокрит айткан. Андай бөлүкчүлөрдү *молекулалар* деп аташкан. Молекула латындын сөзү, ал «кичине масса» дегенди түшүндүрөт. Азыркы учурда, молекула – заттын бардык касиетин сактаган эң кичине бөлүкчөсү деп аталат. Кийинчерээк молекулалар атомдордон, атомдор ядро жана электрондордон турары белгилүү болгон.

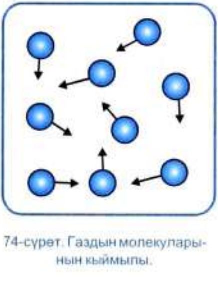
Катуу заттардын молекулалары бири бирине өтө жакын жана белгилүү тартип боюнча жайгашкан. Мисалы, жааган кардын бүртүктөрү, муздун сыныктары табигый туура жана кооз формага ээ болушат.

Катуу заттарга караганда суюктуктардын молекулалары алысыраак жайгашып, бири-бири менен начар тартылышат. Суюктукту кандай идишке куйсак ошонун формасын ала тургандыгы, аны чачыратууга жана башка идишке куюуга оңой экендиги ушуну менен түшүндүрүлөт.

Газдардын молекулалары бири биринен суюктуктардыкынан да алыс аралыктарда жайгашат. Мындай учурда молекулалардын өз ара тартышуулары бир кыйла начар болот. Ошондуктан газдар өзүнчө формага жана турактуу көлөмгө ээ болушпайт. Мисалы, стаканды же банканы газ менен жарымына чейин толтурууга мүмкүн эмес. Алар канчалык аз болсо дагы өзү турган идиштин бүт көлөмүн ээлөөгө умтулат.

Жогоруда айтылгандардан суюктук менен газдардын молекулалары катуу заттарга караганда бири биринен алыс жайгашкандыгын, ошого жараша алардын начар тартылышкандыгын белгилөөгө болот. Демек, суюктук менен газдын айрым касиеттери бири бирине жакын.

Заттын молекулалык түзүлүшү жөнүндөгү окууну негиздөөчүлөрдүн бири орустун улуу окумуштуусу М. В. Ломоносов болгон. Ломоносов газдардын түзүлүшүн мындайча түшүнгөн: Газдардын бөлүкчөлөрү тынымсыз кыймылда болгондуктан, алар бири-бири менен кагылышып, серпилгичтүү шарлар сыяктуу кайра ажырашат. Мына ушундай өз ара тез кагылышуунун натыйжасында алар дайыма бири биринен түртүлүп, бардык тарапка чачылышат.



74-сүрөт. Газдын молекуларынын кыймылы.

Газдын молекулары бири-бири менен эле кагылышпастан, газ ээлеген идиштин капталдары менен да кагылышат (74-сүрөт). Газда молекулалардын саны өтө көп болгондуктан, урунуулардын саны да эбегейсиз көп болот. Газ молекулаларынын

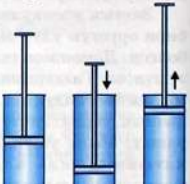
75-сүрөт.

урунууларынын натыйжасында өзү турган идиштин капталдарына, түбүнө, төбөсүнө басым жасайт. Ал *газдын басымы* деп аталат. Катуу нерсенин таянычка жасаган басымы нерсенин салмагына жана таяныч беттин аянтына көз каранды болсо, газдын басымы башка себептер менен шартталган. Аны байкоо үчүн тажрыйбага кайрылалы.

Аба насосунун калпакчасынын ичине оозу байланган резина шар коюлат. Анын ичинде бир аз гана аба бар (75-*а* сүрөт). Андан кийин насос аркылуу калпакчанын ичиндеги аба сордурулуп чыгарылат. Бул учурда резина шары көлөмүн чоңойтуп, акырындык менен туура шар формасын ээлей баштайт (75-*б* сүрөт).

Бул кубулушту кантип түшүндүрүүгө болот?

Алгачкы учурда резина шардын ички бетине анын ичиндеги газдын молекулалары, ал эми сырткы бетине калпакчанын ичиндеги газдын молекулалары урунуп турат. Качан калпакчанын ичиндеги газды сордура баштаганда резина шарынын сырткы бетине аракет эткен молекулалардын саны азая баштайт. Ал эми резинанын ичиндеги газдын молекулалары өзгөрүүсүз бойдон калат. Убакыттын өтүшү менен молекулалардын шардын ички бетине урунууларынын саны тышкы урунуулардын санынан көп боло баштайт. Демек, газдын басымы анын молекулаларынын идиштин бетине урунууларынын натыйжасы болуп эсептелет.



76-сүрөт. Газдын басымынын көлөмүнө көз карандылыгы.

Эми газдын массасын туруктуу калтырып, анын же ал турган идиштин көлөмүн өзгөрткөндө басым кандайча өзгөрөрүн карап көрөлү. Ал үчүн 76а-сүрөттөгүдөй түзүлүштү карайлы. Анда бир жак учу жука резина плёнка менен капталган айнек түтүк көрсөтүлгөн. Түтүккө поршень салынган. Поршень

менен резина плёнканын ортосунда аба бар экендиги белгилүү. Поршенди түтүктүн ичин карай түрткөндө, түтүктөгү абанын көлөмү кичиреет, б. а. газ кысылат (76-*б* сүрөт). Бул учурда резина плёнкасы түтүктөгү абанын басымы көбөйгөндүгүн көрсөтүп, сыртын көздөй томпоюп чыгат.

Тескерисинче поршенди түтүктөн чыгара баштасак б. а. газ турган идиштин көлөмүн чоңойтсок, абанын көлөмү да чоңоёт. Бул учурда, плёнка түтүктөгү абанын басымынын азайгандыгын көрсөтүп, түтүктүн ичин карай ийиле баштайт (76-*в* сүрөт).

Тажрыйбада газдын массасы жана температурасы өзгөргөн жок. Биз анын көлөмүн гана кичирейттик жана чоңойттук. **Газдын көлөмүн кичирейткенде анын басымы чоңоёт, ал эми көлөмүн чоңойткондо басымы азаят.**

Мындай көз карандылыкты кантип түшүндүрүүгө болот?

Газдын массасы өзгөрбөгөндөй кылып, анын көлөмүн кичирейтсек, анда газдын тыгыздыгы чоңоёт. Демек, идиштин бетине урунган молекулалардын саны өсөт. Бул газдын басымынын чоңойгонун көрсөтөт.

Тескерисинче, ошол эле массадагы газдын көлөмүн чоңойткондо, газдын тыгыздыгы кичирейип, идиштин ички бетине урунган молекулалардын саны азаят. Бул газдын басымынын азайганын көрсөтөт.

Газдын басымы менен көлөмүнүн ортосундагы мындай байланышты 1662-жылы англиялык окумуштуу Р. Бойль жана 1667-жылы француз окумуштуусу Э. Мариотт тажрыйбада аныкташкан.

Газдын басымы анын температурасына да көз каранды. Газды ысытканда молекулалардын кыймылынын ылдамдыгы чоңоёт. Алар тез кыймылдай башташат. Демек молекулалар идиштин бетине да тез-тез урунушат. Бул болсо жабык идиштеги газдын температурасы канчалык жогору болсо, анын басымы да ошончолук чоң болорун көрсөтөт. Бул көз карандылык биринчи жолу француз окумуштуусу Ж. Шарль тарабынан XVIII кылымдын аягында аныкталган.

Суюктуктардын өзү жайгашкан идиштин ички бетине жасаган басымы да газдардыкы сыяктуу эле түшүндүрүлөт. Анткени суюктуктар менен газдардын молекулаларынын жайланышы, кыймылдары негизинен окшош.

?
1. Заттардын кандай абалдарын билесиңер?
2. Зат эмнеден турат?
3. Молекула деген эмне?
4. Заттардын ар кандай абалдарын кантип далилдесе болот?
5. Молекулалардын кыймылы жөнүндөгү окуунун негизинде газдын басымы кандайча түшүндүрүлөт?

6. Газдын басымынын бар экендиги кандай тажрыйба аркылуу көрсөтүлөт?
7. Газдын көлөмү менен басымынын ортосунда кандай байланыш бар?
8. Газдын басымы температурага кандайча көз каранды?
9. Суюктуктун басымын далилдөөгө мисалдар келтиргиле.

§ 27. Паскаль закону

Паскаль Блез (1623–1662)

Катуу нерселердин басымы ар дайым бетке перпендикуляр аракет этерин көргөнбүз. Бул болсо катуу нерселердин басымы бир гана жакка багытталат дегенди билгизет.

Суюктуктардын жана газдардын бөлүкчөлөрүнүн башаламан тынымсыз кыймылда болушу, аларга берилген басым сырттан аракет эткен күчтүн багыты боюнча гана берилбестен, суюктуктун же газдын бардык чекиттерине бирдей берилерин түшүндүрөт.

Суюктуктарда жана газдарда басымдын берилиши француз окумуштуусу Б. Паскаль тарабынан аныкталган. Анын мазмуну төмөнкү тажрыйбалардан ачык көрүнөт.

77-сүрөт. Паскаль шарынан суунун чыгышы.

78-сүрөт. Паскаль шарынан түтүндүн чыгышы.

77-сүрөттө ар кайсы жеринде кичине тешиктер бар көңдөй шар көрсөтүлгөн. Шар металлдан жасалган жана Паскаль шары деп аталат. Шарга поршени бар айнек түтүк бириктирилген. Эгер шарга суу куюп, поршенди түртсөк, анда суу шардын бардык тешиктеринен бирдей атылып чыгат. Эмне үчүн? Анткени поршень түтүктүн ичиндеги суунун бетин кысат. Поршендин астындагы суунун бөлүкчөлөрү кысылып, поршендин басымын тереңирээк жаткан башка катмарга беришет. Ошол эле учурда басым поршендин каптал беттерине да берилет. Ошентип поршендин басымы шарды толтуруп турган суюктуктун ар бир чекитине берилет. Тажрыйбадан көрүнгөндөй суу тешиктерден бардык багыт боюнча бирдей атырылып чыгат. Ал поршендин кыймыл багытына көз каранды болбойт. Бул суюктуктун ичиндеги басым бардык багытка бирдей берилет дегенди билдирет. Эгер шарды түтүнгө толтуруп, поршенди жылдырсак, анын бардык тешиктеринен түтүн да бирдей чыга баштайт (78-сүрөт). Бул болсо, газдар да басымды бардык тарапка

бирдей берет дегенди билгизет. Ушундай тажрыйбалардын негизинде Паскаль төмөнкүдөй жыйынтыкка келген.

Суюктуктарга же газдарга жасалган басым алардын ар бир чекитине бардык багыт боюнча бирдей берилет.

Бул *Паскаль закону* деп аталат. Ал 1653-жылы ачылган.

Паскаль законунун маанисин толук түшүнүү үчүн заттын молекулалык түзүлүшү жөнүндөгү окууга кайрылабыз.

Суюктуктар менен газдардын айрым катмарлары жана майда бөлүкчөлөрү бардык багыт боюнча эркин кыймылдай алышат. Мисалы, табакка куюлган суунун үстүнкү бетин кыймылга келтириш үчүн акырын гана үйлөп коюу жетиштүү болот. Кичине эле жел болсо көл бетинде чыбырчык пайда болуп, суунун үстүнкү катмары көтөрүлө баштайт. Ал эми катуу нерселер мындай касиетке ээ болушпайт.

79-*а* сүрөттө ичинде газы бар идиш көрсөтүлгөн. Газдын бөлүкчөлөрү идиштин бардык көлөмү боюнча бир калыпта бөлүштүрүлгөн. Эгер идиштин жогорку учуна поршенди киргизип, газды бир аз кыссак, анда жогорку катмардагы бөлүкчөлөр мурдагыга караганда бир аз тыгыз жайланышат (79-*б* сүрөт). Газдын бөлүкчөлөрү тынымсыз кыймылда болгондуктан, алар бардык багыт боюнча которулушуп, кайрадан бирдей жайгашып калышат. Бирок бул учурда бөлүкчөлөр бири бирине мурдагыдан алда канча жакындашат (79-*в* сүрөт). Идиштин ичиндеги газдын басымы, анын ар бир чекитине бардык багыт боюнча бирдей берилиши ушундайча түшүндүрүлөт.

79-сүрөт. Ар кандай басым учурунда газдын бөлүкчөлөрүнүн жайгашуусу.

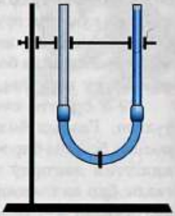
Ушундай эле жыйынтыкты суюктуктун бөлүкчөлөрү боюнча да айтууга болот. Суюктукка жасалган басым анын капталына да, түбүнө да бирдей берилип, бирдей аракет жасайт.

?

1. Блез Паскаль жөнүндө эмне билесиңер?
2. Паскаль шарын кол менен жасап алууга болобу?
3. Паскаль законунун эрежеси кандай айтылат?
4. Паскаль законун атомдук-молекулалык окуунун негизинде түшүндүргүлө.
5. Эмне үчүн Паскаль закону газдар үчүн да, суюктуктар үчүн да бирдей?

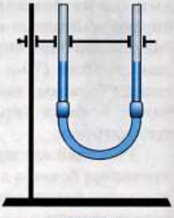
§ 28. Паскаль законун турмушта колдонуу

Физиканын башка закондоруна караганда Паскаль законунун турмуштагы мааниси өтө кеңири жана колдонууга ыңгайлуу. Адамдын жашоосуна керек болгон үй буюмдарынын жана куралдардын көпчүлүгүндө ушул закондун эрежелери аткарылат. Мисалы, үйдө, ашканаларда, чайканаларда колдонулуучу чайнектерде, кофе кайнаткычтарда, гүл сугаргычтарда, тамчылаткычтарда, автомашиналардын тормоздоочу түзүлүштөрүндө, көп кабаттуу үйлөрдүн суу түтүктөрүндө, кемелер жүрүүчү шлюздарда Паскаль законунун таасири даана байкалат. Эми ошолордун айрымдарын карап көрөлү.



80-сүрөт.

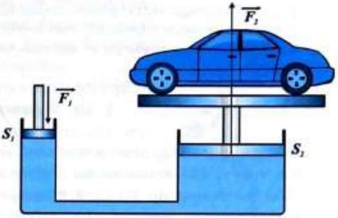
80-сүрөттө штативге бекитилген эки ичке айнек түтүк көрсөтүлгөн. Алардын ылдыйкы учтары желим түтүк менен бириктирилген. Желим түтүктүн ортосун темир кыскыч менен бекитип, оң жактагы түтүккө боёлгон суу куябыз. Эгер кыскычтан желим түтүктү бошотсок, суу желим аркылуу сол жактагы түтүккө агып, ал боюнча жогору көтөрүлөт. Бир аздан кийин эки түтүктөгү суунун деңгээлдери бирдей абалга келип токтойт (81-сүрөт). Мындай түзүлүш *катыш идиштер* деп аталат. Эгер оң жактагы айнек түтүктүн ачык учуна «груша» деп аталган жел үйлөгүч шарды бириктирип, аба үйлөтсөк, абанын басымы сууга аракет жасап, аны ылдый көздөй басат. Суюктукта басым бардык тарапка бирдей берилгендиктен, сол жактагы түтүктөгү суу жогору көтөрүлөт. Мына ушунун өзү Паскаль законунун аткарылышын мүнөздөйт.



81-сүрөт.

Үй турмушунда колдонулуп жүргөн чайнектер да катыш идиштердин мисалы боло алат. Чайнек суу куюлуучу идиштен жана анын чоргосунан турат. Чайнектин ичиндеги суунун деңгээли менен чоргодогу суунун деңгээли бирдей абалда болот. Чайнекти пайдаланууу ыңгайлуу болсун үчүн анын оозу жана чоргонун учу бирдей бийиктикте болгондой жасалат. Эгер чоргонун учу чайнектин оозунан жапыз жайгашса, чайнекке толтура суу куюуга мүмкүн болбой калат. Анткени чайнекке толтура куюлган суунун бир бөлүгү чорго жакка өтөт да, анын деңгээли оозунун деңгээлинен жапыз болгондуктан, суу чорго аркылуу агып түшүп калат. Ал эми чоргонун деңгээли чайнектин оозунун деңгээлинен жогору болсо, андан суу куюу үчүн чайнекти

82-сүрөт. Гидравликалык токтоткуч.



83-сүрөт. Гидравликалык көтөргүч.

өтө бийик кыйшайтып көтөрүү керек. Мында суу чоргодон эмес, чайнектин оозунан төгүлөт. Бул болсо катыш идиштердин касиетинин күндөлүк жашоодогу колдонулушун мүнөздөйт.

Техникада кеңири колдонулуучу айрым түзүлмөлөрдүн иштеши Паскаль законуна негизделген. Мисал катары автомобилдин гидравликалык токтоткучуна жана гидравликалык көтөргүчкө токтололу.

82-сүрөттө гидравликалык токтоткучтун схемасы көрсөтүлгөн. Педалды басканда башкы цилиндрдеги суюктук басымды бардык тарапка бирдей берип, токтоткуч колодка дисканы эки жагынан кыпчып калат да, дөңгөлөк айланбай токтойт.

83-сүрөттө гидравликалык көтөргүчтүн схемасы көрсөтүлгөн. Гидравликалык көтөргүч негизи туташ болгон эки идиштен турат. Анын бир ийини кууш, экинчиси жазы цилиндрлер. Алардын бирине аянты кичине, экинчисине аянты чоң поршендер коюлган. Эгер көтөргүчтүн кичине поршенине F_1 күчү менен аракет этсек, ал басым суюктук аркылуу берилип, экинчи поршенге аракет этет. Кичине поршендин аянты чоң поршендин аянтынан канча эсе кичине болсо, чоң поршенге аракет эткен күч кичине поршенге таасир эткен күчтөн ошончо эсе чоң болот. Башкача айтканда,

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

Эгер экинчи цилиндрдин аянты биринчиге караганда 20 эсе чоң болсо, күчтөн 20 эсе утуш алабыз. Биринчи поршенге 100 *кг* жүк коюп, экинчи поршень аркылуу салмагы 2 т автомашинени көтөрүүгө болот.

?
1. Катыш идиштер деген кандай идиштер?
2. Катыш идиштерге мисалдар келтиргиле.
3. Жөнөкөй катыш идиш жасоонун жолун сунуш кылгыла.

4. Үй турмушунда керектелүүчү катыш идиштердин иштешин түшүндүргүлө.
5. Автомашинанын тормоздоп токтоткучунун иштөө тартибин түшүндүргүлө.
6. Гидравликалык көтөргүчтүн иштеши кандай? Паскаль закону кандайча аткарылат?

§ 29. Атмосфера басымы

Жерди курчап турган аба катмары **атмосфера** деп аталат. Ал гректин *атмос* – буу, аба жана *сфера* – шар деген сөздөрүнөн алынган.

Аба катмары ар кандай газдардын молекулаларынан турат. Ал молекулалардын массасы ар түрдүү жана башаламан кыймылда болгондуктан, Жерди курчап турган аба катмары бирдей эмес. Жер бетинен бийиктеген сайын аба сейректелип отуруп, жүздөгөн же миңдеген километрде абасыз мейкиндиктин да болушу мүмкүн. Бирок Жердин бетинде аба катмары тыгыз жайгашкан болот.

Жер бетиндеги бардык нерселер сыяктуу эле аба да тартуу күчүнө ээ. Ошондуктан аба өз таянычы болгон Жер бетине таасир этет.

Абанын салмагын билүү үчүн анын массасын өлчөш керек. Мектеп лабораториясында аткарууга мүмкүн болгон бир тажрыйбага токтололу.

Мектепте «Аба массасын өлчөөгө арналган шар» деген курал бар. Ал негизинен шар формасындагы жука айнек колбадан турат. Колбанын оозу резина капкак менен жабылган. Капкак аркылуу желим түтүгү өткөрүлүп, ал айнек колбага бириктирилген. Желим түтүгүнө абанын өтүшүн жөндөөчү кыскыч орнотулган.

Алгач кыскычты бошотуп колбанын ичиндеги абаны соргучтун жардамы менен сордуруп алабыз. Андан кийин кыскычты бекитип, колбаны таразага тартабыз. Бул ичинде абасы жок (болсо да өтө аз) колбанын массасын көргөзөт. Эми кыскычты бошотсок, колбанын ичине аба кирип, таразанын тең салмактуулугу бузулат. Тийиштүү таштарды коюу менен таразаны кайрадан тең салмактуу абалга алып келебиз. Ошентип таразанын табагына кийин салынган таштардын массасы, колбанын ичиндеги абанын массасын билгизет. $P = mg$ формуласы боюнча ал абанын салмагын аныктап алса болот.

Так тажрыйбалардын негизинде 1 *м*³ көлөмдөгү абанын массасы 1,3 *кг* болору далилденген. Демек 1 *м*³ көлөмдөгү абанын салмагы:

$$P = m \cdot g, \; P = 1{,}3\ кг \cdot 9{,}8\ м/с^2 = 13\ Н \text{ болот.}$$

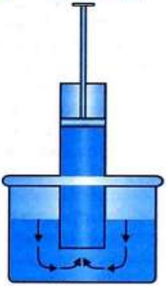
Өз салмагынын натыйжасында абанын жогорку катмары, анын төмөнкү катмарын басат. Ал басым Паскаль закону боюнча бардык тарапка бирдей берилет. Мунун натыйжасында Жер бети жана андагы

нерселер абанын бардык калыңдыгынын басымына дуушар болот. Мындай басым **атмосфера басымы** деп аталат. Паскаль законуна ылайык бизге басым бардык тараптан бирдей болгондуктан, аны сезбейбиз.

Атмосфера басымынын болушу менен көптөгөн кубулуштар түшүндүрүлөт. Мисалдар келтирели.

Биз өзүбүздүн күндөлүк турмушубузда көзүбүзгө же мурдубузга дары тамызуу үчүн тамчылаткычтарды колдонобуз. Анын ичине суюк дарынын сорулуп кириши атмосфера басымынын бар экендигин далилдейт. Анткени анын жазы учуна кийгизилген резинаны кысканда, айнек түтүктүн (84-сүрөт) ичиндеги аба сыртка чыгат да басым азаят. Резинаны коё бергенде атмосфералык басым суюк дарыны айнек түтүктүн ичине айдап кирет. Ушундай жол менен калем сапка сыя, шприцке дары толтурулат. Эгер атмосфера басымы болбосо, мындай кубулуштар болмок эмес.

84-сүрөт. Тамчылаткыч.


85-сүрөт

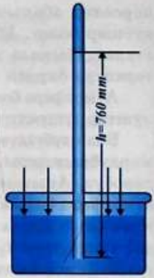
Экинчи бир тажрыйбаны карап көрөлү. Паскаль шары деп аталаган куралдын учундагы шарды бурап чыгарып алсак, ал бир жак учу ачык айнек поршень болуп калат. Поршенди айнек түтүктүн ачык учуна чейин түртүп келип, аны идиштеги сууга матырабыз. Эгер поршенди өйдө көздөй тартсак, ал түтүк боюнча поршендин артынан суунун көтөрүлгөнүн көрөбүз (85-сүрөт). Мында атмосфера басымы идиштеги суунун бетине таасир этет. Ал суюктуктун бардык багытына бирдей берилгендиктен, суу поршендин артынан көтөрүлөт.

?
1. «Атмосфера» деген сөз эмнени түшүндүрөт?
2. Аба массага ээ болобу?
3. Абанын салмагын кандайча аныктоого болот?
4. Атмосфера басымы эмненин эсебинен түзүлөт?
5. Атмосфера басымынын бар экендигин далилдөөчү тажрыйбаларга мисалдар келтиргиле. Аны далилдей турган тажрыйбаларды жасоого аракеттенгиле.

§ 30. Атмосфера басымын өлчөө. Торричелли тажрыйбасы. Барометр

Атмосфералык басымды өлчөөнүн жолу XVII кылымда италиялык окумуштуу Торричелли тарабынан аныкталган. Торричеллинин тажрыйбасынын мазмуну төмөндөгүчө.

Узундугу болжол менен 1 *м* болгон айнек түтүк сымап менен толтурулган. Анын бир учу туюк, ал эми экинчи учу ачык. Эгер түтүктү көңтөрүп, анын ачык учун сымап куюлган идишке салсак, андагы сымаптын бир азы идишке куюлат да, калганы түтүктө калат (86-сүрөт). Түтүктө калган сымап мамычасынын бийиктиги болжол менен 760 *мм* ге барабар. Бул кубулуш кандайча түшүндүрүлөт?



86-сүрөт

Атмосфера идиштеги сымаптын бетине басым жасайт. Эгер атмосфералык басым түтүктөгү сымаптын басымына (салмагына) барабар болсо, сымап түтүктөн куюлмак эмес. Ал эми тажрыйбада андай болбостон, сымаптын бир бөлүгү куюлуп түшкөн. Демек, түтүктөгү сымаптын басымы атмосфералык басымдан чоң. Качан түтүктөгү сымап мамычасынын басымы атмосфера басымына барабар болгондо, ал куюлбастан токтоп калат. Мындан атмосфера басымынын чоңдугу 760 *мм* сымап мамычасынын басымына барабар деген жыйынтык келип чыгат. Эгер атмосфера басымы азайса, анда Торричеллинин түтүгүндөгү сымап мамычасынын бийиктиги да төмөндөйт. Эгер атмосфера басымы чоңойсо, түтүктөгү сымап мамычасынын бийиктиги да жогорулайт. Ошондуктан атмосфера басымынын бирдиги үчүн 1 сымап мамычасынын миллиметри (кыскача 1 *сым. мам. мм*) кабыл алынат.

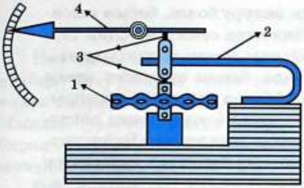
Эми ушул маселе боюнча оюбузда эксперимент жасап көрөлү. Эгер узундугу 1 *м* айнек түтүгүнүн ичинен абасы сордурулган болсо жана анын ачык учун идиштеги сымапка салсак, анда сымап түтүк боюнча 760 *мм* бийиктикке көтөрүлөт эле.

Торричелли түтүктөгү сымап мамычасынын бийиктигине күн сайын байкоо жүргүзүп, ал бийиктиктин анчалык чоң болбосо да, өзгөрүп турарын белгилеген. Мындан атмосфера басымынын туруктуу эместиги, ал чоңоюп же азайып турарын байкайбыз. Ошондой эле Торричелли атмосфера басымынын өзгөрүшү аба ырайынын өзгөрүшү менен кандайдыр бир байланышта экендигин байкаган.

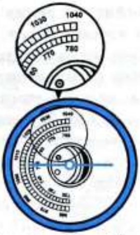
Торричелли Эванджелисте (1608–1647)

Италиялык окумуштуу. Г. Галилейдин окуучусу. Атмосфералык басымды өлчөгөн, физика жана математика боюнча бир катар ачылыштарды жасаган.

Атмосфера басымынын адамдын жашоо-турмушуна тийгизген таасири чоң болгондуктан, аны өлчөөнүн жөнөкөй жолдорун табуу зарылдыгы келип чыккан. Торричеллинин тажрыйбасында колдонулган сымабы бар түтүккө шкаланы бекитип, эң жөнөкөй **сымап барометрин** – атмосфера басымын өлчөөчү куралды алса



87-сүрөт. Барометр анероиддин түзүлүшү


88-сүрөт. Анероиддин жебеси 750 *сым. мам. мм*ин көрсөтүп турат

болот. *Барометр* – грек сөзү, бизче *барос* – оордук, *метрео* – өлчөйм дегенди билгизет. Бирок ар дайым сымап толтурулган түтүктү жана жайпак идишти алып жүрүү ыңгайлуу эмес. Ошондой эле сымаптын буусу адамдын ден соолугуна да тескери таасир берет.

Атмосфера басымын өлчөө үчүн практикада **анероид** деп аталуучу металл барометр колдонулат. Анероид грек сөзү, бизче суюктуксуз дегенди билгизет. Анероиддин тышкы көрүнүшү 87-сүрөттө көрсөтүлгөн. Анын негизги бөлүгү болуп, бети толкун түрүндөгү (гофрленген) металл кутучасы *(1)* эсептелет. Бул кутучадан аба сордурулуп алынган. Атмосфера басымы кутучаны жалпайтып басып койбос үчүн, анын капкагы серпилгич пластина *(2)* менен жогору тартылып коюлган.

Атмосфера басымы чоңойгондо кутучанын капкагы ич жагына ийилип, пластинаны өзүнө тартат. Пластинанын уч жаккы бети атайын механизм *(3)* аркылуу жебе *(4)* менен туташтырылган. Басым чоңойгондо пластина жебенин куйругун тартып, жебенин учу оң жакка жылат. Ал эми басым азайганда пластина жебенин куйругун өйдө түртүп, анын учун сол жакка жылдырат. Жебе оң жакка жылганда атмосфера басымынын мааниси чоң, ал эми сол жакка жылганда аз болорун анероиддин шкаласы көрсөтүп турат.

Анероиддин шкаласынын ар бир бөлүгү сымап мамычасынын миллиметри менен туюнтулган. 88-сүрөттө жебе 750 санын көргөзүп турат. Ал атмосфера басымынын 750 *сым. мам. мм* экендигин билгизет.

Жер бетинен улам бийиктеген сайын атмосфера басымы азая тургандыгын көптөгөн байкоолор жана тажрыйбалар көрсөттү. Деңиз деңгээли менен бирдей болгон жерлерде атмосфералык басым орто эсеп менен 760 *сым. мам. мм*не барабар деп алынат.

0°С температурада бийиктиги 760 *сым. мам. мм* басымына барабар болгон атмосфера басымы **нормалдуу атмосфера басымы** деп аталат.

Бийиктик деңиз деңгээлинен канчалык жогору болсо, басым ошончолук кичине болот. Бул Жер бетинен бийиктеген сайын Жердин тартуу күчү жана абанын тыгыздыгынын азайышы менен түшүндүрүлөт.

Жер бетинен ар бир 12 *мге* көтөрүлгөндө, басым орто эсеп менен 1 *сым. мам. мм* төмөндөйт. Көптөгөн тажрыйбалар ушул көз карандылыкты билип, барометрдин көрсөтүүсүнүн өзгөрүшү боюнча деңиз деңгээлинен жогорку бийиктикти аныктоого болорун далилдеген. Бийиктикти түздөн-түз эсептөөгө мүмкүн болгон анероиддер **бийиктик ченегичтер** деп аталат. Андай анероиддердин шкалалары узундук бирдиктери (*м, см, мм*) менен туюнтулган. Алар көбүнчө авиацияда жана альпинисттердин же жалпы эле тоого чыгуучулардын ишинде колдонулат.

?

1. Атмосфера басымын өлчөөнүн жолун биринчи жолу ким сунуш кылган? Ал окумуштуунун өмүрү боюнча эмне билесиңер?
2. Торричелли тажрыйбасын түшүндүргүлө.
3. «Атмосферанын басымы 770 *сым. мам. мм* не барабар» деген жазуу эмнени түшүндүрөт?
4. Атмосфера басымын өлчөөчү кандай куралдарды билесиңер? Алар кандайча иштейт?
5. Барометр-анероид кандайча түзүлгөн?
6. Жер бетинде жана Жер шарынын ар түрдүү орундарында атмосфера басымын билүүнүн кандай мааниси бар?
7. Жер бетинен бийиктеген сайын атмосфера басымы өзгөрөбү? Өзгөрсө кандай?
8. Нормалдуу атмосфера басымы деген эмне?
9. Бийик тоолуу жерлерде түтөк болорун уктуңар беле? Ал эмнеге байланыштуу?
10. Атмосфера басымын өлчөөгө арналган бийиктик ченегичтер кандай максатта колдонулат?

Тажрыйба жасоого тапшырма.

1. Стаканга суу куюп, анын бетин бир барак ак кагаз менен жапкыла. Баракты алаканыңар менен басып туруп, стаканды тез көңтөргүлө. Эгерде бaрактан колуңарды тартсаңар, анда суу стакандан төгүлбөйт (89-сүрөт). Стакандын оозуна кагаз жабышып калгандай болот. Эмне үчүн? Жообун негиздегиле.

2. Мектептеги физика кабинетинин дубалында илинип турган барометр-анероиддин көрсөтүүсү боюнча атмосфералык басымды аныктоого үйрөнгүлө. Аба ырайынын өзгөрүшүнө жараша, атмосфералык басымдын өзгөрүшүнө байкоо жүргүзгүлө.

89-сүрөт

§ 31. Архимед күчү

Биз абада араң көтөргөн ташты суунун түбүнөн оңой эле көтөрө алабыз. Эгер резина топту сууга чөгөрүп туруп коё берсек, анда ал кайра калкып чыгат. Бул кубулуштарды кантип түшүндүрүүгө болот? Мындай суроолор биздин заманга чейин эле пайда болгон. Ага жоопту биринчилерден болуп байыркы грек окумуштуусу Архимед берген. Ал жөнүндө мындай легенда айтылып жүрөт.

Архимед. *Биздин эрага чейинки 287–212-жж.*

Суюктук тең салмактуулугунун закондорун, рычагдын эрежелерин ачкан.

Биздин заманга чейинки 260-жылы Сиракуз (Байыркы Грециядагы шаар-мамлекет) падышасы Гиерон өзүнө алтын таажы жасаган устанын ак ниет иштегенин текшерүү максатында Архимедге тапшырма берген. Анткени таажынын салмагы устага берилген алтындын салмагына барабар болсо дагы, ага башка арзан металл кошулуп калдыбы деп падыша күмөн санаган. Таажыны бузбай туруп, анда кошулманын бар же жок экендигин билүү Архимедге тапшырылган.

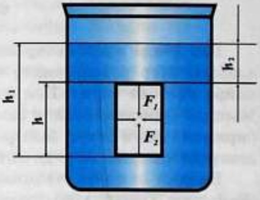
Архимед жөнүндөгү легенда боюнча, ал адегенде кандайдыр бир бөлүк алтындын ошондой эле көлөмдөгү суудан 19,3 эсе оор экендигин тапкан. Бул болсо алтындын тыгыздыгы суунун тыгыздыгынан 19,3 эсе чоң дегенди билгизет.

Архимед таажы жасалган заттын тыгыздыгын табууга аракеттенген. Эгер таажынын тыгыздыгы суунун тыгыздыгынан 19,3 эсеге чоң болбосо, анда ал таза алтындан жасалган эмес деген жыйынтыкка келмек.

Нерсенин тыгыздыгын аныктоо үчүн анын массасын көлөмүнө бөлүү керек. Таажынын массасын оңой эле аныктап алууга болот, бирок ал өтө татаал формада жасалгандыктан көлөмүн аныктоо кыйынга турган. Күндөрдүн биринде Архимед мончодо жуунуп жатып суу толтурулган ваннага түшкөндө, өзүн кыйнап жүргөн маселени чечүүнүн жолу оюна капысынан кылт дей түшкөн. Кубанып жана толкунданган Архимед: «Эврика!», «Эврика!» – деп кыйкырып жиберген. Ал болсо «Таптым!», «Таптым!» дегенди түшүндүрөт. Ушул ачылыш туура эмес формадагы нерселердин көлөмүн аныктоого мүмкүндүк берген. Биз лабораториялык иштерде пайдаланып жүргөн мензурка да көпчүлүк учурларда ушундай максаттар үчүн колдонулат.

Легендада *таажы жасалган заттын тыгыздыгы таза алтындын тыгыздыгынан кичине экендиги айтылган.* Ошентип устанын айыбы ачылып калган, бирок илимде эң сонун ачылыш пайда болгон.

Ал ачылыштын негизги мазмуну эмнеде?



90-сүрөт.

Алгач суюктуктарга жана газдарга матырылган нерсеге алардын жасаган аракетин карап көрөлү. Түшүнүүгө оңой болсун үчүн негиздери суюктуктун бетине жарыш болгон параллелепипед формасындагы нерсени алып суюктукка салабыз. Ал нерсе суюктуктун ичинде 90-сүрөттөгүдөй абалды ээлейт дейли.

Нерсенин каптал грандарына карама-каршы аракет жасаган күчтөрдүн таасиринде нерсе кысылган абалда болот. Бирок нерсенин жогорку жана төмөнкү грандарына аракет этүүчү күчтөр бирдей эмес. Жогорку гранды бийиктиги h_1 болгон суюктуктун мамычасы F_1 күчү менен жогору жагынан төмөн көздөй басат. Нерсенин төмөнкү гранын бийиктиги h_2 болгон суюктуктун мамычасы F_2 күчү менен жогору көздөй түртөт. h_2 бийиктиги h_1 ден чоң, демек, F_2 күчү F_1 күчүнөн чоң. Ошентип, суюктукка матырылган нерсе суюктук тарабынан $F_2 - F_1$ күчтөрүнүн айырмасына барабар болгон $F_{түрт.}$ күчү менен түртүлөт, башкача айтканда $F_{түрт.} = F_2 - F_1$.

Демек, *суюктукка матырылган нерсеге төмөнтөн жогору карай түртүү күчү аракет этет. Ал күч Архимед күчү деп аталат.* F тамгасы менен белгиленет. $F_{түрт.} = F_A = F_2 - F_1$.

§ 32. Архимед күчүн эсептөө жолу

90-сүрөттөгү суюктукка матырылган параллелепипеддин жогорку жана төмөнкү грандарынын аянттары S_1, S_2 жана аларга жасалган басымдар P_1, P_2.

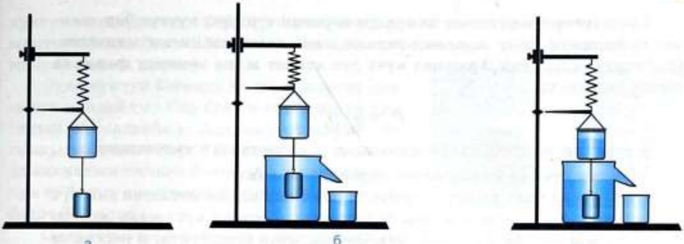
Басымдын формуласы $P = F/S$ болгондуктан, F_1 жана F_2 күчтөрү төмөнкү формулалар аркылуу аныкталат:

$$F_1 = P_1 \cdot S_1 \text{ жана } F_2 = P_2 \cdot S_2.$$

Параллелепипеддин гранына жасаган суунун басымын аныктайлы.

Суунун оордук күчү $F = mg$, $m = \rho \cdot V$ болгондуктан, $F = \rho \cdot V \cdot g$ деп жазабыз. F тин маанисин ордуна койсок: $P = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{S}$ болот. $V = S \cdot h$ экенин колдонсок, анда $P = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho \cdot g \cdot h$

$$\boxed{P = \rho \cdot g \cdot h}$$



91-сүрөт

Суюктуктун ар кандай бийиктиктеги мамычасынын басымы

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 \text{ жана } P_2 = \rho \cdot g \cdot h_2$$

Ал эми $S_1 = S_2 = S$.

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot S - \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot S = \rho \cdot g \cdot S \cdot (h_2 - h_1) = \rho \cdot g \cdot S \cdot h.$$

$S \cdot h = V$ болгондуктан $F_A = \rho \cdot g \cdot V$, мында $\rho \cdot V = m -$ параллелепипеддин көлөмүнө туура келген суюктуктун массасы. Демек, $F_A = mg$.

Жогоруда айтылгандарды тажрыйбада оңой эле текшерүүгө болот. Ал үчүн пружинага кичине чака жана цилиндр формасындагы нерсе илинет. Пружинанын чоюлушу штативдеги жебе аркылуу белгиленип (91а-сүрөт), абада нерсенин салмагын көрсөтүп турат. Нерсени бир аз жогору көтөрүп туруп, анын астына чоргосу ылдый караган идиш коюлат. Ал идиш чоргосуна чейин боёлгон суу менен толтурулган. Андан кийин нерсе бүт бойдон сууга матырылат (91-б сүрөт). Бул учурда идиштеги суунун бир бөлүгү стаканга агып түшөт. Пружинанын көрсөткүчү жогору көтөрүлөт. Анткени нерсеге оордук күчүнөн тышкары, идиштеги суунун түртүү күчү аракет этет. Эгер стакандагы сууну чакага куйсак, ал толот да, пружина баштапкы абалына келет (91-*в* сүрөт). Демек, суюктукка толук матырылган нерсе өз көлөмүнө барабар көлөмдөгү сууну сүрүп чыгарат. Архимед жасаган ачылыштын негизги мааниси ушунда.

Бул тажрыйбанын негизинде төмөнкүдөй жыйынтык чыгат:

> Суюктукка матырылган нерсени жогору түртүүчү күч ал нерсе сүрүп чыгарган суюктуктун салмагына барабар.

Нерсенин салмагы жогортон төмөн карай багытталса, Архимед күчү төмөнтөн жогору карай багытталат. Нерсенин салмагы суюктукка аракет этсе, Архимед күчү суюктук тарабынан нерсеге аракет жасайт.

Суюктуктун же газдын ичиндеги нерсени түртүүчү күчтүн бар экендигин биринчи жолу Архимед тапкан жана анын маанисин эсептеген. Ошондуктан бул күч **Архимед күчү** деп аталат жана төмөнкү формула менен аныкталат:

$$F_A = g \cdot \rho_c \cdot V_н$$

g – эркин түшүүнүн ылдамдыгы, ρ_c – суюктуктун тыгыздыгы,

$V_н$ – суюктукка матырылган нерсенин көлөмү.

Суюктукка матырылган нерсеге карама-каршы багытталган эки күч аракет этет. Алар: *төмөн карай багытталган оордук күчү* жана *жогору карай багытталган Архимед күчү.* Ошондуктан суюктуктагы нерсенин салмагы (P_1) нерсенин вакуумдагы салмагынан (P) Архимед күчүнчө кичине болот, б. а. $P_1 = P - F_A = mg - m_c g = g\,(m - m_c)$.

?

1. Суюктукка матырылган нерсеге түртүү күчү аракет этерине мисал келтиргиле.
2. Суюктукка матырылган нерсеге аракет этүүчү түртүү күчү Паскаль законуна негизделеби же жокпу? Жообуңарды далилдегиле.
3. Архимеддин ачылыш жасоосуна түрткү берген окуя кандайча айтылат?
4. Суюктуктагы түртүү күчүн аныктоочу формула кандайча чыгарылат?
5. Суюктуктун ичиндеги нерсенин түртүү күчүн жөнөкөй тажрыйбада көрсөткүлө.
6. Суюктукка матырылган нерсе кандай көлөмдөгү суюктукту сүрүп чыгарат?
7. Архимед күчү кандайча аныкталат? Аны суюктуктун массасы аркылуу туюнткула.
8. Суюктукка матырылган нерсенин салмагы эмнеге барабар?

§ 33. Нерселердин сууда сүзүү шарттары

Мурдагы параграфта көрсөтүлгөндөй суюктуктун ичиндеги нерсеге оордук күчү жана Архимед күчү аракет этет. Ал күчтөрдүн кайсынысы кичине болсо, нерсе ошол жакка жылат. Мында үч учур болушу мүмкүн:

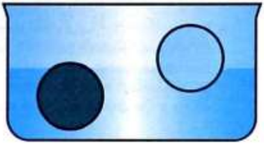
1) эгер нерсенин оордук күчү Архимед күчүнөн чоң ($F > F_A$) болсо, анда нерсе суюктукка чөгөт;

2) эгер нерсенин оордук күчү Архимед күчүнө барабар ($F = F_A$) болсо, анда нерсе суюктуктун ичинде сүзүп жүрөт;

3) эгер нерсенин оордук күчү Архимед күчүнөн кичине ($F < F_A$) болсо, анда нерсе суюктуктун бетинде калкып жүрөт.

Ар кандай нерселердин суюктукта чөгүшү же сүзүп жүрүшү алардын тыгыздыгына көз каранды. Анткени, нерсенин тыгыздыгы ал нерсенин массасына, демек салмагына да жараша болорун билебиз. Эгер катуу нерсенин тыгыздыгы суюктуктун тыгыздыгынан чоң болсо, анда нерсе суюктукта чөгөт. Нерсенин тыгыздыгы суюктуктукунан кичине болсо, суюктукта калкып калат. Ал эми нерсенин тыгыздыгы суюк-

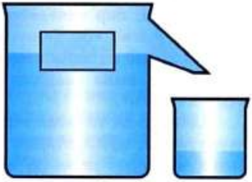
туктун тыгыздыгына барабар болсо, нерсе суюктуктун ичинде тең салмактуу абалда болот. Мисалы, темирдин кесеги сууда чөгүп кетсе, сымапта калкып калат.



92-сүрөт. Сууга матырылган ар кандай тыгыздыктагы заттар.

Суюктуктун бетинде калкып жүргөн нерсенин кандайдыр бир бөлүгү сууга чөгүп турганын байкаганбыз. Анткени нерсенин тыгыздыгы суюктуктун тыгыздыгына караганда канчалык кичине болсо, нерсенин ошончолук аз бөлүгү суюктуктун ичине кирип турган болот (92-сүрөт).

Суюктуктун бетинде сүзүп жүрүүчү нерсеге аракет эткен Архимед күчү эмнеге барабар? Бул суроого жооп берүү үчүн тажрыйбага кайрылалы.



93-сүрөт.

Капталында чоргосу бар идишке суу куюлган. Ал идишке абадагы салмагы белгилүү төрт кырдуу кичинекей жыгач нерсе салынган. Анын кандайдыр бир бөлүгү сууга матырылганда, ал ошончолук көлөмдөгү сууну сүрүп чыгарат (93-сүрөт). Ал суунун көлөмү нерсенин сууга матырылган бөлүгүнүн көлөмүнө барабар. Бул сууну таразага тартып, анын салмагы, б. а. Архимед күчү сүзүүчү нерсеге аракет этүүчү оордук күчүнө же ал нерсенин абадагы салмагына барабар экендиги табылат. Мындан эгер нерсе суюктуктун бетинде сүзүп жүрсө, анда ал тарабынан сүрүп чыгарылган суюктуктун салмагы ал нерсенин абадагы салмагына барабар экендигине ишенүүгө болот. Демек, суюктуктун бетинде сүзүп жүргөн нерсеге суюктук тарабынан анын абадагы салмагына барабар болгон Архимед күчү аракет этет. Бул жыйынтык сууда сүзүүчү кемелерди жасоодо жана алардын кыймылын башкарууда сөзсүз эске алынат. Анткени **кеменин суудагы бөлүгү аркылуу сүрүлүп чыгарылган суунун салмагы, кеменин жүгү менен бирге алгандагы абадагы салмагына барабар.**

Кеменин сууга матырылган бөлүгүнүн терендиги анын тулкусунда **ватер сызыгы** деп аталуучу кызыл сызык менен белгиленет (ватер – голландия сөзү, кыргызча суу дегенди түшүндүрөт). Демек, *ватер сызыгы кеменин кайсы бөлүгүнө чейин суунун көтөрүлөрүн билгизет.* Эгер суунун деңгээли кеменин кызыл сызыгынан жогорулап кетсе, чөгүп кетүү коркунучу туулат.

? 1. Нерселердин суюктукта сүзүүсүнүн кандай шарттары бар?

2. Кайсы учурда нерсе суюктукка чөгүп кетет? Мисал келтиргиле.
3. Кайсы учурда нерсе суюктукта калкып калат? Мисал келтиргиле.
4. Кайсы учурда нерсе суюктуктун ичинде сүзүп жүрөт?
5. Кеменин ватер сызыгы деген эмне? Анын мааниси кандай?
6. Суюктуктун бетинде калкып турган нерсени суюктук кандай күч менен түртөт?
7. Сүзүп жүрүүчү нерсе сүрүп чыгарган суюктуктун салмагы эмнеге барабар?
8. Картөшкө тузсуз сууда чөгүп кетет, ал эми туздуу сууда калкып калат. Тажрыйбада текшерип көргүлө. Эмне үчүн мындай экендигин түшүндүргүлө.
9. Эмне үчүн оор кеме сууда чөкпөйт, ал эми сууга салынган мык чөгүп кетет?

§ 34. Архимед күчү жана аба шарлары

Адам баласы байыркы замандан бери эле сууда сүзгөн сыяктуу асманда учуп жүрүүнү да самашкан. Ал максатты түздөн-түз ишке ашыра албаса дагы, бир нечелеген ой жорууларды, божомолдорду ойлоп табышкан. Алсак «Эр Төштүк» эпосундагы Куюн Маамыт, Алпкаракуш ж. б., кыргыз эл жомокторундагы учуучу килемдер адамдардын асыл тилектерин жана алардын фантазиялык туюмдарын ачык көрсөтөт.

Адамдар ал тилегин ишке ашыруу үчүн ар кандай канаттарды, куйруктарды пайдаланууну сунуш кылышкан. Бирок керектүү натыйжа чыккан эмес. Кийин абада көтөрүлүү үчүн аба шарларын пайдаланышкан. Шар абада көтөрүлсүн үчүн аны абанын тыгыздыгына караганда азыраак тыгыздыкка ээ болгон газ менен толтуруу керек эле. Бул, мисалы, суутек, гелий же ысытылган аба болушу мүмкүн. Көпчүлүк учурларда аба шарларын ысытылган аба менен толтурушат. Мунун ыңгайлуулугу шардын ичиндеги абанын температурасын керектүү учурда атайын түзүлүштүн жардамы менен жөнгө салып турууга мүмкүн экендигинде. Мындай шарлар азыр да илимий экспедицияларда, жер жана деңиз беттерин, жаныбарлардын топтолушун сүрөткө тартуу үчүн колдонулат.

94-сүрөт.

Атмосферанын жогорку катмарларын изилдөө үчүн өлкөнүн ар кайсы пункттарында күн сайын зонд-шарлар деп аталуучу диаметри 1–2 *м* болгон чоң эмес аба шарлары учурулат. Алар 35–40 *км* бийиктикке чейин көтөрүлөт. Бул шарлар абанын басымы, температурасы жана нымдуулугу жөнүндөгү маалыматтарды

радиосигналдар аркылуу Жерге берип турат. Мындай зонд-шар аркылуу алынган маалыматтар аба ырайын алдын ала айтуу үчүн өтө маанилүү.

Аба шары абада өзү гана көтөрүлбөстөн, кошумча жүктөрдү: кабинаны, куралдарды, адамдарды да көтөрө алат (94-сүрөт). Мисалы, ичине гелий толтурулган, көлөмү 40 $м^3$ болгон шар абага учурулду дейли. Шарды толтурган гелийдин массасы

$$m = \rho \cdot V = 0{,}180\frac{кг}{м^3}\cdot 40м^3 = 7{,}2\ кг.$$

Ал эми анын салмагы $P = mg = 9{,}8\ Н/кг \cdot 7{,}2\ кг = 71{,}0\ Н$.

Абада ал шарга аракет этүүчү түртүү күчү 40 $м^3$ көлөмдөгү абанын салмагына барабар, б. а.

$$F = mg = \rho \cdot V \cdot g = 1{,}3\frac{кг}{м^3}\cdot 40м^3 \cdot 9{,}8\frac{Н}{кг} = 510\ Н\ .$$

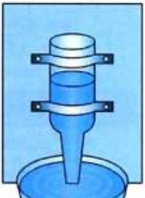
Демек, 40 $м^3$ гелий менен толтурулган шар $510\ Н - 71\ Н = 439\ Н$ салмактагы жүктү көтөрө алат.

Шар жогору көтөрүлгөн сайын ага аракет этүүчү Архимед күчү азая баштайт. Себеби атмосферанын жогорку катмарындагы абанын тыгыздыгы Жер бетиндегиге караганда аз. Ошондуктан улам жогору көтөрүлгөн сайын шардын массасын кичирейтип туруу керек болот. Ал үчүн шар кабинасындагы мүшөккө салынып коюлган кумдан акырындык менен чубуртуп төгүп турушат. Шар өзүнүн керектүү бийиктигине жеткенден кийин аны кайра Жерге түшүрүү үчүн атайын клапандын жардамы менен газдын анча-мынчасын сыртка чыгаруу керек. Бул учурда абанын шарды түртүү күчү азайып, ал акырындык менен төмөн түшө баштайт.

?
1. Аба шарынын атмосферада көтөрүлүшү эмнеге негизделген?
2. Шар абага көтөрүлүш үчүн аны кандай газ менен толтурушат?
3. Суюучу нерсенин суюктукка матырылыш деңгээли анын тыгыздыгына көз карандыбы? Эгер көз каранды болсо, кандайча?
4. Аба шарларын кандай максатта учурушат?

13-көнүгүү.

1. 95-сүрөттө тооктордү автоматтык жол менен сугаруучу түзүлүш көрсөтүлгөн. Анын мойну идиштеги суунун деңгээлинен бир аз төмөн болгондой кылып суусу бар тайпак идишке көңтөрүлгөн. Эмне үчүн бөтөлкөдөн суу төгүлбөйт? Эгер идиштеги суунун деңгээли төмөндөсө же бөтөлкөнүн моюну суудан чыгып калса, анда бөтөл-



95-сүрөт

көдөгү суу куюлуп калат. Эмне үчүн? Мындай түзүлүштү даярдап, аны колдонуп көргүлө.

2. Падыша Гиерондун алтын таажысы абада 20 *Н*, ал эми суудa 18,75 *Н* салмакка ээ деп, таажы жасалган заттын тыгыздыгын аныктагыла. Алтынга күмүш аралашкан деп эсептеп, таажыда канча алтын жана канча күмүш бар экендигин эсептегиле. Алтындын тыгыздыгын 20 000 $кг/м^3$га, күмүштүкүн 10 000 $кг/м^3$га барабар деп тегеректеп алгыла. Таза алтындан жасалган таажынын көлөмү канчага барабар?
3. Нерселердин тыгыздыктары көрсөтүлгөн 2–4-таблицаны пайдаланып, кандай металлдар сымапта калкыйт, кайсылары чөгөрүн аныктагыла.
4. 1 $м^3$ гелий толтурулган шарга аракет этүүчү түртүү күчүн эсептегиле?
5. Көлөмү 30 $м^3$ болгон шар-зонд суутек менен толтурулган. Эгерде шар 10 *км* бийиктикте болсо, анда аны көтөрүүчү күчтү эсептегиле. Атмосферанын тыгыздыгы 0,414 $кг/м^3$.

III глава боюнча негизги материалдар жана алардын өз ара байланыштары

«Катуу нерселердин, газдардын жана суюктуктардын басымы» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант

1.1. Төмөнкү 5 сөздүн кайсынысы физикалык чоңдукту билгизет.
А. Динамометр. Б. Метр. В. Секунда. Г. Басым. Д. Кыймыл.

1.2. Тактайдын жер бетине жасаган басымы *P*га барабар. Тактайдын узундугу *a*, туурасы *в* болсо, анын массасын кантип аныкташат?

А. $m = \frac{Pав}{g}$. Б. $m = \frac{Pав}{P}$. В. $m = \frac{P}{abg}$. Г. $m = \frac{a \cdot b}{\rho \cdot g}$. Д. $m = \frac{Pab}{g}$.

1.3. 200 *Па* басымды *кПа* аркылуу туюнткула.
А. 20 *кПа*. Б. 0,2 *кПа*. В. 20000 *кПа*. Г. 2000 *кПа*. Д. 0,002 *кПа*.

1.4. Газдын басымынын себеби эмнеде?
А. Көлөмүнүн аз болушу. Б. Идиштин формасы.
В. Молекулалардын кыймылы. Г. Газдын түрү. Д. Газдын жыты.

1.5. Ичинде газы бар баллонго дагы газды үйлөтүп киргизсек, басымы кандайча өзгөрөт?
А. Газдын басымы өзгөрбөйт. Б. Азаят. В. Газдын басымы чоңоёт.
Г. Баллондун ички бетине басым жасабайт. Д. Газдын көлөмү азаят.

1.6. Барометр-анероидди 1-кабаттан 10-кабатка көтөрсөк, көрсөтүүсү өзгөрөбү?
А. Өзгөрбөйт. Б. Көрсөтүүсү төмөндөйт. В. Көрсөтүүсү көтөрүлөт.
Г. Эч нерсе көрсөтпөйт. Д. А – Г жооптордун бири да туура эмес.

1.7. Архимед күчүнүн бирдиги кайсы?
А. *Па*. Б. *кПа*. В. *кг*. Г. F. Д. *Н*.

1.8. Паскаль Блез кайсы өлкөнүн окумуштуусу?
А. Франция. Б. Англия. В. Россия. Г. Германия Д. АКШ.

1.9. Архимед кайсы доордо жашаган? — А. V – IX к. Б. 1900–1956-жж.
В. Б. з. ч. 287–212-жж. Г. Б. з. ч. V кылым. Д. XX к. аягы.

1.10. Темир тараза ташын (1) толугу менен суугa, (2) толугу менен керосинге матырышты. Кайсы учурда тараза ташына Архимед күчү көп таасир этет? Суунун тыгыздагы 1000 $кг/м^3$, керосиндин тыгыздыгы 800 $кг/м^3$.

А. (1) учурда 1,25 эсе кичине күч таасир этет. Б. (1) учурда 2,5 эсе кичине күч таасир этет. В. (1) жана (2) учурда бирдей. Г. (2) учурда 1,25 эсе кичине. Д. (2) учурда 2,5 эсе кичине.

2-вариант

2.1. Суюктук мамычасынын басымынын бирдиги кайсы?
А. *Н*. Б. *кг*. В. *кН*. Г. *Па*. Д. *кг/м³*.

2.2. Кайыкка 3 *кН* Архимед күчү аракет жасайт. Аны ньютон аркылуу туюнткула.
А. 0,003 *Н*. Б. 30 *Н*. В. 0,3 *Н*. Г. 3000 *Н*. Д. 3000000 *Н*.

2.3. Столдун үстүндө 3 литрлик 2 банка турат. Анын бири суу менен, экинчиси бал менен толтурулган. Суунун тыгыздыгы 1000 *кг/м³*, балдыкы 1350*кг/м³*. Кайсынысы столго аз басым жасайт?
А. Басымдары бирдей. Б. Суусу бар банка. В. Балы бар банка.
Г. Суусу бар банка столду баспайт. Д. Балы бар банка столду баспайт.

2.4. Оозу тыгын менен бекитилген колбага, тыгын аркылуу газ үйлөтүп киргизди. Колбанын кайсы жеринде газдын басымы чоң болот?
А. Басым тыгынга көп жасалат. Б. Басым колбанын түбүнө көп жасалат. В. Колбанын каптал бетине көп жасалат. Г. Колбанын ичинин бардык жеринде басым бирдей. Д. Газ эч кандай басым жасабайт.

2.5. Баллондон газды чыгарсак, анын басымы кандайча өзгөрөт?
А. Басым өзгөрбөйт. Б. Басым азаят. В. Басым көбөйөт.
Г. Басым турактуу бойдон калат. Д. Билбейм.

2.6. Торричеллинин тажрыйбасындагы сымабы бар түтүктү терең чуңкурга түшүрсөк, сымап мамычасынын бийиктиги кандайча өзгөрөт?
А. Бийиктиги өзгөрбөйт. Б. Бийиктиги азаят. В. Бийиктиги көбөйөт.
Г. Бийиктиги нөлгө барабар болот. Д. А–Г жооптору туура эмес.

2.7. Баллондогу газды ысытсак анын басымы кандайча өзгөрөт?
А. Басым өзгөрбөйт. Б. Басым азаят. В. Басым көбөйөт.
Г. Баллондук бетинде басым байкалбайт. Д. Билбейм.

2.8. Бирдей эки жыгач кубик эки түрдүү суюктукка салынган. Анын бири суюктуктун бетинде калкып турат. Экинчиси жарым-жартылай калкып турат. Кайсы суюктуктун тыгыздыгы чоң?
А. Суюктуктардын тыгыздыгы бирдей. Б. Суюктуктун биреөнүн тыгыздыгы суунукуна барабар. В. Биринчи суюктуктун тыгыздыгы экинчисинен чоң. Г. Экинчи суюктуктун тыгыздыгы биринчисинен чоң. Д. Жоопторго туурасы жок.

2.9. Тоонун чокусуна көтөрүлгөндө атмосфера басымы кандайча өзгөрөт?
А. Өзгөрбөйт. Б. Азаят. В. Көбөйөт. Г. Нөлгө барабар. Д. Билбейм.

2.10. Суутек менен толтурулган көлөмү 30 *м³* аба шары 15 *км* бийиктикке көтөрүлгөн. Эгер ошол бийиктикте шарга таасир эткен Архимед күчү 60 *Н* болсо, абанын тыгыздыгы кандай? Суутектин тыгыздыгы 0,09 *кг/м³*.
А. 2,2 *кг/м³*. Б. 0,22 *кг/м³*. В. 1,3 *кг/м³*. Г. 0,13 *кг/м³*. Д. 0,2 *кг/м³*.

IV глава
ИМПУЛЬС, ЖУМУШ, КУБАТТУУЛУК ЖАНА ЭНЕРГИЯ

§ 35. Нерсенин импульсу

Нерсенин механикалык кыймылы траектория, жол, ылдамдык, ылдамдануу түшүнүктөрү менен мүнөздөлөрүн кинематика бөлүмүнөн окуп-үйрөндүк. Анда кыймылдагы нерсенин массасына көңүл бурган эмеспиз. Динамиканын закондорун окугандан кийин нерсенин кыймылынын ылдамдыгы, ылдамдануусу анын массасына жараша болору белгилүү болду. Төмөнкү мисалга кайрылалы.

Жантык тегиздик боюнча ичине 3 *кг* кум салынган баштыкча 0,5 *м/с* ылдамдык менен жылмышып түшүп келе жатат дейли. Аны жантык тегиздиктин аягында кол менен оңой токтотууга болот. Ал эми ичинде 50 *кг* куму бар кап ошондой эле ылдамдык менен жылып келе жатса, мурдагыдай эле кол менен оңой токтотууга мүмкүн эмес.

Дагы бир мисал келтирели. Массасы 8 *г* коргошун 6 *м/с* ылдамдык менен кыймылдап келе жатса, аны жука кагазды тосуп эле токтотууга болот. Ал эми ошондой эле массадагы коргошун огу 800 *м/с* ылдамдык менен атылса, аны калың тактай менен тосуп да токтотууга болбойт.

Жогоруда келтирилген мисалдар нерсенин массасы менен ылдамдыгынын арасында кандайдыр бир сандык байланыш бар экендигин билгизет. Ушул байланышты мүнөздөө үчүн нерсенин *импульсу* деген чоңдук киргизилген. «Импульс» латын сөзүнөн алынган. Кыргызча которгондо «түртки, козгоо, умтулуу» дегенди түшүндүрөт.

Механикалык кыймылдын сандык ченин мүнөздөөчү физикалык чоңдук **нерсенин импульсу** деп аталат.

Нерсенин импульсу анын массасы менен ылдамдыгынын көбөйтүндүсүнө барабар: $\vec{P} = m\vec{v}$, мында $\vec{p}$ – нерсенин импульсу. Импульс вектордук чоңдук.

СИ системасында нерсенин импульсунун бирдиги үчүн $1\,кг \cdot 1\frac{м}{с}$ алынат. Ал массасы 1 килограмм нерсе секундасына 1 метр жол басып өтөт дегенди билгизет. Эгер нерсенин импульсу $10\,кг \cdot \frac{м}{с}$ болсо, аны бир нече мааниде түшүндүрсө болот. Мисалы:

1) $P = 10\,кг \cdot 1\frac{м}{с}$, массасы 10 *кг* нерсе секундасына 1 *м* жол өтөт.

2) $P = 1\,кг \cdot 10\frac{м}{с}$, массасы 1 *кг* нерсе секундасына 10 *м* жол өтөт;

3) $P = 2\,кг \cdot 5\frac{м}{с} = 10\,кг \cdot \frac{м}{с}$, массасы 2 *кг* нерсе секундуна 5 *м* жол өтөт;

4) $P = 5\,кг \cdot 2\frac{м}{с} = 10\,кг \cdot \frac{м}{с}$, массасы 5 *кг* нерсе секундуна 2 *м* жол өтөт.

Бул мисалда нерселердин массалары жана ылдамдыктары ар башка болгону менен алардын импульстары, б. а. кыймыл чени бирдей.

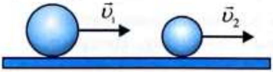
?

1. Импульс деген сөздүн мааниси кандай?
2. Импульстун аныктамасы кандай айтылат?
3. Импульс, масса, ылдамдык чоңдуктарынын арасында кандай байланыш бар?
4. Импульстун бирдиги үчүн эмне алынат?
5. Нерсенин импульсу 18 *кг·м/с* болсо, аны кандайча түшүнөбүз?
6. Жалпыланган планды пайдаланып, импульс түшүнүгүнө мүнөздөмө бергиле.
7. Импульс вектордук чоңдук экенин кантип аныктоого болот?

§ 36. Импульстун сакталуу закону

Жылмакай бет боюнча кыймылдаган эки шарды алалы (96-сүрөт). Алардын биринчисинин массасы m_1, экинчисиники m_2. Ал эми биринчисинин ылдамдыгы υ_1, экинчисиники υ_2. Экинчи шардын ылдамдыгы биринчисиникинен чоң болсо (б. а. $\upsilon_2 > \upsilon_1$), кандайдыр бир убакыттан кийин экинчи шар биринчисин кубалап жетет да, экөө кагылышат. Андан кийин экөөнүн тең ылдамдыктары өзгөрөт (97-сүрөт). Биринчисинин ылдамдыгын u_1, экинчисиникин u_2 менен белгилейбиз. Мында экинчи шардын ылдамдыгы азаят ($\upsilon_2 > u_2$), ал эми биринчи шардыкы чоңоёт ($\upsilon_1 < u_1$). Шарлардын массалары болсо өзгөрүүсүз калат.

Шарлардын кагылышканга чейинки импульстары $P_1 = m_1\upsilon_1$ жана $P_2 = m_2\upsilon_2$. Кагылышкандан кийинки импульстары $P^1_1 = m_1u_1$ жана



96-сүрөт. Жылмакай бет боюнча кыймылдаган шарлар.

97-сүрөт. Экинчи шар биринчи шарды кубалап жеткенде, экөөнүн тең ылдамдыгы өзгөрөт.

$P'_2 = m_2 u_2$. Тажрыйба жана математикалык эсептөөлөр көрсөткөндөй, шарлардын кагылышканга чейинки импульстарынын суммасы кагылышкандан кийинки импульстарынын суммасына барабар. Бул нерсенин *импульсунун сакталуу закону* деп аталат. Бул закон математикалык түрдө төмөнкүчө жазылат:

$$P_1 + P_2 = P_1 + P_2 \quad \text{же} \quad m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2.$$

Маселе чыгаруунун мисалы.

1. Массасы 60 *кг* адам $5 м/с$ ылдамдык менен чуркап келип, массасы 40 *кг*, ылдамдыгы $2 м/с$ арабачага секирип түшүп, андан ары кыймылдарын улантышты. Алардын кийинки ылдамдыгын аныктагыла.

Берилди:

$m_1 = 60$ кг
$v_1 = 5$ м/с
$m_2 = 40$ кг
$v_2 = 2$ м/с

$v - ?$

Формула:

$$m_1 v + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Чыгарылышы:

$$v = \frac{60\,кг \cdot 5\frac{м}{с} + 40\,кг \cdot 2\frac{м}{с}}{60\,кг + 40\,кг} = \frac{380\,кг\frac{м}{с}}{100\,кг} = 3{,}8\frac{м}{с}.$$

Жообу: $v = 3{,}8\frac{м}{с}$.

*** Кошумча окуу үчүн:** *Нерсенин импульсунун сакталуу законунун математикалык жол боюнча чыгарылышы менен таанышкыла.*

Ньютондун үчүнчү закону боюнча шарлардын бири бирине аракет эткен күчтөрү чоңдугу боюнча барабар, ал эми багыттары боюнча карама-каршы:

$$F_1 = -F_2.$$

Эгер Ньютондун экинчи законун эске алсак, биринчи шарга $F_1 = m_1 a_1$ *күчү, ал эми экинчисине* $F_2 = m_2 a_2$ *күчү аракет этет. Шарлардын ылдамдануулары төмөнкүчө аныкталат. Биринчи шардын ылдамдануусу* $a_1 = \frac{u_1 - v_1}{t}$, *экинчисиники* $a_2 = \frac{u_2 - v_2}{t}$. *Эми* a_1 *жана* a_2 *ылдамданууларынын маанисин койсок* $F_1 = m_1\frac{(u_1 - v_1)}{t}$, $F_2 = m_2\frac{(u_2 - v_2)}{t}$; $F_1 = -F_2$ *болгондуктан* $m_1\frac{(u_1 - v_1)}{t} = -m_2\frac{(u_2 - v_2)}{t}$ *же* $m_1(u_1 - v_1) = -m_2(u_2 - v_2)$. *Кашааны ачсак* $m_1 u_1 - m_1 v_1 = -m_2 u_2 + m_2 v_2$ *болот. Шарлардын кагылышканга чейинки импульстарын барабардыктын бир жагына, кагылышкандан кийинкилерин экинчи жагына чогултуп, төмөнкүгө ээ болобуз:*

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2.$$

?
1. Нерсенин импульсунун сакталуу закону кандайча айтылат?
2. Импульстун сакталуу законунун математикалык жазылышы кандай?
3. Импульстун сакталуу законун өз алдыңарча чыгарып көргүлө.
4. Бильярд ойногондогу шарлардын кагылышына байкоо жүргүзгүлө.
5. Жипке байланып, илинип коюлган массалары бирдей эки шарчаны жана бирдей эмес эки шарчаны кагылыштырып көргүлө. Өзүңөр жыйынтык чыгаргыла.

§ 37. Реактивдүү кыймыл

Импульстун сакталуу закону боюнча реактивдүү деп аталган кыймылдын пайда болушу түшүндүрүлөт.

Бир нерсенин курамынан экинчи нерсенин бөлүнүп чыгышы менен пайда болгон кыймыл **реактивдүү кыймыл** деп аталат.

Мисал келтирели. Мемиреп тынч турган көлдүн бетинде кайык турат дейли. Кайыкка майда тоголок таштар жүктөлгөн жана анда бала турат (98-сүрөт). Эгер бала таштардан бирден алып, кайыктын артын көздөй ыргыта баштаса, бир аз убакыттан кийин кайык алдын көздөй жыла баштайт. Кайыктын кыймылы реактивдүү кыймыл болот.

98-сүрөт. Кайык ыргытылган таштардын багытына карама-каршы жылат.

Бакчаны сугаруучу желим түтүк оролуп турганда ал аркылуу суу жиберсек, анын орому жанганын байкайбыз. Анын жанып кетүүсүнүн себеби да суу агымынын таасириндеги реактивдүү кыймыл болот.

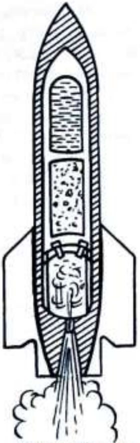
Реактивдүү кыймыл авиатехникада кеңири колдонулат. Орус окумуштуусу К. Э. Циолковский биринчи жолу реактивдүү кыймылдын закондорун изилдеген жана Жерден Күн системасынын башка планеталарына учуучу аппараттын – ракетанын долбоорун иштеп чыккан.

«Ракета» деген сөздү ар ким уккан, ошондой эле ракеталар Жерге жакынкы мейкиндикти жана Күн системасын изилдөө үчүн колдонуларын билишет. Бирок, ракетанын кандай түзүлгөнүн жана кандайча иштерин ар ким эле жакшы биле бербейт.

Жөнөкөй ракета тулкудан жана күйгөн заттын калдыгын андан сыртка ыргытуучу бөлүктөн турат (99-сүрөт).

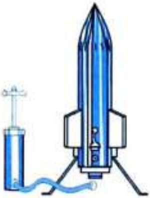
Ракетанын моделинин учушун байкап көрөлү. Ал үчүн оюнчук моделге насос аркылуу аба үйлөтүп, учуруучу түзүлүшкө тикесинен орнотобуз да, анын түбүндөгү клапанды ачабыз (100-сүрөт). Натыйжада ракетанын модели бир аз көтөрүлүп, кайра кырынан жыгылат. Ал бийик

учпайт. Себеби андан чыккан абанын массасы аз болгондуктан, ракетага чоң ылдамдык бере албайт. Тажрыйбаны кайталайбыз. Ал үчүн ракетага теңине чейин суу куюп, насос менен көбүрөөк аба үйлөтөбүз. Андан кийин ракетаны тик багыттап, түбүндөгү тешигин ачабыз. Анда ракетанын түбүнөн аба менен бирге суу да атып чыгат. Бул учурда ракета бир кыйла өйдө көтөрүлүп, оордук күчүнүн таасиринен кайра жерге түшөт. Демек мындан ракетанын моделинен чыккан аба аралаш суунун массасынын жана ылдамдыгынын, ошондой эле алардын импульстарынын да чоң экендиги даана көрүнөт. Ракетадан чыккан аба аралаш суунун импульсу канчалык чоң болсо, ал ракетага карама-каршы багытта ошончо чоң импульс берет. Демек, ракета чоң ылдамдык менен көтөрүлөт.


99-сүрөт. Ракетанын түзүлүшү.

Чыныгы ракеталарда күйүүчү отундар пайдаланылат. 1903-жылы К. Э. Циолковский (1857–1935) космостук учуулар үчүн ракетанын конструкциясын сунуш кылган. Отун катары суюк суутекти (H_2) жана кычкылданткыч катары суюк кычкылтекти (O_2) сунуштаган. 1929-жылы космостук ылдамдыкты жогорулатуу үчүн көп баскычтуу ракетаны түзүүнүн жолун айткан. Ошолордун негизинде СССРде 1957-жылдын 4-октябрында Жердин биринчи жасалма спутниги учурулган. 1961-жылдын 12-апрелинде биринчи космонавт Ю. А. Гагарин (1934–1968) космоско учкан. Космостук ракеталарды иштеп чыгуунун башында академик С. П. Королев (1906–1966) турган. Космоско учкан кыргызстандык биринчи адам – С. Шарипов.

?
1. Реактивдүү кыймыл деген эмне?
2. Кайыктагы бала артты көздөй таштарды ыргытканда кайык алдыга жылат. Эмне үчүн?
3. Реактивдүү кыймылга турмуштан мисалдар келтиргиле.
4. Ракетанын моделинин иштешин түшүндүргүлө.
5. Ракетанын ылдамдыгы эмнеге көз каранды?
6. Космосту өздөштүрүү боюнча маалыматтарды даярдагыла.


100-сүрөт. Ракетанын модели.

§ 38. Механикалык жумуш

Күндөлүк турмушта «жумуш» деген сөздү ар дайым угуп жана колдонуп жүрөбүз. Жумуш – жалпы түшүнүк. Отун жарсак, орок оруп,

чөп жыйнасак, китеп окусак, эсеп чыгарсак – булардын бардыгы эле жумуш. Отурган күзөтчү да жумуш аткарат. Булардын бардыгы жумуштун турмуштук маанисин түшүндүрөт. Бирок турмуштук маанисинен сырткары жумуш илимий мааниге да ээ. **Физика курсунда** биз анын ошол илимий маанисин окуп-үйрөнөбүз.

Жумуш түшүнүгү – кыймыл түшүнүгү менен байланышкан физикалык чоңдук. VII класста механикалык кыймыл окулгандыктан, жумуштун дагы механикалык түрүн карайбыз.

Эгер бир нерсеге экинчи бир нерсе аракет этсе, биринчи нерсе кыймылга келиши, кээ бир учурда тынч абалда калышы да мүмкүн. Мисал келтирели. Электровоздун тартуу күчүнүн натыйжасында поезд жүрөт да, жумуш аткарылат. Жипке илинген кыймылсыз жүккө оордук күчү аракет этет, бирок жүк жылбайт. Бул учурда жумуш аткарылбайт. Демек механикалык жумуш аткарылышы үчүн **нерсеге күч аракет этип, күчтүн багыты боюнча нерсе кыймылга келиши** керек. Бул механикалык жумуштун аткарылышынын негизги шарты болуп эсептелет.

Эгер нерсеге күч жумшалып, бирок нерсе ордунан которулбаса, жумуш аткарылбайт. Ал эми кай бир учурда нерсеге атайын күч аракет этпесе дагы, ал инерция боюнча кыймылга келиши мүмкүн. Бирок бул учурда да жумуш аткарылбайт.

Иш жүзүндө жумуштун чоңдугун эсептей билүүнүн мааниси чоң. **Механикалык жумуштун чоңдугу нерсеге аракет эткен күчтү өтүлгөн жолдун узундугуна көбөйткөнгө барабар.** Жумуш A тамгасы менен белгиленет жана $\boxed{A = F \cdot s}$ формуласы менен аныкталат, мында F – нерсеге аракет эткен күч, s – өтүлгөн жол.

Жумуштун бирдиги англиялык окумуштуу Джоулдун (1818–1889) урматына 1 джоуль деп аталып, 1 Дж деп белгиленет.

1 *джоуль* = 1 *ньютон* · 1 *метр* же 1 *Дж* = 1 *Н · м.*

1 *кДж* (1 *килоджоуль*) = 1000 *Дж.*

Маселе чыгаруунун мисалы.

1. Терендиги 10 *м* кудуктан массасы 15 *кг* сууну чака менен тартып алууда адам канча жумуш аткарат?

Берилди:	*Формула:*	*Берилди:*
$s = 10\ м$ $m = 15\ кг$ $g \approx 10\,\frac{м}{с^2}$	$A = F_0 \cdot s$ $F_0 = m \cdot g$ $A = m \cdot g \cdot s$	$A = 15\ кг \cdot 10\,\frac{м}{с^2} \cdot 10\ м = 1500\ Н \cdot м = 1500\ Дж.$
A — ?		**Ж о о б у:** $A = 1500$ *Дж.*

2. Жүк көтөрүүчү кран көлөмү 2 $м^3$ контейнердеги бышкан кышты 40 $с$ көтөрөт. Эгер көтөрүү ылдамдыгы 0,25 $\frac{м}{с}$ болсо, кран кандай жумуш аткарат? Бышкан кыштын тыгыздыгы 1800 $\frac{кг}{м^3}$.

Берилди:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$V = 2\ м^3$	$A = F_0 \cdot s$	$A = 1800\ кг \cdot 2 м^3 \cdot 10 \frac{м}{с^2} \cdot 0{,}25 \frac{м}{с} \cdot 40\ с =$
$t = 40\ с$	$F_0 = m \cdot g$	$= 360000\ Дж$
$\upsilon = 0{,}25 \frac{м}{с}$	$m = \rho \cdot V$	
$\rho = 1800 \frac{кг}{м^3}$	$F_0 = \rho \cdot V \cdot g$	
$g \approx 10 \frac{м}{с^2}$	$h = \upsilon \cdot t$	Ж о о б у: $A = 360\ кДж$.
A — ?	$A = \rho \cdot V \cdot g \cdot \upsilon \cdot t$	

?

1. Механикалык жумуштун аткарылышынын негизги шарты кайсы?
2. Жумуш кайсы тамга менен белгиленет жана кандай формула менен аныкталат?
3. Жумуштун бирдиги эмне?
4. 10 *кДж* канча джоулга барабар?
5. Үйдүн дубалын кандайдыр бир күч менен түртсөк, жумуш аткарылабы?
6. Массивдүү шар тик төмөн түшүп келе жатат. Анын оордук күчү жумуш аткарабы?

§ 39. Кубаттуулук

Адамзаттын тарыхында, адамдын бирден бир максаты өзүнүн жумуш аткаруу жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу болуп келген. Жумуш аткарууну жеңилдетүү боюнча ар кандай түзүлмөлөрдү, механизмдерди ойлоп табышкан. Кийинки кездерде көп түрдүү машинелер кеңири колдонулууда. Алсак, жеңил автомобилдер чуркоо боюнча дүйнөнүн чемпионунун ылдамдыгынан бир нече эсе чоң ылдамдык менен кыймылдоого мүмкүндүк берет. Адам канча иштемчил болбосун, экскаватор топуракты андан көп эсе тез казып алат. Көтөрүүчү кран эң күчтүү адамга караганда он, жүз эсе оор жүктөрдү көтөрөт ж. б. Мына биз санаган учурлардын бардыгында жумуштун аткарылышы гана эмес, ал жумуштун канчалык тез жана көп аткарылышы маанилүү болуп жатат. Ошондуктан жумуштун убакыт ичинде мүмкүн болушунча тез аткарылышын мүнөздөө үчүн **кубаттуулук** деген атайын чоңдук киргизилет.

Кубаттуулук – жумуш аткаруунун тездигин мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Кубаттуулуктун чоңдугу аткарылган жумуштун убакытка болгон катышына барабар.

Кубаттуулук N тамгасы менен белгиленет, ал $N = \frac{A}{t}$ формуласы менен аныкталат. Кубаттуулуктун бирдиги үчүн *ватт* алынат. Ал дүйнөдө биринчи жолу буу машинесин ойлоп тапкан англиялык окумуштуу Уаттын (1736–1819) урматына кабыл алынган. Анын сан мааниси төмөнкүчө аныкталат: 1 *ватт* = 1 *джоуль*/1 *секунда*, же 1 *Вт* = 1 *Дж/с*.

Бул 1 секунда ичинде 1 *Дж* жумуш аткарган түзүлүштүн кубаттуулугун билгизет. Эгер ал түзүлүш 1 секундда 10 *Дж* жумуш аткарса, анын кубаттуулугу 10 *Вт*ка барабар.

Иш жүзүндө кубаттуулуктун бир кыйла чоң бирдиктери пайдаланылат. Алар: киловатт (*кВт*), мегаватт (*МВт*) ж. б.

1 *кВт* = 1000 *Вт*, 1 *МВт* = 1 000 000 *Вт*.

Адам өз турмушунда ар кандай кыймылдаткычтарды колдонот. Алар кыймылдын түрүнө жараша механикалык, жылуулук, электрдик, атомдук болуп бөлүнүп, ар кандай кубаттуулукка ээ болушат.

Нормалдуу шартта иштеген адам орточо 70–80 *Вт* кубаттуулукка ээ. Ал эми адам секиргенде, тепкичтер боюнча чуркаганда кубаттуулугун 700 *Вт*ка жеткирет, айрым учурда андан да чоң болушу мүмкүн.

Төмөнкү таблицада айрым кыймылдаткычтардын кубаттуулугу көрсөтүлгөн.

Кыймылдаткычтын түрү	Кубаттуулугу (*кВТ*)	Кыймылдаткычтын түрү	Кубаттуулугу (*кВТ*)
«Волга» автомобили	70	АН-2 самолётунуку	740
ТЭ10Л тепловозу	2200	«Сибирь» муз жаргычынын атомдук кыймылдаткычы	55200
Ми-8 вертолётунуку	2200		

Кыймылдаткычтын кубаттуулугун билип, анын кандайдыр бир убакыт ичинде аткарган жумушун эсептөөгө болот:

$N = \frac{A}{t}$ формуласынан $A = N \cdot t$ келип чыгат.

Эгер $A = F \cdot s$ экендигин эске алсак, $N = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot \upsilon$. Демек, нерсеге аракет эткен күч жана нерсенин ылдамдыгы белгилүү болсо, кубаттуулукту эсептөөгө болот экен.

Маселе чыгарууга мисалдар:

1. Тепловоздун тартуу күчү 100 *кН*. Эгер бир калыпта түз сызыктуу кыймылдап, бир минутада 600 *м* жолду өтсө, кубаттуулугун аныктагыла?

Берилди:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$F = 100\,000\ Н$ $t = 60\ с$ $s = 600\ м$	$N = \frac{A}{t}$ $A = F \cdot s$ $N = \frac{F \cdot s}{t}$	$N = \frac{100\,000\ Н \cdot 600\ м}{60\ с} =$ $= 1000\,000 \frac{Дж}{с} = 1000\ кВт$
$N - ?$		*Жообу*: $N = 1000\ кВт$.

2. Кубаттуулугу 5 *кВт* көтөрүүчү кран жүктү бир калыпта $0{,}1\frac{м}{с}$ ылдамдык менен көтөрөт. Жүктүн массасын тапкыла.

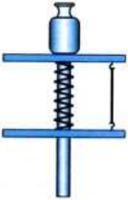
Берилди:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$N = 5000\ Вт$ $\upsilon = 0{,}1\frac{м}{с}$ $g \approx 10\frac{м}{с^2}$	$N = \frac{A}{t};\ A = F \cdot s$ $N = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \upsilon$ $F = mg;\ N = mg\upsilon$ $m = \frac{N}{g \cdot \upsilon}$	$m = \frac{5000\ Вт}{10\frac{м}{с^2} \cdot 0{,}1\frac{м}{с}} = 5000 \frac{Дж}{с \cdot \frac{м}{с^2} \cdot \frac{м}{с}} =$ $= 5000 \frac{Н \cdot м}{\frac{м^2}{с^2}} = 5000 \frac{кг\frac{м}{с^2} \cdot м}{\frac{м^2}{с^2}} = 5000\ кг.$
$m - ?$		Ж о о б у: $m = 5000\ кг.$

1. Кубаттуулук эмнени мүнөздөйт?
2. Кубаттуулукту кантип аныктайбыз?
3. Нормалдуу шартта иштеген адам кандай кубаттуулукка ээ?
4. 1 *Вт* кубаттуулуктун физикалык мааниси эмнеде? Кубаттуулугу 15 *Вт* түзүлүш убакыт бирдигинде кандай чоңдуктагы жумуш аткарат?

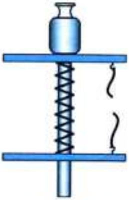
§ 40. Энергия. Механикалык энергия

Биз механикалык кыймылды мүнөздөгөн бир нече чоңдук менен тааныштык. Алар жол, ылдамдык, ылдамдануу, импульс, жумуш, кубаттуулук ж. б. Булардын ичинен кыймылдын бир түрдөн экинчи түргө өтүүсүн жумуш түшүнүгү мүнөздөйт. Ошондуктан кайсы учурда нерсе жумуш аткарууга жөндөмдүү боло алат деген суроо туулат. Чынында эле нерсе кандай шартта жумуш аткаруу мүмкүнчүлүгүнө ээ?

Жумуш аткарууга жөндөмдүү болгон нерселер энергияга ээ болот деп айтабыз. Нерсе канчалык чоң жумуш аткарса, ал ошончолук чоң **энергияга** ээ болот. Мындан кубаттуулугу чоң болгон нерселердин энергиясы

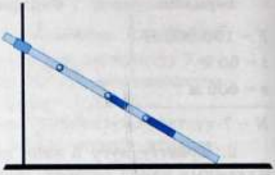


101-сүрөт.



102-сүрөт.

да чоң болору келип чыгат. Албетте, энергия биз үчүн жаңы сөз эмес. Күч, жумуш сыяктуу эле ал да дайыма колдонулуп жүрөт. Бирок энергия түшүнүгүнүн илимий мазмуну кандай экени бизге белгисиз.



103-сүрөт. Болот шар тоголонуп келип, цилиндрди жылдырат.

«Энергия» деген термин грек сөзүнөн алынган. Бизче «ишкердик», «иштөөчү күч» дегенди билгизет. Энергия материянын негизги мүнөздөмөлөрүнүн бири, б. а. импульс сыяктуу материянын кыймылынын чени. Муну кандайча түшүнсө болот? Ал үчүн төмөнкү тажрыйбаларга токтолобуз.

101-сүрөттө жыйрылган пружинанын үстүндөгү тактайчага жүк коюлган. Эгер пружинаны жыйрылган абалда кармап турган жипти күйгүзүп жиберсек, пружина жазылып, жүктү кандайдыр бийиктикке көтөрөт (102-сүрөт). Бул учурда пружина белгилүү бир жумуш аткарат. Демек, кысылган пружина жумуш аткаруу жөндөмдүүлүгүнө, б. а. энергияга ээ болот.

Жерден жогору көтөрүлүп турган кыймылсыз жүк жумуш аткарбайт, бирок ал жүк жерге түшүп кетсе, анда жумуш аткарылат. Демек жер бетинен кандайдыр бир бийиктикке көтөрүлгөн нерсе да жумуш аткаруу мүмкүнчүлүгүнө, б. а. энергияга ээ.

Жумуш аткаруу жөндөмдүүлүгүнө бардык кыймылдагы нерселер да ээ болот. Мисалы, 103-сүрөттөгүдөй жантык ноо алып, анын орто жерине алюминий цилиндрди коёбуз. Эгер ноонун жогорку чекитинен болот шарды тоголотуп түшүрсөк, ал өз жолундагы цилиндрди кандайдыр бир аралыкка жылдырып, жумуш аткарат. Демек ноо боюнча кыймылдап келе жаткан шар да энергияга ээ болот.

Жогорудагы тажрыйбалар көрсөткөндөй энергия түшүнүгү жумуш менен тыгыз байланышкан. Жумуш аткарылганда нерсенин энергиясы өзгөрөт. Аткарылган жумуш энергиянын өзгөрүшүнө барабар. Ошондуктан энергиянын да, жумуштун да бирдиги үчүн 1 джоуль (*Дж*) алынат. Бул чоңдуктардын физикалык мааниси кыймылдын башка түрлөрүн жана алардын бири бирине айланышын окуганда дагы бекемделет.

Демек, энергия – нерсенин кандай жумуш аткара ала тургандыгын мүнөздөөчү физикалык чоңдук. Нерсе канчалык чоң жумуш аткарса, анын энергиясы да ошончолук көп болот.

Нерсенин кыймылы учурундагы же алардын өз ара жайгашуусу боюнча аныкталуучу энергия механикалык энергия деп аталат.

Жогоруда келтирилген кысылган пружинанын жана ноо боюнча кыймылдаган болот шардын энергиясы механикалык энергиянын мисалдары болот.

Механикалык энергия потенциалдык жана кинетикалык энергия болуп эки түргө бөлүнөт.

?
1. Нерсе кайсы учурда энергияга ээ болот деп айта алабыз?
2. Жумуш менен энергиянын өз ара байланышына мисал келтиргиле.
3. Энергиянын өзгөрүшү эмнеге барабар?
4. Жумуштун жана энергиянын бирдиктери кайсы?
5. Механикалык энергия деген эмне?
6. Механикалык энергияга мисалдар келтиргиле.

§ 41. Потенциалдык энергия

Мурда белгиленгендей нерсенин механикалык энергиясы алардын өз ара жайгашуу абалы жана кыймылы боюнча аныкталат.

Нерселердин же алардын бөлүктөрүнүн өз ара абалдары менен аныкталуучу энергия потенциалдык энергия деп аталат. «Потенция» латын сөзү. Бизче мүмкүнчүлүк дегенди билгизет.

Жер бетинен көтөрүлгөн нерсе, кысылган же чоюлган пружина, ийилген болот сызгыч, жаанын чоюлган жиби потенциалдык энергияга ээ. Аларды карап көрөлү.

Жерден кандайдыр бир бийиктикке көтөрүлгөн нерсенин потенциалдык энергиясынын чоңдугу анын жерге жакын же алыс жайгашканына көз каранды. Нерсе жер бетинен канча жогору көтөрүлсө, анын потенциалдык энергиясы ошончолук чоң болот (104-сүрөт).

$$E_{п_1} > E_{п_2} > E_{п_3} > \ldots$$

Ал эми жер бетинде турган нерсенин потенциалдык энергиясы нөлгө барабар деп эсептелинет:

$$E_{п5} = 0.$$

104-сүрөт. Ар бир чекитте шардын потенциалдык энергиясы ар башка.

Жерден өйдө көтөрүлгөн нерсенин потенциалдык энергиясы, ал нерсе жерге түшкөндө аткарылуучу жумушка барабар. Ал эми h бийиктигине көтөрүлгөн нерсе жерге түшкөндө $A = F \cdot h$ жумушун аткарат. Мында F нерсенин тартылуу же салмак күчү болгондуктан, $F=P$, андан $F=mg$ деп алабыз. Демек, бул учурда нерсенин потенциалдык энергиясы E да төмөнкүгө барабар болот:

$$E = F \cdot h \text{ же } E = mgh.$$

Нерсенин жерге карата жайгашуусуна жараша анын энергиясы да ар түрдүү болот жана алар ар кандай максатта колдонулат. Мисалы, гидроэлектр станцияларда электр энергиясын алуу үчүн суунун потенциалдык энергиясы колдонулат. Ал үчүн дарыяларга тогоондорду (плотиналарды) куруп, суунун деңгээлин жогору көтөрүшөт. Андан түшкөн суу станциядагы зор бараларды (трубиналарды) кыймылга келтирип жумуш аткарат. Натыйжада электр тогу алынат.

Жаа аткан адам анын жибин чоюп, кандайдыр бир өлчөмдө жумуш аткарат. Чоюлган жип потенциалдык энергияга ээ болот да, аны коё бергенден кийин, жебени жылдырып, ошондой эле жумуш аткарат. Эшиктин каалгасы ар дайым жабылып турсун үчүн анын ички бети менен кашектин ортосуна пружина орнотулат. Эшикти ачып кайра жапкан учурда да жогоркудай кубулуш байкалат.

Жыйрылган же толгонгон пружиналардын потенциалдык энергиясы механикалык жол менен иштөөчү кол сааттарда, өзү жүрүүчү оюнчук машиналарда колдонулат.

Спортчулар сууга секирүү үчүн ийилчээк, солкулдак тактаналарды пайдаланышат.

Жаанын жибинин керилишинде, пружинанын чоюлушунда же кысылышында, серпилгичтүү тактанын ийилишинде потенциалдык энергия пайда болорун билдик. Буларга мүнөздүү болгон кубулуш – күчтүн аракети менен алардын формасынын өзгөрүшү, б. а. деформацияланышы.

Демек, деформацияланган серпилгичтүү нерселер потенциалдык энергияга ээ болушат.

Ушундай эле энергияга кысылган газ да ээ. Жылуулук кыймылдаткычтарында, жол куруу жана аска-тоолорду тешүү учурунда кысылган газдын колдонулушу анын ушул касиетине негизделген.

Маселе чыгаруунун мисалы:

1. Курулушка арналган блок Жердин бетинен 15 *м* бийиктикте 1500 *кДж* потенциалдык энергияга ээ. Анын массасы канча?

Берилди:	*Формула*:	*Чыгаруу*:
$h = 15$ м $E_п = 1500\,000$ Дж $g \approx 10 \frac{м}{с^2}$ $m - ?$	$E_п = mgh$ $m = \frac{E_п}{g \cdot h}$	$m = \frac{1\,500\,000 \text{ Дж}}{10 \frac{м}{с^2} \cdot 15 \text{ м}} = 10$ т. *Жообу*: $m = 10$ т.

2. Массасы 0,25 *кг* нерсени жогору ыргытышты. Кандай бийиктикте анын потенциалдык энергиясы 25 Джоулга барабар болот?

Берилди:	*Формула:*	*Чыгаруу:*
$m = 0{,}25\ кг$ $E_п = 25 Дж$ $g \approx 10\frac{м}{с^2}$ $h - ?$	$E_п = mgh$ $h = \frac{E_п}{mg}$	$h = \frac{25\ Дж}{0{,}25\ кг \cdot 10\frac{м}{с^2}} = \frac{25\ Н \cdot м}{2{,}5\ Н} = 10\ м.$ *Жообу*: $h = 10\ м.$

1. Потенциалдык энергия деген эмне?
2. Потенциалдык энергияга ээ болгон нерселерге мисалдар келтиргиле.
3. Деформацияланган пружинанын потенциалдык энергиясы кайда колдонулат?
4. Жерден жогору көтөрүлгөн нерсенин потенциалдык энергиясы эмнеге барабар?
5. Кайсы учурда нерсенин потенциалдык энергиясы нөлгө барабар деп айтабыз?

§ 42. Кинетикалык энергия

Кыймылдагы нерселердин энергиясы кинетикалык энергия деп аталат. Бул гректин **кинема – кыймыл** деген сөзүнөн алынган.

Кинетикалык энергия эмнеге көз каранды? Анын чоңдугу эмнеге барабар? Бул суроого жооп берүү үчүн 103-сүрөттө көрсөтүлгөн тажрыйбага кайрылабыз. Андагы шарды жана цилиндрди өзгөрүүсүз калтырып, жантык ноонун штативге бекиген учунун бийиктигин өзгөртөбүз.

Штативге бекитилген жантык ноо боюнча шарды коё беребиз. Шар цилиндрге урунуп аны, l_1 аралыгына жылдырат. Эгер ноону бир аз бийиктетип туруп, тажрыйбаны кайталасак, шар цилиндрди l_2 аралыгына жылдырат. Эки учур үчүн цилиндрдин которулуу аралыктарын өлчөсөк $l_2 > l_1$ экендигин көрөбүз. Демек бир эле шар ар кандай бийиктиктен түшкөндө ар башка кинетикалык энергияга ээ болот. Анткени шар түшкөн бийиктик жогорулаган сайын, шардын ылдамдыгы чоңоёт. Мындан **нерсенин кинетикалык энергиясы анын кыймылынын ылдамдыгына көз каранды** деген жыйынтык келип чыгат.

Эми ушул эле тажрыйбаны башкача мүнөздө аткаралы. Ноонун бийиктигин туруктуу калтырып, шарды тоголотобуз. Цилиндр которулган l_1 аралыгын өлчөп алабыз. Экинчи учурда массасы биринчи шарга караганда эки эсе чоң болгон шарды тоголотобуз. Анда цилиндрдин которулуу аралыгы l_2 да эки эсе чоңойгонун көрөбүз. Демек **нерсенин кинетикалык энергиясы анын массасына да көз каранды.**

Жогоруда келтирилген тажрыйбаларды жыйынтыктап, төмөнкүгө ээ болобуз. Нерсенин кинетикалык энергиясы анын массасына жана ылдамдыгына көзкаранды. Бул математикалык түрдө

$$E_к = \frac{m\upsilon^2}{2} \text{ деп жазылат.}$$

Бул формуланын келип чыгышы менен кийинки класстарда таанышабыз.

Маселе чыгарууга мисалдар:

1. $72\,\frac{км}{саат}$ ылдамдык менен кыймылдаган нерсенин кинетикалык энергиясы 600 *Дж*. Анын массасын тапкыла?

Берилди:

$\upsilon = 72\frac{км}{саат} = 20\frac{м}{с}$

$E_k = 600\ Дж$

$m - ?$

Формула:

$E_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$

$m = \frac{2E_k}{\upsilon^2}$

Чыгаруу:

$$m = \frac{2\cdot 600\ Дж}{400\,\frac{м^2}{с^2}} = 3\frac{Н\cdot м}{\frac{м^2}{с^2}} = 3\frac{кг\frac{м^2}{с^2}}{\frac{м^2}{с^2}} = 3\ кг.$$

Ж о о б у: $m = 3$ *кг.*

2. Массасы 10 *г* окту атканда, ал 3200 *Дж* кинетикалык энергияга ээ болду. Октун ылдамдыгы эмнеге барабар?

Берилди:

$m = 0{,}01\ кг$

$E_k = 3200\ Дж$

$\upsilon - ?$

Формула:

$E_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$

$\upsilon^2 = \frac{2E_k}{m}$

Чыгаруу:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\cdot 3200}{0{,}01}}\ \frac{м}{с} = \sqrt{\frac{6400}{0{,}01}}\ \frac{м}{с} = \sqrt{640000}\ \frac{м}{с} = 800\frac{м}{с}.$$

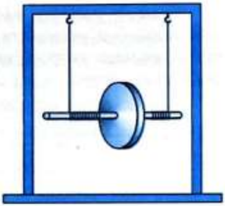
Жообу: $\upsilon = 800\frac{м}{с}$.

?
1. Кинетикалык энергия деген эмне?
2. Кинетикалык энергия эмнеге көз каранды?
3. Кайсы учурда нерсенин кинетикалык энергиясы нөлгө барабар болот?
4. Кинетикалык энергияга ээ болгон нерселерге мисал келтиргиле.

§ 43. Механикалык энергиянын бир түрдөн экинчи түргө айланышы. Энергиянын сакталуу закону

Жаратылышта, техникада жана күндөлүк турмушта механикалык энергия бир түрдөн экинчи түргө өтүп турган учурларын көп эле байкайбыз. Тактап айтсак, нерсенин потенциалдык энергиясы кинетика-

лык энергияга жана тескерисинче нерсенин кинетикалык энергиясы потенциалдык энергияга айланып турат.



105-сүрөт. Максвелл маятниги

Механикалык энергиянын бир түрдөн экинчи түргө айланышын тажрыйбада 105-сүрөттөгү куралдын жардамы менен байкоо ыңгайлуу. Ортосу көзөнөк жыгачтан же органикалык айнектен жасалган диск жумуру окко бекитилген. Октун эки учуна жип байланып, алар куралдын жогорку бөлүгүнө бекитилген. Бул курал **Максвелл маятниги** деп аталат. Эгер дисканы жогору көтөрсөк, жип анын огуна түрүлөт. Диск улам жогорулаган сайын потенциалдык энергиясы көбөйүп отурат. Эгер дисканы коё берсек, анда ал айлануу менен төмөн түшө баштайт. Качан диск өзүнүн эң төмөнкү чекитине жеткенде, аз убакытка токтоп, кайра көтөрүлө баштайт. Бул кубулушту кантип түшүндүрсө болот?

Диск төмөн түшө баштаганда жерге уламдан-улам жакындап, потенциалдык энергиясы азаят. Бирок, анын кинетикалык энергиясы эң ылдыйкы чекитте өзүнүн эң чоң маанисине жетет. Демек дисканын потенциалдык энергиясы, анын кинетикалык энергиясына айланат. Ошол кинетикалык энергиянын эсебинен кайра жогору көтөрүлөт. Жогору көтөрүлүү учурунда, тескерисинче, дисканын кинетикалык энергиясы азайып, потенциалдык энергиясы чоңоё баштайт. Бирок диск мурдагы көтөрүлгөн бийиктигине жете албайт. Анткени дисканын жалпы энергиясынын бир бөлүгү сүрүлүү күчүнө каршы жумуш аткарууга сарпталат. Ошентип диск бир нече жолу өйдө көтөрүлүп, кайра түшө берет. Бул тажрыйбада диск төмөн карай түшкөндө анын потенциалдык энергиясы кинетикалык энергияга, ал эми анын жогору карай көтөрүлүшүндө кинетикалык энергия потенциалдык энергияга айланары көрүнүп турат.

Механикалык энергиянын бир түрдөн экинчи түргө айланышы серпилгич нерселердин башка нерселер менен аракеттенишүүсүндө, мисалы, резина тобунун жерге урулушунда да байкалат. Мисалы, резина тобун бала кандайдыр бир бийиктиктен жерге урганда ал кинетикалык энергияга ээ болуп, жерге тийип деформацияланат да, анын эсебинен жогору көтөрүлөт. Бул учурда топтун кинетикалык энергиясы, анын потенциалдык энергиясына өтөт. Ал улам көтөрүлүп, кайра түшүп, кайра көтөрүлүп турат. Мындай учур ар бирибизге белгилүү жана ар дайым көрүп, билип жүрөбүз.

Жаанын жибине жебенин бир учун такап туруп чойгондо, жип потенциалдык энергияга ээ болот. Чоюлган жипти коё бергенде, анын потенциалдык энергиясы жебенин кинетикалык энергиясына өтүп, алдыга учуп кетет.

Нерсенин потенциалдык жана кинетикалык энергияларынын суммасы анын толук механикалык энергиясы деп аталат:

$$E = E_п + E_к.$$

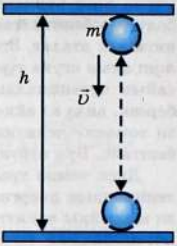
Эми энергиянын айлануусун жана нерсенин толук механикалык энергиясынын сакталышын математикалык жол менен далилдеп көрөлү. Ал үчүн 106-сүрөттөгү шар h бийиктигиндеги A чекитинде кармалып турат дейли. Бул чекитте шардын толук энергиясы

$$E = E_п + E_к.$$

A чекитинде шардын потенциалдык энергиясы

$$E_п = mgh.$$

Бул чекитте нерсе кыймылсыз тургандыктан, анын ылдамдыгы нөлгө барабар. Демек $E_к = 0$. Анда $E = E_п + 0$; $E = mgh$.



106-сүрөт. Шар A чекитинен B чекитине түшкөндө анын механикалык энергиясы сакталабы?

Эми нерсе B чекитине кулап түшкөндөгү толук энергиясын эсептейли. Нерсе B чекитине келген убакта анын потенциалдык энергиясы кинетикалык энергияга толук өтөт. Демек анын ылдамдыгы максималдуу мааниге ээ болот.

Нерсенин толук энергиясы мурдагыдай эле

$$E = E_п + E_к, \text{ же } E = mgh + mv^2/2.$$

Мында $h = 0$ болгондуктан, $E_п = 0$. Анда $E = mv^2/2$. Мурда белгилүү болгондой $v^2 = 2gh$. Эгер v^2 чоңдугунун маанисин ордуна койсок, анда

$$E = m2gh/2 = mgh.$$

Демек шардын B чекитиндеги кинетикалык энергиясынын мааниси, анын A чекитиндеги потенциалдык энергиясынын маанисине барабар. Бул энергиянын бир түрдөн экинчи түргө айланышын мүнөздөйт да, *энергиянын сакталуу закону* деп аталат. Анын эрежеси:

Нерсенин толук механикалык энергиясы жоголбойт жана жоктон пайда болбойт, ал бир түрдөн экинчи түргө гана өтүп турат.

Энергиянын сакталуу жана айлануу законунун ачылышы улуу орус окумуштуусу М. В. Ломоносовдун (1711–1765) ысмы менен байланыштуу. Андан жүз жылдан кийин Р. Майер (1814–1878), Дж. Джоуль (1818–1889), Э. Х. Ленц (1804–1865), Г. Гельмгольц (1821–1894) ж. б. энергиянын сакталуусун жана айлануусун жаратылыштын жалпы закону катары далилдешкен.

Маселе чыгаруунун мисалы. 30 *м* бийиктиктен баштапкы ылдамдыгы $10\frac{м}{с}$ менен ыргытылган нерсенин Жерге түшкөндөгү ылдамдыгын тапкыла.

Берилди:

$h = 30$ *м*

$\upsilon_0 = 10\frac{м}{с}$

$g \approx 10\frac{м}{с^2}$

$\upsilon - ?$

Маселе чыгарууга көрсөтмө: Бул маселени чыгаруу үчүн механикалык энергиянын сакталуу жана айлануу законун колдонуу керек.

Алгач нерсенин 30 *м* бийиктиктеги потенциалдык энергиясын табабыз. $E_п = mgh$. Аны ошол бийиктиктен тик ылдый ыргытканда потенциалдык энергиясы акырындык менен кинетикалык энергияга өтүп олтурат. Анын потенциалдык энергиясы 30 *м* бийиктикте максималдуу мааниге ээ болсо, жерге түшкөндө нөлгө барабар. Ал эми жер бетинде кинетикалык энергия максималдуу мааниге ээ болот. Кинетикалык энергия $E_К = \frac{m(\upsilon^2 - \upsilon_0^2)}{2}$ формуласы менен аныкталат.

Энергиянын айлануу закону боюнча нерсенин h бийиктигиндеги потенциалдык энергиясы кыймылдын акырында толук бойдон кинетикалык энергияга өтөт. $E_п = E_к$.

Эгер алардын маанисин койсок: $mgh = \frac{m(\upsilon^2 - \upsilon_0^2)}{2}$

$2mgh = m(\upsilon^2 - \upsilon_0^2)$, $2gh = \upsilon^2 - \upsilon_0^2$, $\upsilon^2 = \upsilon_0^2 + 2gh$

$$\upsilon^2 = 100\frac{м^2}{с^2} + 2 \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot 30\ м = 700\frac{м^2}{с^2}; \quad \upsilon = \sqrt{700\frac{м^2}{с^2}} \approx 26{,}45\frac{м}{с}.$$

Ж о о б у: $\upsilon = 26{,}45\frac{м}{с}$.

?

1. Нерсенин толук механикалык энергиясы эмнеге барабар?
2. Механикалык энергиянын бир түрдөн экинчисине айлануусуна мисал келтиргиле.
3. Механикалык энергиянын сакталуу законунун формуласы кандайча жазылат?
4. Энергиянын сакталуу законунун эрежеси кандайча айтылат?

§ 44. Энергиянын турмуш-тиричиликте пайдаланылышы

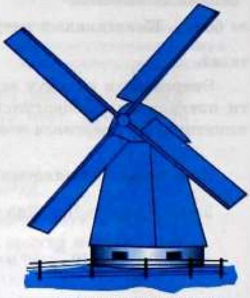
Механикалык энергия адам баласынын турмушунда, өнөр жай жана айыл чарба өндүрүшүндө кенири колдонулат. Мындай энергиянын булагы болуп жерден өйдө көтөрүлгөн катуу нерселердин жана суюктуктардын энергиясы, кысылган суюктуктун жана газдын, кысылган же чоюлган серпилгич нерселердин, кыймылдагы абанын (шамалдын) энергиялары эсептелет. Алардын айрымдарынан мисал келтирели.

Кысылган газдын потенциалдык энергиясы жылуулук кыймылдаткычтарында колдонулат. Кен казуу өнөр жайларында, жол курууда, катуу жерлерди талкалап тешүүдө пневматикалык түзүлүштөр колдонулат. Андагы энергиянын булагы болуп кысылган газ эсептелет.

Жыйрылган же толгонгон пружиналардын энергиясы, мисалы, механикалык кол сааттарда жана бурап кыймылга келтирилүүчү ар кандай оюнчук машиналарда, атуучу оюнчуктарда колдонулат.

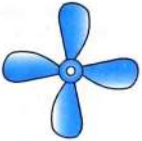
Кыймылдагы аба да кинетикалык энергияга ээ болот. Ошондуктан катуу шамал топуракты, чөп-чарды жана майда шагылды учуруп кетерин көп жолу байкаганбыз. Шамалдын энергиясын да адамдар өз турмушунда пайдаланышат. Анын натыйжалуу жолу – *жел тегирмен.*

Жел тегирмен дайыма шамал болуп турган жерге курулат (107-сүрөт). Анын негизги бөлүгү – *айлануучу бара*. Барага шамал келип тийгенде, ал айлана баштайт. Баранын огуна туташтырылган нерселер да аны менен кошо кыймылга келип, пайдалуу жумуш аткарылат.


107-сүрөт. Жел тегирмен

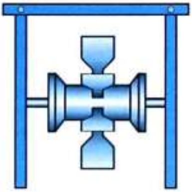
Ушундай эле жол менен суунун энергиясы суу тегирмендерде колдонулат. Анда дагы тегирмендин негизги бөлүгү болуп, анын барасы эсептелет. Тегирмендин иштеши үчүн аккан суунун деңгээлин бир аз жогору көтөрүп, суунун потенциалдык энергиясын көбөйтүү керек. Көпчүлүк учурда колдо жасалган суу тегирмендери арыктагы аккан суунун деңгээлинен төмөн жайгаштырылат. Тегирмендин барасына суу жантык ноо аркылуу агып түшөт. Бул учурда суунун потенциалдык энергиясы анын кинетикалык энергиясына өтүп, ал бараны айландырат. Мындай түзүлүштү адамдар мурдатан эле пайдаланып келишкен. Кийинки учурда энергиянын башка түрлөрү мене иштеген тегирмендер да пайдаланылууда. Алсак электр тегирмени ж. б.

Тегирмен бараларын кээде суу дөңгөлөгү же суу турбинасы деп да аташат. Анын эң жөнөкөй, кол менен жасалуучу модели 108–109-сүрөттөрдө көрсөтүлгөн. Буларды колдо болгон материалдарды пайдаланып, өзүңөр жасасаңар да болот.



108-сүрөт.

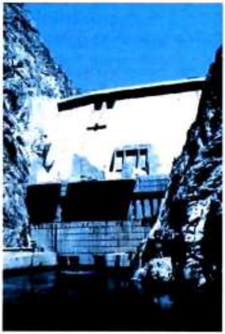
Суу дөңгөлөктөрү улам жакшыртылып отуруп, азыркы гидроэлектр станцияларындагы (ГЭС) суу бараларына (гидротурбиналарга) чейин өсүп жетти. Мындагы «гидро» деген сөз бизче суу дегенди билгизет. Гидроэлектр станциясы – суу менен иштөөчү электр станциясы. Гидротурбина – суу турбинасы.



109-сүрөт.

ГЭСтерде суунун энергиясын пайдалануу үчүн алгач бийик тогонду (плотинаны) курушат. 110-сүрөттө Токтогул ГЭСинин тогону көрсөтүлгөн.

Тогондогу суу анын бийиктигине жараша чоң потенциалдык энергияга ээ болот. Тогондан агып чыккан суу төмөн карай кыймылга келип, анын потенциалдык энергиясы ошондой эле чондуктагы кинетикалык энергияга айланат. Суунун кинетикалык энергиясы электр генераторуна туташтырылган турбинаны айлантып, анда электр тогун пайда кылат. Ошентип, суунун кинетикалык энергиясынын эсебинен электр энергиясы иштелип чыгат.



110-сүрөт. Токтогул ГЭСинин тогону.

Бул мисалда, алгач суунун потенциалдык энергиясы кинетикалык энергияга, андан кийин ал турбинанын кинетикалык энергиясына өтөт. Турбинанын кинетикалык энергиясы электр энергиясына айланат.

Суу гидротурбинаны айлантып чыккандан кийин, алар башка максаттарга, мисалы сугат ишине кеңири колдонулат. Мисалы, Токтогул ГЭСинде топтолгон суу Кыргызстанда гана эмес, коңшу Өзбекстан Республикасынын талааларында пахтаны, жашылча-жемиштерди сугарууга колдонулат. Бул биздин жаратылыш байлыгыбыздын пайдалуу жактарынын бир гана көрсөткүчү болуп эсептелет. Сууну сарамжалдуу пайдалануу – ар бирибиздин милдетибиз.

111-сүрөт. Бардык учурда жумуш аткарылат.

?

1. Жаратылышта кездешүүчү механикалык энергиялардын булактары кайсылар?
2. Механикалык энергиянын табигый булактары кайда колдонулат?
3. Нерселердин механикалык энергиясын жасалма жол менен көбөйтүүгө болобу? Эгер болсо энергиянын сакталуу закону аткарылбай калабы?
4. Ар кандай суу дөңгөлөктөрүн же суу бараларын жасап көргүлө.
5. Кандай гидростанцияларды билесиңер?
6. Суу тегирмени менен анын ноосунун абалдары бирдей болсо, тегирмен иштейби? Эгер тегирмендин барасынын деңгээли ноодон бийик болсочу?

14-көнүгүү.

1. Массасы 10 *г* ок горизонталь багытта $200\frac{м}{с}$ ылдамдык менен учуп бара жатат. Анын импульсун аныктагыла. ($2\ кг\frac{м}{с}$.)
2. Массасы 1 *кг* болгон пластилин шарчасына $8\frac{м}{с}$ ылдамдык берилсин дейли. Ага карама-каршы багытта массасы 2 *кг* болгон экинчи шарчага $3{,}5\frac{м}{с}$ ылдамдык берилген. Алар кагылышканда биригип (жабышып) калышат да, андан ары бир бүтүн нерсе сыяктуу кыймылдашат. Ал кыймылдын ылдамдыгы эмнеге барабар? ($5\frac{м}{с}$.)
3. Массасы 1 *кг* жүктү 1 *м* бийиктикке көтөрүү үчүн бизге 9,8 *Н* күч жумшоого туура келет. Анда аткарылган жумуш $A = F \cdot s = 9{,}8\ Н \cdot 1\ м = 9{,}8\ Н \cdot м$. Ошол эле бийиктикке массасы 5 *кг* жүк көтөрүлсө, канча жумуш аткарылат? (49 *Н·м* же *Дж.*)
4. 111-сүрөттөгү учурлардын бардыгында эле механикалык жумуш аткарылат. Жумуш түшүнүгүнүн маңыздуу белгилери кайсылар?
5. Трактор жер айдаган кезде сокону 15 000 *Н* күч менен тартат. 200 *м* аралыкты өткөндө ал кандай жумуш аткара алат? ($3 \cdot 10^6$ *Дж.*)
6. Көтөргүч крандын жардамы аркылуу массасы 2 500 *кг* болгон жүк 12 *м* бийиктикке көтөрүлдү. Бул учурда кандай жумуш аткарылды? (30 *кДж.*)
7. Төмөнкү учурлардын кайсынысында механикалык жумуш аткарылат: бала бакка чыгып бара жатат; кыз пианинодо ойноп отурат; киши аркасына бир мүшөк буудайды көтөрүп турат; жумушчу ийини менен эшикти тиреп турат; суу идиштин капталдарына басым жасайт.

8. Үйүнөрдөн мектепке келгенде кандай жумуш аткарарыңарды баалагыла.
9. Эгер адам 2 саатта 10 000 кадам жасап, анын ар биринде 40 *Дж* жумуш аткарса, анын кубаттуулугу кандай экенин аныктагыла. (5,5 *Вт*.)
10. Автомобилдин кубаттуулугу 70 *кВт*ка барабар. Ал 1 саат 30 минутада канча жумуш аткарат? (13 *Дж*.)
11. Массасы 50 *кг* бала 5 *м* бийиктикке көтөрүлсө, анын жерге карата потенциалдык энергиясы эмнеге барабар? (2500 *Дж*.)
12. Түркүктөрдү уруп киргизүү үчүн массасы 500 *кг* болгон копёр балкасы 10 *м* бийиктиктен түшөт. Балканын 4 *м* бийиктиктеги потенциалдык энергиясы эмнеге барабар? 10 *м* бийиктиктен түшкөндө кандай жумуш аткарылат? (20 *кДж*; 50 *кДж*.)
13. Ар бир куб метр суунун потенциалдык энергиясы дарыянын кайсы жеринде чоң: дарыянын башталышындабы же суунун көлгө куйган жериндеби? Жообуңарды негиздегиле.
14. Ат минген бала $5{,}5\frac{м}{с}$ ылдамдыкта чаап келе жатат. Аттын массасы 320 *кг*, ал эми баланыкы 40 *кг*. Атчан баланын жалпы кинетикалык энергиясы эмнеге барабар? (5445 *Дж*.)
15. Жүк ташуучу машинанын массасы 4500 *кг*, ылдамдыгы $20\frac{м}{с}$ га барабар. Ал эми жеңил машинанын массасы 900 *кг*, ылдамдыгы $40\frac{м}{с}$ га барабар. Кайсынысынын кинетикалык энергиясы чоң? (900 *кДж*; 720 *кДж*.)
16. 400 *м* бийиктикте учуп бара жаткан самолёт кандай энергияга ээ?
17. Массасы 2 *кг* шардын 5 *м* бийиктиктеги потенциалдык энергиясы канчага барабар? Ал шар 3 метрге ылдый түшкөндө кинетикалык энергиясы канча болот? (100 *Дж*; 40 *Дж*.)
18. Нерсе эркин түшүп жерге жеткендеги ылдамдыгы $40\frac{м}{с}$. Ал кандай бийиктиктен түшкөнүн аныктагыла. (80 *м*.)

IV глава боюнча негизги билимдер жана алардын өз ара байланышы

«Импульс, жумуш, кубаттуулук жана энергия» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1-вариант.

1.1. Төмөнкү терминдердин кайсынысы физикалык чоңдукту билгизет?
А. Динамометр. Б. Кыймыл. В. Импульс. Г. Жаан. Д. Күз.

1.2. Импульстун бирдиги эмне? А. *Кг · м*. Б. *Н*. В. *т*. Г. $кг \cdot \frac{м}{с}$. Д. *с*.

1.3. Жүктү 0,5 *м* бийиктикке бир калыпта көтөрүп, спортсмен 160 *Дж* жумуш аткарат. Жүккө кандай оордук күчү аракет этет?
А. 320 *Н*. Б. 160 *Н*. В. 80 *Н*. Г. 800 *Н*. Д. 8 *Н*.

1.4. Жүктү тик өйдө көтөргөндө кайсы күч жумуш аткарат?
А. Серпилгичтүүлүк күчү. Б. Оордук күчү. В. Салмак күчү. Г. Сүрүлүү күчү. Д. Көтөрүү күчү.

1.5. Тепкич менен көтөрүлгөн адамдын кубаттуулугу 200 *Вт*. Эгер ал 4000 *Дж* жумуш аткарса, көтөрүлүү канча убакытка созулган?
А. 50 *с*. Б. 20 *с*. В. 800 *с*. Г. 3800 *с*. Д. 4200 *с*.

1.6. Окуучу столдун бети боюнча пеналды 1,5 *м* аралыкка жылдырып, 2 секундда 0,45 *Дж* жумуш аткарды. Окуучунун аракет эткен күчүн тапкыла? А. 3 *Н*. Б. 0,9 *Н*. В. 0,75 *Н*. Г. 0,3 *Н*. Д. 0,6 *Н*.

1.7. Спортсмен жаанын тептиргесинин жибин 800 *Вт* кубаттуулук менен чоёт. Ал 0,5 секундда канча жумуш аткарат?
А. 1 600 *Дж*. Б. 6 250 *Дж*. В. 16 *кДж*. Г. 400 *Дж*. Д. 4 *кДж*.

1.8. Футболчу топту тепкенде, ал дарбазаны көздөй учат. Топ кандай энергияга ээ?
А. Потенциалдык. Б. Кинетикалык. В. Кинетикалык жана потенциалдык. Г. Энергияга ээ эмес. Д. А–Г жооптору туура эмес.

1.9. Ар түрдүү эки трактор менен бирдей убакытта жер айдашты. Кайсы трактордун кубаттуулугу аз?
А. Эки трактор бирдей убакыт иштешсе, алардын кубаттуулугу бирдей.
Б. Трактордун кубаттуулугу нөлгө барабар.
В. Көп жумуш аткарган трактордуку.
Г. Аз жумуш аткарган трактордуку.
Д. Жумуш аткарбагандыкы.

1.10. Чананы туруктуу υ ылдамдыгы менен сүйрөп, ат N кубаттуулукка ээ болот. Чанага аракет жасаган каршылык күчү эмнеге барабар?

А. $F = N\upsilon$. Б. $F = \frac{N}{\upsilon}$. В. $F = \frac{v}{N}$. Г. $F = N\upsilon g$. Д. $F = \frac{Ng}{\upsilon}$.

2-вариант.

2.1. Төмөнкү терминдердин кайсынысы физикалык чондуктун бирдигин көрсөтөт?

А. Динамометр. Б. Импульс. В. Джоуль. Г. Күч. Д. Жумуш.

2.2. Кубаттуулуктун бирдиги эмне?

А. *Джоуль.* Б. *Ньютон.* В. *Ватт.* Г. *Кг.* Д. *Метр.*

2.3. Нерсе тик ылдый түшкөндө кайсы күч жумуш аткарат?

А. Серпилгичтүүлүк күчү. Б. Оордук күчү. В. Сүрүлүү күчү.
Г. Атмосфера басымы. Д. Жумуш аткарылбайт.

2.4. Бала чананы горизонталь багытта 100 *Н* күч менен түртүп, 2 секундда 500 *Дж* жумуш аткарат. Чана канча жол өткөнүн эсептегиле.

А. 200 *м*. Б. 0,2 *м*. В. 5 *м*. Г. 250 *м*. Д. 10 *м*.

2.5. Тепкич менен көтөрүлгөн адам 3 секундада 1500 Дж жумуш аткарды. Адамдын кубаттуулугу эмнеге барабар?

А. 5000 *В*. Б. 50 *кВт*. В. 7500 *Вт*. Г. 3,3 *кВт*. Д. 500 *Вт*.

2.6. Эки бала бирдей убакытта гантелди ар кандай кубаттуулук менен көтөрүштү. Кайсы бала аз жумуш аткарат?

А. Эгер көтөрүү убактысы бирдей болсо, алар бирдей жумуш аткарышат. Б. Балдар жумуш аткарышпайт. В. Кубаттуулугу көп бала. Г. Кубаттуулугу аз бала. Д. Билбейм.

2.7. Столдун бетинде кыймылдаган чимирик кандай энергияга ээ?

А. Потенциалдык. Б. Кинетикалык. В. Потенциалдык жана кинетикалык. Г. Энергиясы нөлгө барабар. Д. Потенциалдык энергиясы кинетикалык энергиясына барабар.

2.8. Жер бетинен бирдей бийиктиктеги чекитте бирдей эки (К жана С) шар асылып турат. К шары 2 *м*, С шары 1 *м* жипке илинген. Кайсы шар чоң потенциалдык энергияга ээ.

А. Шарлардын потенциалдык энергиялары бирдей. Б. $E_k < E_c$. В. $E_k > E_c$. Г. Шарлар энергияга ээ эмес. Д. А – Г жооптору туура эмес.

2.9. Жер айдаган трактор υ ылдамдыгы менен кыймылдап, t убактысында A жумуш аткарат. Трактордун сокосу кыртышка кандай күч менен аракет этет?

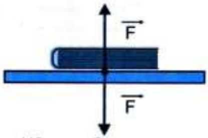
А. $F = A\upsilon t$; Б. $F = \frac{A_t}{\upsilon}$; В. $F = \frac{A\upsilon}{\upsilon}$; Г. $F = \frac{A}{\upsilon t}$; Д. $F = \frac{\upsilon_t}{A}$.

2.10. Бала N кубаттуулук менен китепти t убактысында s бийиктикке көтөрөт. Китептин массасы эмнеге барабар?

А. $m = \frac{Nt}{s}$. Б. $m = Nts$. В. $m = \frac{g \cdot s}{Nt}$. Г. $m = \frac{Nt}{g \cdot s}$. Д. $m = \frac{Nts}{g}$.

V глава
СТАТИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

Статика – грек сөзү, бизче туруучу дегенди билдирет. Статика механиканын бир бөлүгү. Ал ар кандай күчтөрдүн таасиринде нерселердин тынч абалда болушун жана тең салмактуулугун үйрөтөт. Мисалы, столдун үстүндө жаткан китепке бир нече күч таасир этет (112-сүрөт). Алар, китептин оордук күчү жана столдун китепке аракет эткен серпилгичтүүлүк күчү. Бирок ал күчтөр бири бирине барабар болгондуктан, китеп столдун бетинде тынч турат. Мындай учурда китеп тең салмактуу абалда турат дешет. Демек, статика жаратылыштагы ушундай кубулуштарды жана алардын адам жашоосуна тийгизген жардамын үйрөнүүгө шарт түзөт.

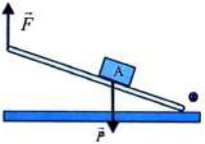


112-сүрөт. Стол үстүндөгү китепке аракет эткен күчтөр.

Статика илими б. з. ч. III кылымдарда изилдене баштаган. Анын илимий негизин Архимед түзгөн. Статиканын өнүгүшүнө Леонардо да Винчи (Италия, 1452–1519), Стевин С. (Голландия, 1548–1620), Галилей Г. (Италия, 1564–1642) ж. б. белгилүү салым кошушкан.

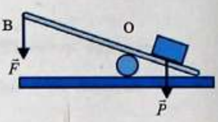
§ 45. Жөнөкөй механизмдер

Адамдын күндөлүк жашоосу ар кандай механикалык жумуш аткаруу менен байланышкан. Алардын кайсы бирине адам аз күч жумшаса, кайсы бирине чоң күч менен аракет этүүгө туура келет. Ошондуктан механикалык жумуш аткаруу үчүн адам баласы байыркы замандан бери эле түрдүү нерселерди жана куралдарды пайдаланып келген.



113-сүрөт. Күч жогору карай багытталган.

Кол менен жылдырууга мүмкүн болбогон оор буюмдарды (чоң ташты, шкафты, станокту ж. б.) узун жана бекем таяктын жардамы менен ордунан оңой эле жылдырууга болот. Мисалы ломду пайдаланып, чоң-чоң таштарды оодарууга болот. Жумуш аткарууну жеңилдетүүгө колдонулуучу мындай курал *рычаг* деп аталат. Рычагды колдонуунун жөнөкөй мисалдары 113–114-сүрөттөрдө



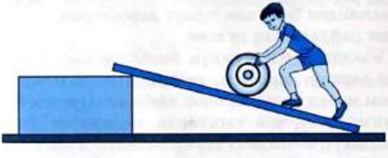
114-сүрөт. Күч төмөн карай багытталган.

көрсөтүлгөн. Мында бир эле нерсени көтөрүү үчүн ар кандай багытка аракет жасоого болору көрсөтүлгөн. Эки учурда тең F күчү нерсенин салмагынан кичине. Бул болсо рычагды колдонуп аз күч жумшоо менен оор нерселерди көтөрүүгө боло тургандыгын даана көрсөтөт.

Мындан үч миң жыл мурда Байыркы Египетте пирамидаларды курууда (115-сүрөт) рычагдардын жардамы менен таштан жасалган оор плиталарды бир орундан экинчи орунга жылдырышкан жана чоң бийиктикке көтөрүшкөн.

Көпчүлүк учурларда оор жүктү кандайдыр бийиктикке жеткирүү үчүн аны түз көтөрүп чыккандан көрө жантык тегиздик боюнча тоголотуп же сүйрөп чыгуу жеңилирээк болот (116-сүрөт). Ал эми кай бирде оор жүктөрдү тик көтөрүү үчүн блокторду колдонушат (117-сүрөт).

115-сүрөт. Египет пирамидаларын куруу.

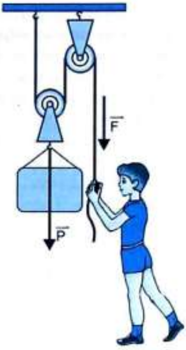


116-сүрөт. Жантык тегиздик боюнча жүктү тоголотуу.

Эгер жогорку сүрөттөрдөгү аракеттерге талдоо жүргүзүп көрсөк, бардыгына тийиштүү болгон жалпы белгини, ал нерсеге түздөн-түз аракет эткен күчтүн багыты менен, анда колдонулган куралга жасалган күчтүн багытынын дал келбегендигин байкайбыз.

Мындай дал келбөөчүлүк күчтүн багытына гана эмес, алардын чоңдугуна да тиешелүү. Бардык учурда адамдын куралга аракет эткен күчү, нерсеге түздөн-түз аракет эткен күчтөн кичине. Мисалы, биз аракет эткен $\vec{F}$ күчү (117-сүрөт) $\vec{P}$ күчүнөн кичине. Демек жогоруда биз атаган куралдар (рычаг, жантык тегиздик, блок ж. у. с.) жумуш аткарууда күчтөн утуш алуу үчүн колдонулат. **Күчтөн утуш алууга арналган куралдар жөнөкөй механизмдер деп аталат.**

Завод-фабрикалардагы металл тилкелерин кесүүчү, ороочу жана штамповкалоочу, жиптерди чоюучу жана түрүүчү станоктордо, турмуш-тиричиликти тейлөөчү машинелердин бардыгында бир нече жөнөкөй механизмдер колдонулат.



117-сүрөт. Блокторду колдонуу.

?
1. Жөнөкөй механизмдер деп эмнени айтабыз?
2. Жөнөкөй механизмдер кандай максатта колдонулат?
3. Жөнөкөй механизмдердин түрү кандай? Алар кайда колдонулат?
4. Статика деген эмне?

§ 46. Рычаг. Рычагда күчтөрдүн тең салмактуулугу

Рычагдын жана башка жөнөкөй механизмдердин иштөөсүн байыркы грек окумуштуусу Архимед (б. з. ч. 287–212-жж.) изилдеген. Рычагдын жардамы менен күчтөн алда канча утуш алууга болорун Архимед: «Эгер таяныч чекит табылган болсо, мен Жерди өз ордунан жылдыра алам!» – деп өтө элестүү айткан.

Рычаг кыймылсыз таянычтын айланасында кыймылга келе турган нерсени элестетет.

113–114-сүрөттөрдө адам жүктү көтөрүү үчүн рычаг катары ломду кандай пайдаланып жаткандыгы көрсөтүлгөн. Биринчи учурда адам ломду $\vec{F}$ күчү менен көтөрүп жатат, ал эми экинчи учурда ломду (B) $\vec{F}$ күчү менен басып жатат. Эгер адам нерсени көтөрүү же башка жакка жылдыруу үчүн ломду пайдаланбаса, анда ал колу менен ошол нерсенин салмагынан чоң күч менен аракет этиши керек эле. Бирок ал үчүн адам

ломду пайдалангандыктан, анын бир учун оор жүктүн алдына салып, O таяныч чекитине карата кыймылга келтирет. Бул учурда ломдун экинчи учуна аракет эткен F күчү сөзсүз нерсенин салмагы P дан кичине болот, б. а. жумушчу күчтөн утуш алат. Ошентип, *рычагдын жардамы менен жөнөкөй учурда көтөрүүгө мүмкүн болбогон оор жүктөрдү көтөрүүгө болот.*

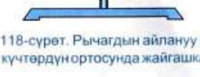
Рычагдын таяныч чекити же айлануу огу рычагга жана нерсеге аракет эткен күчтөрдүн ортосунда же ал экөөнүн сыртында жайгашкан болот. Мисал үчүн, 118-сүрөттө көрсөтүлгөн рычагды карап көрөлү. Анын айлануу огу O күчтөр жумшалуучу A жана B чекиттеринин ортосунда жайгашкан. Рычагга аракет эткен $\vec{F_1}$ жана $\vec{F_2}$ күчтөрү бир жакка багытталган. Алар чоңдуктары боюнча барабар эмес. 119-сүрөттө ал схема түрүндө берилген, мында l_1 жана l_2 – күчтөрдүн ийиндери.

Рычагга аракет эткен күч тиркелген чекит менен таяныч чекитинин ортосундагы аралык күчтүн **ийини** деп аталат.

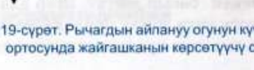
119-сүрөттөгү l_1 аралыгы $\vec{F_1}$ күчүнүн ийини, ал эми l_2 аралыгы $\vec{F_2}$ күчүнүн ийини. Биз карап жаткан чиймеде $\vec{F_1}$ жана $\vec{F_2}$ күчтөрү рычагды эки багыт боюнча айландырууга мажбурлайт. Мисалы, $\vec{F_1}$ күчү (119-сүрөт) рычагды саат жебесинин айлануу багыты боюнча, ал эми $\vec{F_2}$ күчү ага карама-каршы багытта айландырууга аракет жасайт.

Бирок бизге рычагдын айланбай, тең салмактуу абалда турушу керек. Кандай шартта рычаг тең салмакта турат? Бул суроого жооп берүү үчүн 118-сүрөткө кайрылалы. Анда $\vec{F_1}$ жана $\vec{F_2}$ күчтөрү рычагга илинген жүктөрдүн салмагына барабар. Сүрөттөн көрүнгөндөй $F_1 = 2\ H$, $F_2 = 4\ H$ болот. Ал эми $l_1 = 4 \cdot 3\ см = 12\ см$. $l_2 = 2 \cdot 3\ см = 6\ см$. Эми рычагга аракет эткен күчтөрдү алардын ийиндерине көбөйтөлү:

$$F \cdot l_1 = 2\ H \cdot 12\ см = 2\ H \cdot 0{,}12\ м = 0{,}24\ H{\cdot}м.$$
$$F_2 \cdot l_2 = 4\ H \cdot 6\ см = 4\ H \cdot 0{,}06\ м = 0{,}24\ H{\cdot}м.$$



118-сүрөт. Рычагдын айлануу огу күчтөрдүн ортосунда жайгашкан.



119-сүрөт. Рычагдын айлануу огунун күчтөрдүн ортосунда жайгашканын көрсөтүүчү схема.

Эсептөөлөрдөн көрүнгөндөй көбөйтүндүлөрдүн мааниси бири бирине барабар. Демек рычагдын тең салмактуулугу үчүн ушул көбөйтүндүлөрдүн мааниси зор. Аны *күчтүн моменти* деп айтабыз.

Рычагга аракет эткен күчтүн анын ийинине болгон көбөйтүндүсүнө барабар физикалык чоңдук **күчтүн моменти** деп аталат.

Ал M тамгасы менен белгиленет: $M = F \cdot l$. Бардык физикалык чоңдуктардай эле, күчтүн моменти да бирдикке ээ. Күчтүн моментинин формуласынан $1\ H \cdot 1\ м$ экендиги келип чыгат. Демек, күчтүн моментинин бирдиги үчүн ийини $1\ м$ ге барабар болгон $1\ H$ күчтүн моменти кабыл алынат. Бул бирдик *ньютон-метр* деп аталат.

Күчтүн моменти физикада окуп-үйрөнүлүүчү негизги чоңдуктардын бири. Бул чоңдук күчтүн аракетин мүнөздөйт. Ал бир эле убакта күчтүн чоңдугуна да, анын ийинине да көз каранды. Мисалы, каалгага аракет этүүчү күч ал күчтүн чоңдугунан тышкары, кайсы жерге жумшалганына да көз каранды. Каалганын туткасын анын айлануу огуна жакын кадасак, каалганы ачып-жабуу кыйындап калат. Ошондуктан каалганын туткасы айлануу огунан мүмкүн болушунча алыс орнотулат.

Жогоруда айтылгандардын натыйжасында рычагдын тең салмактуулук шартынын эрежесин аныктоого болот.

Рычагды саат жебеси боюнча айлантуучу күчтүн моменти (M_1) саат жебесине карама-каршы багытта айлантуучу күчтүн моментине (M_2) барабар болсо, анда рычаг тең салмакта болот:

$M_1 = M_2$, $M_1 = F_1 \cdot l_1$; $M_2 = F_2 \cdot l_2$. Мындан $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$. Рычагдын мындай тең салмактуулугунун эрежесин Архимед белгилеген.

?
1. Рычаг деген эмне?
2. Күчтүн ийини деп эмнени айтабыз?
3. Күчтүн ийинин кантип табат?
4. Рычагга күчтөр кандай багытта аракет этет?
5. Рычагдын тең салмактуулук эрежеси кандай айтылат?
6. Күчтүн моменти деген эмне?
7. Рычагдын тең салмактуулук эрежесин ким аныктаган?

Тажрыйба жасоого тапшырма. Сызгыч тең салмактуу абалда болгондой кылып, анын ортосуна калемди койгула. Алынган рычагдын бир жагына бир өчүргүч, экинчи жагына эки өчүргүч коюп тең салмактагыла. Күчтөрдүн ийиндерин өлчөгүлө. Рычагдын тең салмактуулук абалын текшергиле.

§ 47. Рычагдар техникада, турмушта жана жаратылышта

Техникада, күндөлүк турмушта колдонулуучу бир катар түзүлүштөрдүн жана аспаптардын иштеши рычагдын эрежесине негизделген. Алардын бардыгында күчтөн утуш алынат.

120-сүрөт. Кагаз кесүүчү кайчы.

Ар кандай нерселерди кесүү үчүн колдонулуучу кайчы – бул дагы рычагдын иштешине (120-сүрөт) негизделген. Анын айлануу огу кайчынын эки бөлүгүн бириктирип турган винт аркылуу өтөт.

Кайчыга аракет этүүчү адамдын колунун булчуң күчү жана кайчынын ар бир жаагы тарабынан кесилүүчү нерсеге аракет эткен күчтөрдүн багыты 120-сүрөттө көрсөтүлгөн.

121-сүрөт. Металл кесүүчү кайчы.

Колдонулушуна жараша кайчынын түзүлүшү да түрдүү болот. Кагаз кесүүчү кайчынын миздүү бөлүгү узун болот. Туткасы да ошондой эле узундукта жасалат. Анткени кагазды кесүү үчүн анчалык чоң күч талап кылынбайт. Тунукени кесүүгө арналган темир усталардын кайчыларынын туткасы анын миздүү бөлүгүнө караганда узунураак (121-сүрөт) болот. Себеби металлдын каршылык күчү чоң болгондуктан, ага чоң күч менен аракет жасалат. Ал болсо рычагдын чоң ийинине аракет этилген кол күчүнүн натыйжасында жетишилет.

122-сүрөт. Аттиш.

Зым кесүүчү, мык сууруучу аттиште (122-сүрөт) анын кесүүчү бөлүгү менен туткасынын узундуктарынын арасында чоң айырма болот.

Тигүүчү машиненин туткасы, велосипеддин педалы же кол тормозу, автомобилдин педалдары, пианинонун, баяндын клавишалары ж. б. рычагдын мисалы болот.

Рычагды колдонуунун мисалдарын мектептеги кол эмгек боюнча өнөрканадан да кездештиребиз. Алар кыскычтын жана верстактын туткалары, көзөгүч станоктун рычагдары.

123-сүрөт. Таразанын түрлөрү:
1 – медициналык тараза;
2 – соода жана чарбалык тараза.

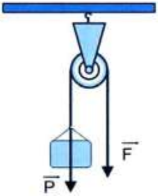
Рычагдуу таразанын иштеши да рычагдын эрежесине негизделген. 123-сүрөттө таразалардын түрлөрү көрсөтүлгөн.

1. 120-сүрөттөгү кайчынын рычаг катары иштешин түшүндүргүлө.
2. Эмне үчүн металл кесүүчү кайчы жана аттиш күчтөн утарын түшүндүрүп бергиле.
3. Рычагдардын колдонулуштарына мисал келтиргиле.
4. Ар түрдүү таразалардагы рычагдардын иштешин түшүндүргүлө.

§ 48. Блок

Адам турмушунда кеңири колдонулган жөнөкөй механизмдердин дагы бир түрү *блок*. **Кандайдыр октун айланасында айлануучу жана алкагынын кырында айланта оюлуп коюлган жолчосу бар дөңгөлөк блок деп аталат.** Ал жолчо аркылуу жип, болот аркан же чынжыр өткөрүлөт. Блок кыймылсыз жана кыймылдуу болуп экиге бөлүнөт.

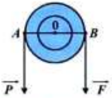
Огу бекитилген жана жүктү көтөргөндө өйдө-төмөн жылбаган блок кыймылсыз блок деп аталат (124-сүрөт). Кыймылсыз блокту күчтөрүнүн ийиндери дөңгөлөктүн радиусуна барабар болгон бирдей ийиндүү рычаг катары кароого болот (125-сүрөт).



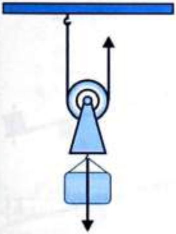
124-сүрөт. Кыймылсыз блок.

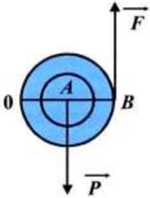
Мындай блокко аракет эткен күчтөрдүн ийиндери барабар болгондуктан, ал күчтөр да бири бирине барабар: $OA = OB$, $\vec{P} = \vec{F}$ (125-сүрөт). Бул рычагдын тең салмактуулук эрежесинен келип чыгат. Демек, кыймылсыз блок күчтөн утуш бербейт. Бирок күчтүн аракет этүү багытын ыңгайлуу жакка өзгөртүүгө мүмкүндүк берет.

Огу жүк менен кошо өйдө-төмөн жылуучу блок кыймылдуу блок деп аталат (126-сүрөт). Кыймылдуу блокту



125-сүрөт. Кыймылсыз блоктогу күчтүн ийиндери.


126-сүрөт. Кыймылдуу блок.

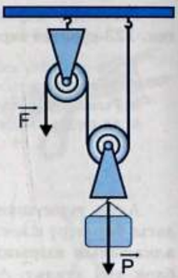


127-сүрөт. Кыймылдуу блоктогу күчтүн ийиндери.

пайдаланган учурда жүк ар дайым блоктун огуна бекитилген илмекке илинет.

127-сүрөттөн көрүнгөндөй O – рычагдын таяныч чекити, $\vec{P}$ күчүнүн ийини OA, ал эми $\vec{F}$ күчүнүн ийини OB. OB ийини OA ийининен 2 эсе узун болгондуктан, $\vec{F}$ күчү $\vec{P}$ күчүнөн 2 эсе кичине: $OB = 2 \cdot OA$, $\vec{P} = 2\vec{F}$. Демек, кыймылдуу блок күчтөн 2 эсе утуш берет.

Күчтөн көбүрөөк утуш алыш үчүн кыймылдуу жана кыймылсыз блокторду бириктирип колдонушат (128-сүрөт).



128-сүрөт. Бириктирилген кыймылсыз жана кыймылдуу блок.

?
1. Блок деген эмне?
2. Кандай блокту кыймылсыз деп, ал эми кандай блокту кыймылдуу деп атайбыз?
3. Кыймылдуу блок күчтөн утуш береби?
4. Кыймылдуу жана кыймылсыз блоктордогу күчтөрдү жана алардын ийиндерин көрсөткүлө.
5. Блоктордун колдонулушуна мисалдар келтиргиле.

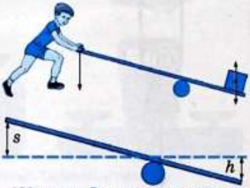
§ 49. Жөнөкөй механизмдерди колдонуудагы жумуштун бирдейлиги. Механиканын алтын эрежеси

Жөнөкөй механизмдерди колдонгондо күчтүн багыттары өзгөрөт, күчтөн утуш алынат жана негизинен механикалык жумуш аткарылат.

Жөнөкөй механизмдерди пайдаланып жумуштан утуш алууга болобу? Бул суроого жооп берүү үчүн тажрыйбага кайрылалы.

129-сүрөттө лом менен оор жүктү көтөрүп жаткан адам көрсөтүлгөн. Адам ломдун сол ийининин учуна $\vec{F}$ күчү менен аракет этет. Жүктүн салмагы $\vec{P}$. Ал ломдун оң ийининин учуна аракет этет. Сүрөттөн көрүнүп тургандай лом-рычагдын сол ийини оң ийининен узун. Ал эми $\vec{F}$ күчү жүктүн салмагынан кичине.

Качан адам ломду ылдый жылдырганда анын экинчи учундагы жүк жогору көтөрүлүп тең салмактанат. Мында эки түрдүү жумуш аткарылат. Биринчиси адамдын $\vec{F}$ күчүнүн аткарган жумушу. Экинчиси жүктүн салмагын жеңүүдө аткарылган жумуш.



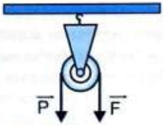
129-сүрөт. Рычагда аткарылган жумуштун бирдейлиги.

Анда $A = F \cdot s$, $A = P \cdot h$.

Тажрыйба көрсөткөндөй $\vec{F} < \vec{P}$, $s > h$. Демек $A_1 \approx A_2$, б. а. эки күчтүн аткарган жумуштары барабар. $\vec{F}$ күчүн жумшап, адам ломдун узун учун чоң аралыкка жылдырса, ломдун экинчи учу оор жүктү кичине аралыкка жылдырат.

Жогоруда айтылгандан: **рычагды пайдаланууда жумуштан утуш алынбайт.**

Кыймылсыз блок да жумуштан утуш бербейт. Ага тажрыйбада оңой эле ишенүүгө болот. 130-сүрөттөгү $\vec{F}$ жана $\vec{P}$ күчтөрү, алар аракет эткен чекиттердин өткөн жолдору да бирдей. Демек, жумуштары да бирдей.

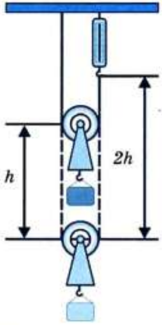


130-сүрөт. Кыймылсыз блокту колдонгондо жумуштан утуш алууга болбойт.

Кыймылдуу блокту пайдаланганда күчтөн 2 эсе утуш алынганы менен, мында да жумуштан утуш болбойт. Тажрыйбага кайрылалы.

131-сүрөттөгү жүктү кыймылдуу блоктун жардамы менен h бийиктикке көтөрүү үчүн, динамометр бекитилген жиптин учун $2h$ бийиктикке жылдыруу зарыл. Ошентип, күчтөн 2 эсе утуш алып, бирок жолдон 2 эсе уттурабыз. Демек, кыймылдуу блок да жумуштан утуш бербейт.

Байыркы замандан бери адамдардын ой-тилеги жөнөкөй механизмдерди колдонуп, жумуштан утуш алуу болуп келген. Бирок турмушта мындай болушу мүмкүн эмес: **күчтөн канча эсе утсак, аралыктан ошончо эсе уттурабыз.** Бул тарыхта механиканын «алтын эрежеси» деген ат менен белгилүү.



131-сүрөт. Кыймылдуу блокту колдонгондо да жумуштанута албайбыз.

?

1. Рычагга аракет эткен күчтөрдүн жана бул күчтөрдүн ийиндеринин арасында кандай байланыш бар?
2. Рычагда күчтөрдүн аракет эткен чекиттери кандай жолду өтүшөт?
3. Рычагды пайдаланып, жумуштан ута алабызбы? Блокту пайдалансакчы?
4. Механиканын «алтын эрежеси» деген эмне? Аны кантип түшүндүрүүгө болот?

§ 50. Механизмдердин пайдалуу аракет коэффициенти

Рычагды пайдаланууда аракет эткен күчтөрдү, ошондой эле аткарылган жумушту эсептегенде рычагдын өз салмагын эске алганыбыз жок. Ушул сыяктуу эле блокту пайдаланганда жип менен дөңгөлөктүн ортосундагы сүрүлүүнү эске алган жокпуз. Чындыгында мындай

шарттар турмушта болушу мүмкүн эмес. Адамдын рычагга же блокко арта салынган жипке аракет эткен күчүнүн бир бөлүгү рычагды көтөрүүгө же болбосо блок менен дөңгөлөктүн сүрүлүү күчүн жеңүүгө жумшалат. Бул болсо адамдын аракет эткен күчүнүн бардыгы эле пайдалуу жумуш аткарууга сарпталбайт дегенди билгизет.

Бул айтылгандардын негизинде жөнөкөй механизмдерди колдонууда аткарылган **пайдалуу жумуш** жана **толук жумуш** деген түшүнүктөрдү киргизүүгө туура келет.

Берилген жүктү керектүү бийиктикке көтөрүүдө аткарылган жумуш *пайдалуу жумуш* деп аталат. Берилген жүктү көтөрүүдө аткарылган жумуш менен анда колдонулган жөнөкөй механизмдерди иштетүүдө аткарылган кошумча жумуштун суммасы *толук жумуш* деп аталат. Мисалы, кыймылдуу блокту колдонууда, блоктун өзүн жана ага арта салынган жиптин бир бөлүгүн көтөрүүгө туура келсе, блоктун огундагы жана жип менен блоктун ортосундагы сүрүлүү күчүн жеңүү үчүн кошумча жумуш аткарууга туура келет. Ошентип, жөнөкөй механизмдин жардамы менен аткарылган *толук жумуш* ар дайым *пайдалуу жумуштан* чоң болот. Бирок бул айырма ар бир механизмде ар башка болушу мүмкүн. Ушул айырманы белгилөө үчүн механизмдин пайдалуу аракет коэффициенти деген чоңдук киргизилет. **Пайдалуу жумуштун толук жумушка болгон катышын мүнөздөөчү физикалык чоңдук механизмдин пайдалуу аракет коэффициенти деп аталат.** Ал кыскача ПАК деп аталып, гректин η (эта) тамгасы менен белгиленет. Чоңдугу төмөнкүчө аныкталат.

$$\eta = \frac{A_n}{A_m}.$$

мында $A_п$ – пайдалуу жумуш, $A_т$ – толук жумуш.

Пайдалуу жумуш толук жумуштан ар дайым кичине болгондуктан, алардын катышы бирден кичине болот:

$$A_п < A_т, \text{ же } \quad \frac{A_п}{A_т} < 1$$

Адатта, пайдалуу аракет коэффициенти процент менен туюнтулат. Ал үчүн жогорку формуланы төмөнкүчө жазабыз:

$$\eta = \frac{A_n}{A_m} \cdot 100\%$$

Түшүнүктүү болсун үчүн төмөнкү маселени чыгарып көрөлү.

Мисал. Рычагдын кыска ийинине массасы 100 *кг* жүк илинген. Аны көтөрүү үчүн узун ийинге 250 *Н* күч жумшалган. Жүктү $h_1 = 0{,}08$ *м* бийиктикке көтөрүштү. Бул учурда жылдыруучу күч жумшалган чекит $h_2 = 0{,}4$ *м*ге төмөн түштү. Рычагдын ПАКын тапкыла.

Берилди:

$m = 100$ *кг*
$g = 9{,}8$ *м/с²*
$F = 250$ *Н*
$h_1 = 0{,}08$ *м*
$h_2 = 0{,}4$ *м*

$\eta - ?$

Чыгаруу:

$\eta = (A_п / A_т) \cdot 100\%$. Толук жумуш $A_т = F \cdot h_2$.
Пайдалуу жумуш $A_п = P \cdot h_1$.
$P = mg$; $P = 100$ *кг* $\cdot$ 9,8 *м/с²* = 1000 *Н*.
$A_п = 1000$ *Н* $\cdot$ 0,08 *м* = 80 *Дж*
$A_т = 250$ *Н* $\cdot$ 0,4 *м* = 100 *Дж*.
$\eta = (80$ *Дж*/100 *Дж*$)\cdot 100\% = 80\%$.

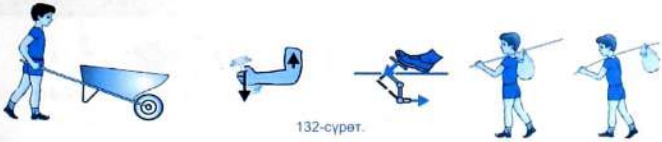
Ж о о б у: $\eta = 80\%$.

Механизмдин пайдалуу аракет коэффициенти 80% деген эмнени билгизет? Бул жөнөкөй механизмди колдонуп аткарган жалпы жумуштун 80% гана пайдалуу деген сөз. Ал эми жумуштун 20% жөнөкөй механизмдин өзүн жылдырууга, ар кандай сүрүлүү күчтөрүн жеңүүгө кетет. Мындай жыйынтык механиканын «алтын эрежесине» каршы келбейт. Анткени кайсы гана механизмди албайлы, анын п. а. к. дайыма 100% тен кичине болот. Ушул себептен адамдар механизмдердин өзүн жана алардын иштөөсүн өркүндөтүп, ПАКты чоңойтууга аракет кылышат. Анын эң жөнөкөй жолу – механизмдердин окторундагы сүрүлүүнү жана алардын салмагын азайтуу.

?
1. Кандай жумушту пайдалуу жумуш деп айтабыз?
2. Кандай жумуш толук жумуш деп аталат?
3. Механизмдин пайдалуу аракет коэффициенти деген эмне?
4. П.а.к.бирден чоң болушу мүмкүнбү? Жообун негиздегиле.
5. Механизмдин ПАКын кантип көбөйтүүгө болот?

15-көнүгүү

1. 132-сүрөттө көрсөтүлгөн рычагдардын таяныч чекитин жана күчтөрдүн ийиндерин көрсөткүлө.



132-сүрөт.

2. Жалпак аттиштин (же жаңгак чаккычтын, темир кесүүчү кайчынын) түзүлүшүн карап көргүлө. Алардын айлануу огун, каршылык күчүнүн жана аракет этүүчү күчтүн ийиндерин тапкыла. Бул куралдар күчтөн кандай утуш берерин эсептегиле.
3. «Рычагдар адамдардын, жаныбарлардын жана курт-кумурскалардын организмдеринде» деген темада билдирүү даярдагыла.
4. Курулуш ишинде колдонулуучу жүк көтөрүүчү крандарда рычагдын пайдаланылышын айтып бергиле.
5. Жумушчу рычагдын жардамы менен массасы 260 *кг* жүктү көтөрө алат. Эгерде рычагдын кыска ийини 0,5 *м* ге барабар болсо, жумушчу рычагдын 2,2 *м*ге барабар болгон узун ийинине канчалык күч жумшайт? (590 *Н*)
6. Жүктү кыймылдуу блоктун жардамы менен 2 *м* бийиктикке көтөрүштү. Бул учурда аркандын бош учу канчалык узундукка жылды? (4 *м*)
7. Рычаг жана кыймылдуу блоктон турган түзүлүштүн жардамында 1 *Н* күч менен салмагы 8 *Н* жүктү көтөрүүгө болот. Мындай түзүлүштүн моделин түзгүлө.

V глава боюнча негизги билимдер жана алардын өз ара байланышы

«Статиканын негиздери» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1. Төмөнкү терминдердин кайсынысы физикалык чондукту билгизет?

   А. Жөнөкөй механизм. Б. Рычаг. В. Блок. Г. Жантык тегиздик. Д. Күч.

2. Төмөнкүлөрдүн кимиси «Статика» илимине салым кошкон эмес?

   А. Архимед. Б. Леонардо да Винчи. В. Стевин. Г. Курчатов. Д. Галилей.

3. Төмөнкү терминдердин кайсынысы рычагга мүнөздүү?

   А. Күч. Б. Ылдамдануу. В. Сызыктуу ылдамдык. Г. Күчтүн ийиндери. Д. Электр тогу.

4. Рычагдын оң ийни 12 *см*, сол ийни 6 *см*. Эгер оң ийнине 2 *Н* күч аракет этсе, рычаг тең салмакта болсун үчүн анын сол ийнине канча күч аракет этиши керек?

   А. 9 *Н*. Б. 4 *Н*. В. 6 *Н*. Г. 2 *Н*. Д. 20 *Н*.

5. Кайсы учурда рычаг тең салмакта болот?

   А. $F_1 = F_2$; Б. $l_1 = l_2$; В. $F_1l_1 > F_2l_2$; Г. $F_1l_1 = F_2l_2$; Д. $F_1l_1 < F_2l_2$.

6. Кандайдыр октун айланасында айлануучу жана алкагынын кырында жип салуучу оюгу бар дөңгөлөк ... деп аталат.

   А. Динамометр. Б. Термометр. В. Компас. Г. Блок. Д. Рычаг.

7. Блоктун канча түрү бар?

   А. Бир. Б. Эки. В. Үч. Г. Төрт. Д. Беш.

8. Механиканын алтын эрежесинин мааниси эмнеде?

   А. Күчтөн канча эсе утсак, аралыктан ошончо эсе утуш алабыз.
   Б. Күчтөн канча эсе утсак, аралыктан ошончо эсе уттурабыз.
   В. Күчтөн утуш алуунун аралыкка байланыш жок.
   Г. Күч болсо эле жумуш аткарылат.
   Д. Нерсе кыймылга келсе эле, жумуш аткарылат.

9. Пайдалуу аракет коэффициентинин формуласы кандай?

   А. $\eta = \frac{N}{A}$. Б. $\eta = \frac{A}{t}$. В. $\eta = \frac{A_п}{A_т}$. Г. $\eta = \frac{A_п}{A_т}$. Д. $\eta = F \cdot S$.

10. Пайдалуу жумуш менен толук жумуштун катнашы кандай?

   А. $A_п > A_т$. Б. $A_п : A_т$. В. $A_п \cdot A_т$. Г. $A_п < A_т$. Д. $A_п \cdot A_т$.

VI глава
ТЕРМЕЛҮҮЛӨР ЖАНА ТОЛКУНДАР

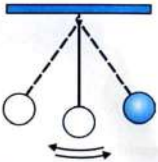
§ 51. Термелүүлөр

Өткөн параграфтарда нерсенин алга умтулуу жана айлануу кыймылдары менен тааныштык. Эми кыймылдын дагы бир түрүн – термелүү кыймылын карайбыз. Биздин жашоо-турмушубузда термелүү кыймылы эң кеңири таралган. Шамалдын таасиринен бак-дарактар жана өсүмдүктөр ыргалып, термелүү кыймылында болушат. Комузду черткенде анын кылы, телефондо сүйлөшкөндө анын жука дирилдек мембранасы, машиналарды от алдырганда алардын тулку бою термелүүгө келишет. Жердин ички катмарындагы эбегейсиз зор күчтүн аракети менен Жердин титиреши да термелүүгө кирет.

Океан-деңиздердин тартылып-ташкындоосу да кайталануучу кыймыл болуп эсептелет. Термелүүлөрдү өзүбүздүн организмибизден да кездештиребиз. Жүрөктүн жана кан тамырларыбыздын согушу, абада таралуучу үн – булардын бардыгы термелүү кыймылдарынын мисалдары.

Төмөнкүдөй тажрыйбага кайрылалы. Жипке шарчаны байлап, аны штативге бекители. Шарчанын тынч турган абалы **тең салмактуулук абалы** деп аталат. Шарчаны тең салмактуу абалынан кандайдыр бир бурчка кыйшайтып коё берсек (133-сүрөт), ал тең салмактуу абалынан бирде оңго, бирде солго жылып, кайталануучу кыймылга келет. Кыймыл убакыттын кандайдыр бир белгилүү аралыгында кайталанып турат. Муну 134-*а*, *б* сүрөттөрдө көрсөтүлгөн тажрыйбалардан да көрүүгө болот.

Термелүү кыймылына мүнөздүү белгилер кайсылар? Бул суроого жооп берүү үчүн 133-жана 134-сүрөттөргө кайрадан кайрылалы. Бул тажрый-



133-сүрөт. Шардын термелүүсү.

134-сүрөт. Термелүүнүн мисалдары.

балардын баарынан нерсенин кыймылынын кайталанышы же дээрлик кайталанып турушу байкалат. Бир толук термелүү жасап, б. а. сол жактагы четки абалдан оң жактагы четки абалга чейин жана тескерисинче ошондой эле жолду өтүп, шарча дагы деле ошол кыймылын улантат (133-сүрөт). Эгер кыймыл так кайталана берсе, анда аны мезгилдүү кыймыл деп атайбыз.

Термелүү – бул белгилүү бир убакыт аралыгында кайталануучу кыймыл. Ошентип, **термелүү кыймылы** деп нерсенин мезгилдүү кайталанып туруучу кыймылын айтабыз.

Биз колубузга китепти же башка бир буюмду алып, аны ары-бери кыймылга келтирсек, сыртынан караганда бул да термелүү кыймылына окшойт. Бирок ал термелүү кыймылы боло албайт. Анткени, колубуздун кыймылын кайсы жерде токтотсок нерсе да ошол жерде кала берет. Андан ары термелүүсүн өзү уланта албайт.

Термелүүнүн эң жөнөкөй түрү болуп эркин термелүүлөр эсептелет. Нерсе тең салмактуулук абалынан чыгарылгандан кийин оордук күчүнүн же серпилгичтүүлүк күчүнүн аракети астында гана термелсе, анда анын термелүүсү **эркин термелүү** деп аталат.

Пружинага же жипке илинген жүктүн термелүүлөрү жөнөкөй эркин термелүүнүн мисалдары болушат. Булар тең салмактуулук абалынан чыгарылгандан кийин нерсеге мезгил-мезгили менен сырттан күч жумшалбаса деле, оордук күчүнүн жана серпилгич күчүнүн таасиринде көпкө чейин термеле берет.

Эркин термелүү кыймылы пайда болушу үчүн кандай шарттар керек? Ал үчүн негизинен эки шарт аткарылышы зарыл. Биринчиден, нерсени тең салмактуу абалдан чыгарганда, аны кайра тең салмактуу абалына алып келүүгө умтулган күч пайда болушу керек. Биз жогоруда караган мисалдарда бул күчтүн кызматын жүктүн оордук күчү жана пружинанын серпилгичтүүлүк күчү аткарды. Экинчиден, термелүүчү нерсеге сүрүлүү жолтоо болбошу зарыл. Эгерде сүрүлүү күчү чоң болсо, термелүү бат өчөт же такыр эле болбой калышы да мүмкүн.

Термелүү жүрүп жаткан чөйрөдө сүрүлүү дайыма болгондуктан, ал акырындык менен басандап отуруп өчөт. Демек, термелүүчү нерсеге сырттан мезгил-мезгили менен күч аракет этпесе, ал өчүүчү термелүү болот. Мисалы, күүгө келтирилген селкинчек кандайдыр бир убакыттан кийин токтойт. Ага сырттан мезгил-мезгили менен түрткү берип турганда гана термелүүсүн улантат.

? 1. Кандай кыймыл термелүү кыймылы деп аталат? Мисалдар келтиргиле.
2. Термелүү кыймылынын мүнөздүү белгисин айтып бергиле.

3. Кандай кыймыл эркин термелүү деп аталат?
4. Эркин термелүүнүн пайда болуу шарттары кайсылар?

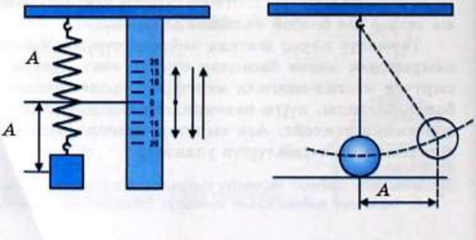
52. Термелүү кыймылынын негизги мүнөздөмөлөрү

Термелүүнүн амплитудасы. Термелүү кыймылында термелүүчү нерсе тең салмактуу абалынан кандайдыр бир аралыкка четтейт (135-сүрөт). **Нерсенин тең салмактуу абалынан эң чоң которулуу аралыгы термелүүнүн амплитудасы деп аталат.** Эгерде сүрүлүү болбосо, анда термелүүнүн амплитудасы өзгөрбөйт, б. а. ал тең салмактуу абалынан адегенде канчалык аралыкка четтесе, ошол калыбында термелүүсүн уланта берет. Демек, термелүүнүн амплитудасы термелүүчү нерсенин тең салмактуу абалынан алгач канчалык аралыкка четтегендигине көз каранды болот. Амплитуданы А менен белгилейбиз. Бирдиги үчүн *метр* алынат.

Термелүү мезгили. Термелүү кыймылы мезгилдүү болгондуктан, аны мүнөздөөчү чоңдуктардын дагы бири — термелүү мезгили. **Бир толук термелүүгө кеткен убакыт термелүү мезгили** деп аталат. Термелүү мезгили *T* тамгасы менен белгиленет жана бирдиги үчүн секунд алынат. Эгерде нерсе бир толук термелүү жасоо үчүн 2 *с* убакыт кетирсе, анда анын термелүү мезгили 2 *с*. Эгер 5 *с* убакыт кетирсе, термелүү мезгили 5 *с*га барабар болот.

Термелүү жыштыгы. Термелүү кыймылын дагы бир физикалык чоңдук – жыштык мүнөздөйт. **Бирдик убакыт ичиндеги термелүүнүн саны термелүү жыштыгы** деп аталат. Мисалы, нерсе бир толук термелүүгө 0,1 *с* сарпталса, анда 1 секунд ичинде 10 термелүү жасайт. Демек, бул учурда термелүүнүн жыштыгы 10го барабар. 1/0,1 *с* = 10 термелүү/с.

Жыштык гректин *n* (эн) тамгасы менен белгиленет. Жыштыктын аныктамасына ылайык термелүү мезгили менен жыштыктын ортосунда эң жөнөкөй байланыш бар. Жыштык мезгилге, мезгил жыштыкка тескери чоңдук болушат:



135-сүрөт. Термелүүнүн амплитудасын көрсөтүүчү тажрыйба.

$$n = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{n}.$$

Жыштыктын бирдиги үчүн 1 секунд ичиндеги 1 толук термелүү алынат. Бул бирдик герц (кыскача *Гц*) деп аталат: 1 *Гц* = 1/*с*.

Термелүү кыймылынын ылдамдыгы. Термелүү кыймылы жалпысынан өзгөрмөлүү кыймыл. Тагыраак айтканда, ал ылдамдатылган жана акырындатылган кыймылдардан турат. Жипке илинген шарчаны, тең салмактуу абалынан кыйшайтып коё бергенде анын ылдамдыгы барган сайын чоңоюп отурат. Тең салмактуу абалына жеткенде эң чоң болот. Андан ары, кайра ылдамдыгы азайып, эң четки абалында нөлгө барабар болот. Шарча карама-каршы багытта кайра ушул кыймылды кайталайт. Ошентип, термелүүчү нерсенин ылдамдыгы тең салмактуу абалынан четтеген эң алыскы аралыгында (б. а. $x = A$ жана $x = -A$) нөлгө барабар. Бул чекиттерде нерсе токтоп, кайра карама-каршы жакты көздөй келет. Качан тең салмактуу абалына жеткенде ($x = 0$) анын ылдамдыгы эң жогорку болот.

Демек, ылдамдык да термелүү кыймылында мезгилдүү өзгөрөт. Ар бир термелүү мезгили ичинде ылдамдык чоңдугу боюнча эки жолу эң чоң мааниге ээ болот.

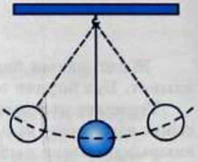
?
1. Термелүүнүн амплитудасы деген эмне?
2. Термелүү мезгили деген эмне? Кайсы тамга менен белгиленет, бирдиги кайсы?
3. Термелүү жыштыгы деген эмне? Кайсы тамга менен белгиленет, бирдиги кайсы?
4. Термелүү мезгили менен жыштык кандай байланышта?
5. Термелүүчү нерсенин ылдамдыгы термелүү учурунда кандайча өзгөрөт?

§ 53. Математикалык маятник

Термелүү кыймылын окуп-үйрөнүүнү жипке илинген кичинекей шарчанын кыймылынан баштайбыз. Мындай нерсени **маятник** деп айтабыз. **Эгерде нерсенин (жүктүн) өлчөмү жиптин узундугуна жана жиптин массасы нерсенин массасына салыштырмалуу өтө кичине болсо, анда мындай маятник математикалык маятник** деп аталат (136-сүрөт). Жиптин тик абалында, маятник тынч абалда болот. Эгерде аны кандайдыр бурчка кыйшайтып коё берсек, ал термелүүгө келет.

Маятникти тең салмактуу абалынан чыгарып, анан коё берели. Шарча кандай күчтүн аракети менен термелет? Маятниктин тик абалында шарчага эки күч: тик ылдый багытталган оордук күчү $\vec{P} = m\vec{g}$ жана жипти бойлото жогору багытталган жиптин керилүү (серпилгич) күчү $\vec{F}_к$ аракет этет (137-сүрөт). Бул күчтөрдүн чоңдуктары барабар,

багыттары карама-каршы болгондуктан, шарчаны кыймылга келтире албайт. Албетте, маятник кыймылга келгенде ага дагы сүрүлүү күчү аракет этет. Бирок биз аны өтө кичине деп эсепке албайбыз.



136-сүрөт. Математикалык маятник

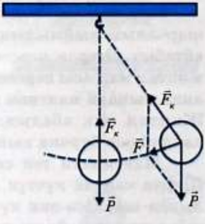
Маятник өзүнүн тик абалынан кандайдыр бир бурчка кыйшайтылганда, аны кайрадан тең салмактуу абалына алып келүүгө багытталган күч аракет этет. Бул күч жогоруда сөз болгон оордук күчү менен керилүү күчүнүн тең аракет этүүчүсү (F) болот. Маятниктин кыйшайган абалында оордук күчү мурдагыдай эле тик төмөн көздөй багытталат. Ал эми жиптин керилүү күчү $\vec{F}_к$ жип боюнча багытталып, оордук күчү менен кандайдыр бурч түзүп калат. Алардын жалпы түзүүчүсү $\vec{F}$ төмөнкүгө барабар:

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_к.$$

Кыйшаюу бурчу чоңойгондо $\vec{F}$ күчү да чоңоёт. Шарча тең салмактуу абалына келгенде, ал нөлгө барабар болот.

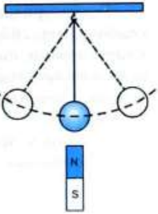
Математикалык маятниктин термелүү мезгили, б. а. толук бир термелүүгө кеткен убакыты (T) эмнеге көз каранды болорун текшерип көрөлү. Ал үчүн металл шарчаны узун жеңил жипке илебиз. Маятникти тең салмактуу абалынан чыгарып, термелүүгө келтиребиз жана секундомер менен термелүү мезгилин аныктайбыз. Убакыт өткөндөн кийин маятниктин термелүүсүнүн амплитудасы басаңдап калгандыгын байкайбыз. Ушул учур үчүн да термелүү мезгилин өлчөйбүз. Мындан термелүү мезгили мурдагыдай эле өзгөрбөстөн кала бергендигин табабыз. Ошентип, бул тажрыйбадан биз маятниктин термелүү мезгили амплитудага көз каранды эмес деген жыйынтык алабыз. Маятниктин бул касиети *изохронизм* («изо» – туруктуу, «хронос» – убакыт) деп аталат.

Эми маятниктин узундугун өзгөртпөстөн туруп, коргошун шарчасын пластмасса (же жыгач) шарча менен алмаштырып, тажрыйбаны кайталайбыз. Термелүү мезгили коргошун шарчасы менен болгон тажрыйбада кандай болсо, бул учурда да ошондой бойдон кала берет. Тажрыйбаны башка ар кандай материалдардан жасалган шарчалар менен да кайталоого болот. Анда деле ушундай жыйынтыкка келебиз. Демек, *математикалык маятниктин термелүү мезгили анын массасына көз каранды эмес.*



137-сүрөт. Термелүүнү пайда кылуучу күчтөр.

Андан ары маятниктин жибинин узундугун ар кандай өзгөртүп, тажрыйбаны дагы бир нече жолу кайталайбыз. Мындан *термелүү мезгили маятниктин жиби канчалык узун болсо, ошончолук чоң, ал эми кыска болсо, тескерисинче, кичине болорун байкайбыз.* Демек, жиптин узарышына жараша термелүү мезгили чоңоюп отурат. Башкача айтканда, ал жайыраак термелет.



138-сүрөт. Магниттин болот шарга таасир этиши.

Тажрыйбаны дагы улантабыз. Эми болот шарчалуу маятник алып, анын астына күчтүү магнитти коёбуз (138-сүрөт) да, термелүүгө келтиребиз. Бул учурда маятниктин термелүү мезгили байкаларлык азаят. Себеби, магниттин шарчаны төмөн көздөй тарткан күчү анын термелишине бир кыйла жолтоо болот. Магниттин төмөн көздөй тартуу күчү Жердин тартуу күчүнө окшош. Жалпысынан уюлдардан экваторду көздөй Жердин тартуу күчү азаят. Эгерде Жердин кандайдыр аймагында темир кени болсо, бул жерлерде тартуу күчү чоңоёт. Жердин тартуу күчү чоңойсо да ушундай жыйынтыкка келмекпиз. Жердин тартуу күчүнүн чоңоюшу менен g чоңоёт. Ошондуктан маятниктин термелүү мезгили эркин түшүүнүн ылдамдануусуна тескери көз карандылыкта болорун айта алабыз.

Бул жүргүзүлгөн тажрыйбалар математикалык маятниктин термелүү мезгили анын массасы менен амплитудасына көзкаранды эмес, ал маятниктин жибинин узундугуна түз, эркин түшүүнүн ылдамдануусуна (g) тескери көз каранды деп корутундуга алып келет.

*** Кошумча окуу үчүн:**

Х. Гюйгенс (1629–1695)

Бул көз карандылыктын мүнөзү кандай? Биз маятниктин узундугун чоңойткондо термелүү мезгилинин чоңойгондугун, кичирейткенде термелүү мезгилинин кичирейгендигин көргөнбүз. Демек, математикалык маятниктин термелүү мезгили T анын узундугуна түз көз каранды. Ал эми 138-сүрөттөгү тажрыйбадан Жердин тартуу күчү чоңойсо, термелүү мезгили азая тургандыгын байкаганбыз. Анда маятниктин термелүү мезгили эркин түшүүнүн ылдамдануусуна тескери көз каранды. Бул көз карандылыктар математикалык жол менен $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ *формуласы түрүндө берилет. Анын чыгарылышы менен силер жогорку класстын физика курсунан таанышасыңар, мында* l *– маятниктин узундугу,* g *– эркин түшүүнүн ылдамдануусу,* π *– туруктуу сан (*$\pi = 3{,}14$*).*

Термелүү кыймылынын мезгилдүү кайталанышы убакытты өлчөөдө колдонулат. 1657-жылы голландиялык улуу физик Христиан Гюйгенс маятниктин термелүүсүнүн изохрондуу касиетин убакытты ченөө үчүн пайдаланууга болорун айткан. Гюйгенс тарабынан сунуш кылынган сааттын механизминин негизги түзүлүшү азыркы күнгө чейин сакталууда.

Сааттын түзүлүшү ар кандай болсо да, алардын негизинде кыймылдын кайталануучулугу – термелүү кыймылы жатат.

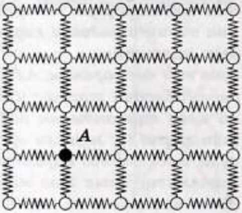
?

1. Математикалык маятник деген эмне?
2. Жипке илинген жүктү кандай шарттарда математикалык маятник катары кароого болот?
3. Математикалык маятниктин термелүү мезгили кайсы чоңдуктарга көз каранды? Кайсы чоңдуктарга көз каранды эмес?
4. Эгерде маятниктеги жүктүн массасын 2 эсе чоңойтсок, анын термелүү мезгили өзгөрөбү? Өзгөрсө, кандай?
5. Маятникти термелүү кыймылына келтирүүчү күчтү түшүндүрүп бергиле.
6. Маятникти эмне себептен убакытты өлчөөдө колдонобуз?
7. Убакытты өлчөөгө маятникти колдонууну биринчи жолу ким сунуш кылган?

§ 54. Толкундар

Термелүү кыймылында биз жеке бир нерсенин, мисалы, шардын, жүктүн же материалдык чекиттин кыймылын карадык. Толкундук кыймыл көптөгөн нерселердин кыймылы менен байланыштуу. Аны түшүнүү үчүн адегенде **серпилгичтүү чөйрө** жөнүндөгү түшүнүктү карайлы.

Серпилгичтүү чөйрөнүн мисалы катары бири-бири менен серпилгичтүү жумшак пружиналар аркылуу байланышкан шарчаларды элестетүүгө болот. Мындай шарчалардын бирөөнү *A* шарчасын козгоп, ордунан жылдырып термелтсек, анда ага коңшу жаткан шарчалар да термеле баштайт (139-сүрөт).



139-сүрөт. Серпилгичтүү чөйрөнүн модели.

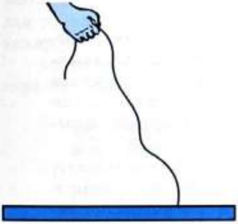
Бизди курчап турган чөйрө – аба, ошондой эле бардык суюк жана катуу нерселер майда бөлүкчөлөрдөн турары белгилүү. Бул бөлүкчөлөр өз ара аракеттенишүүдө болушат. Элестетип айтканда ар бир бөлүкчө экинчиси менен серпилгичтүү пружиналар аркылуу байланышкандай болуп турушат. Ушундайча элестетилген газ, суюк жана катуу нерселер *серпилгичтүү чөйрөлөр* деп аталат.

Серпилгичтүү чөйрөдө, мисалы абада, кандайдыр бир нерсе термелүүгө келсе, анын термелүүсү курчап турган чөйрөнүн бөлүкчөлөрүнө берилет. Мында термелүүчү нерсе термелүү булагы болуп калат. Чөйрөнүн бөлүкчөлөрү термелүүсүн улам кийинки бөлүкчөлөргө берет. Ошентип чөйрө боюнча термелүү таралат. **Серпилгичтүү чөйрөдө термелүүлөрдүн таралышы механикалык толкундар деп аталат.**

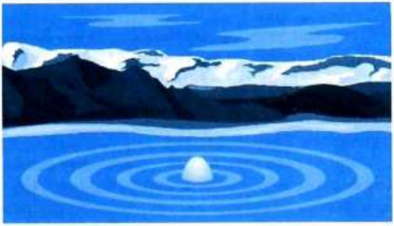
Жогорудагы (139-сүрөт) серпилгичтүү чөйрөнүн модели катары элестетилген шарчалардын бирөөнү, мисалы, *A* шарчасын, термелүүгө келтирсек, анда аны менен бирге коншулаш жаткан бөлүкчөлөр да термеле баштайт. Термелүүлөрдүн таралышы толкунду пайда кылат.

Дагы бир тажрыйбаны карап көрөлү. Узун жиптин бир учун дубалга бекитип, экинчи учун колубуз менен кыймылга келтиребиз (140-сүрөт). Колубуздун вертикаль багытта өйдө-төмөн кыймылдашы менен жипти бойлото ойдун-дөңсөөлөр «жүгүргөндүгүн» көрөбүз. Бирок жиптин эки учу тең өз ордунда эле болот. Тажрыйба жипти бойлото таралган толкунду көрсөтөт.

Толкунду мындан тышкары жаратылыштагы кубулуштардан да байкоого болот. Мисалы, шамал болуп жаткан учурда талаадагы чөптүн, чабыла элек эгиндин ыргалгандыгын көрөбүз. Мындай талааны карап туруп биз, анын бети боюнча кандайдыр бир нерсе которулуп, жылып бараткандай болгондугун сезебиз. Бирок, эмне жылып жаткандыгы ачык байкалбайт. Дан өсүмдүктөрү же чөптүн сабактары өз орундарында эле болушат. Алар бирде ийилип, бирде кайра ордуна келип, термелүү жасап жаткан гана болушат. Толкун кыймылдарын агып жаткан суудан, көлдөрдөн, деңиз жана океандардан байкоого болот. Шамал болгондо көлдүн бети өркөчтөнүп, жээкти чапчыган толкун пайда болот. Эгерде бети тынч турган көлмөгө таш ыргытса, анда толкун бардык багыт боюнча тегерек болуп тарай тургандыгын көрөбүз (141-сүрөт).



140-сүрөт.



141-сүрөт. Тынч турган суудагы толкун.

Таш ташталган жерден кандайдыр аралыкта түрмөктөлгөн кагаз жатса, ал өз ордунда эле бирде көтөрүлүп, бирде төмөн түшүп термелүү жасап жатканын көрөбүз.

Толкун пайда болгон чөйрөдө чөйрөнүн бөлүкчөлөрү толкун менен кошо таралып кетпестен, мисалда келтирилген кагаздай, өзүлөрүнүн тең салмактуу абалынын аймагында гана термелүү кыймылында болот. Термелүүнүн чөйрөдө таралышы серпилгичтүү күчтүн аракети менен бир термелүүчү бөлүкчөдөн экинчисине энергияны берүү менен байланышкан. Демек, толкундар бир термелүүчү бөлүкчөдөн экинчисине энергияны ташыйт. Бирок бөлүкчөнүн өзү бул учурда тең салмактуу абалынын айланасында термелүүгө келет да, толкун менен кошо кетпейт.

Толкун кыймылынын башкы өзгөчөлүгү – анын алыс аралыкка таралышы. Тоголотулган же ыргытылган нерселер көп болсо бир нече метр аралыктарга барып анан токтойт. Ал эми толкун кыймылы жүздөгөн километр аралыкка тараган учурлары белгилүү жана ар кандай кырсыктардын себепкери болушу мүмкүн. Жердин титиреши, цунами ж. у. с. анын мисалы боло алат. Ошондуктан термелүүлөрдү, аны менен коштолгон толкундарды окуп-үйрөнүү дайыма практикалык маселелерди чечүүгө байланышкан.

Океандарда, деңиздерде пайда болгон толкундардын энергиясын пайдалануу максатында электр станциялары курулуп, иштеп жатат.

?
1. Толкун деп эмнени айтабыз?
2. Толкундун таралышы чөйрө менен кандай байланышта?
3. Толкундун кандай түрлөрү бар?
4. Толкун таралганда өзү менен бирге чөйрөнүн бөлүкчөсүн ала кетеби? Аны кандай тажрыйба менен ырастоого болот?

§ 55. Үн толкундары

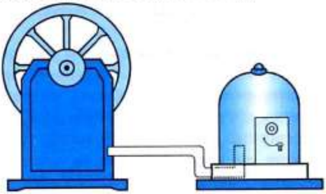
Биздин угуу органыбыз – кулак. Кулагыбыз менен айлана-чөйрөдөгү ар кандай үндөрдү угабыз. Алар адамдардын добушу, чымчыктардын сайрашы, музыкалык аспаптардын үндөрү, шамал учурунда бак-дарактардын шуулдашы, деңиздерде жана көлдөрдө пайда болгон толкундардын шарпылдашы ж. у. с. Үн ар кандай согуулардан, жарылуулардан да пайда болот.

Үн булактары болуп термелүүчү нерсе эсептелет. Биз мезгилдүү термелүүчү нерселерден пайда болгон үндү карайбыз. Мисалы, комуздун кылы, камертон ж. у. с. термелүүчү нерселер үн толкундарын пайда кылышат. Серпилгичтүү чөйрөдө пайда болгон толкундардын ичи-

нен жыштыгы 16 *Гцтен* 20 000 *Гцке* чейинки толкундар биздин кулагыбызга келип тийгенде үн сезимин пайда кылат. Жыштыгы 16 *Гцтен* төмөн жана 20 000 *Гцтен* жогору жаткан толкундар бизге үн болуп угулбайт. Бирок ал айбанаттар үчүн үн болуп угулушу мүмкүн.

Үндүн таралышы үчүн үн булагы менен үндү кабылдагычтын ортосунда кандайдыр бир серпилгичтүү чөйрө болушу керек. Мындай чөйрөнүн милдетин аба аткарат. Абада үн булагынан таралган термелүүлөр – үн толкундары түрүндө таралып, биздин кулагыбыздын калканчасына келип тиет.

Чөйрөсүз үн таралбайт. Аны төмөнкү тажрыйбадан байкайбыз. Электр конгуроосун алып, аны айнек баллондун ичине жайгаштырабыз (142-сүрөт). Айнек баллонунун ичинен сордурууучу насостун жардамы менен абаны чыгара баштайбыз. Абанын сордурулушу менен үн басаңдай баштайт. Кандайдыр бир убакыттан кийин, ал таптакыр угулбай калат. Ошентип, аба биз үчүн үн таралууучу чөйрө болуп эсептелет. Үн бир гана абада таралбастан, суюк жана катуу чөйрөлөрдө да таралат.


142-сүрөт. Вакуумдагы электр коңгуроосу.

Биз чагылган чартылдагандан бир кыйла убакыт өткөндөн кийин гана анын күркүрөгөн үнүн угабыз. Бул болсо үн менен жарыктын таралуу ылдамдыгы түрдүүчө экендигин көрсөтөт. Үндүн таралуу ылдамдыгы жарыктын таралуу ылдамдыгынан өтө кичине. Жарык заматта эле келип жетет.

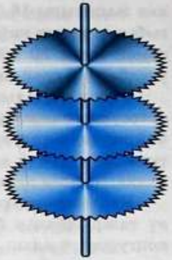
Үндүн ылдамдыгы үн чыгаруучу булактан байкагычка чейинки аралыкты үн таралган убакытка бөлүү аркылуу аныкталат. Абада үн 330 $м/с$ ылдамдык менен таралат. Үн катуу жана суюк чөйрөлөрдө мындан да чоң ылдамдык менен таралат. Мисалы, сууда ал 1 440 $м/с$, темир рельс боюнча ал 5 000 $м/с$ ылдамдык менен таралат.

Ар кандай заттардагы үндүн таралуу ылдамдыгы 5-таблицада көрсөтүлгөн.

5-таблица

Заттын түрү (t = 20°C)	Үн ылдамдыгы $м/с$	Заттын түрү (t = 20°C	Үн ылдамдыгы $м/с$
Аба	330	Темир жана болот	5000
Гелий	1005	Айнек	4500
Суутек	1300	Алюминий	5100
Суу	1440	Жыгач	4000
Деңиз суусу	1560		

Үндүн мүнөздөмөлөрү. Биз мезгилдүү термелүү кыймылында болгон нерселерден чыккан үн жөнүндө гана сөз кылабыз. Бул үндөргө музыкалык аспаптардан, биздин көмөкөйүбүздөн, камертондон ж. у. с. нерселерден чыккан үндөр кирет. Бул үндөр жалпысынан **музыкалык үндөр** (согуудан, жарылуудан чыккан үндөрдөн айырмаланып) деп аталат.



143-сүрөт.

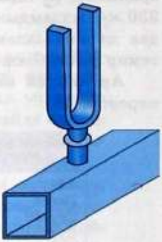
Негизинен музыкалык үндөр үч сапаты боюнча айырмаланат. Алар: *үндүн тону, үндүн катуулугу* жана *тембри*.

Үндүн тону же **бийиктиги** үн толкунунун жыштыгы менен байланыштуу. 143-сүрөттө бир окко бекитилген тиштеринин саны ар башка болгон араа түрүндөгү үч тегерек диск берилген. Эгерде аларды айландырып, анын тиштерине картонду тийгизсек, үн чыга баштайт. Тиштердин саны көбүрөөк дискага тийгенде үн ичке жана ачуураак чыгат. Дискаларды тезирээк айландырсак, анда андан да тону бийик үндөрдү угабыз.

Үндүн катуулугу же күчтүү чыгышы үн толкундарынын амплитудасы жана жыштыктары менен байланыштуу. Бирок, ал биздин өзүбүздүн угуу сезимибизге, б. а. кулактын начар же жакшы угушуна да байланыштуу. Бир эле катуулуктагы үн ар кимге ар кандай угулушу мүмкүн. Үндүн катуулугу Белл деген окумуштуунун урматына *белл* же 10 эсе кичине *децибелл* деген бирдиктер менен ченелет. Акырын шыбырап сүйлөшкөн кишилердин үнүнүн катуулугу 10–12 децибелл болсо, жай сүйлөшкөн кишилердин үнүнүн катуулугу 30–40 децибеллди түзөт.

Үндүн тембри. Үндүн тембри үндүн жагымдуулугун мүнөздөйт. Биз өзүбүздүн тааныштарыбыздын, баланын же кыздын үндөрүн тембри боюнча айырмалайбыз. Үнү жагымдуу ырчылардын үнүнүн тембри жакшы деп бааланат. Айрым радиокабылдагычтардын «тембр» деп жазылган бурамасы үндүн жагымдуулугун жакшыртуу үчүн кызмат кылат.

Камертондор. Үндүн жасалма булагы катары лабораторияларда жана изилдөө иштеринде *камертон* деп аталган курал пайдаланылат (144-сүрөт). Үндүн чыгышы жакшы болсун үчүн ал ичи көңдөй кутуга орнотулат. Камертондор ар кандай өлчөмдөрдө жасалып, алардын ар бири белгилүү жыштыктагы үндү гана чыгарат. Музыканттар камертондон чыккан үн аркылуу өздөрүнүн музыкалык аспаптарын күүлөшөт.



144-сүрөт.

Урулган камертондун жаагы термелүүгө келип, айланасындагы абаны да кошо термелтип, үн толкундарын пайда кылат. Камертон кандай жыштыктагы үндү чыгарып жаткандыгын анын бетине жазылган цифрадан биле алабыз.

?
1. Үн булагы болуп эмнелер эсептелиши мүмкүн?
2. Музыкалык үндөр деп кандай үндү түшүнөбүз?
3. Кандай жыштыктагы толкундарды үн толкундары деп айтабыз?
4. Үндүн кандай мүнөздөмөлөрү бар?
5. Үндүн бийиктиги эмнеге көз каранды?
6. Үндүн катуулугу жана тембри дегенибиз эмне?
7. Эмне себептен бир эле үндү эки адам ар кандай катуулукта угат?

§ 56. Үндүн чагылышы. Жаңырык. Ультраүндөр жөнүндө маалымат

Үн абада таралуу менен өзүнүн жолундагы тоскоолдуктардан (аска, дубал) чагылат. Мындай кубулуш жаңырык деп аталат.

Тоодон, токойдон, бийик үйлөрдүн дубалынан чагылган жаңырыкты кайра эле үн катары угабыз. Бирок чагылган үн адепки чыккан үндөн өзүнчө бөлүнүп кабыл алынганда гана ал жаңырык болот. Үндөрдү кайсы бир аралыкты 1/15 *с*дан кем эмес убакыттан өтсө гана адамдын кулагы алардын бирин экинчисинен ажыратып уга алат. Демек, биз жаңырыкты качан тосмого чейинки аралык (s) 1/15 *с* ичинде үн жетип, кайра келгенге чейинки ($2s$) аралыктан кем болбогондо гана угабыз. Бул аралыкты оңой эле эсептөөгө болот (145-сүрөт).

$v = 2s/t$, мындан $s = vt/2$, же $s = (330\ м/с \cdot 1/15\ с)\ /2 = 11\ м$.

Чоң залда эл аз отурган болсо, сүйлөп жаткан адамдын сөзү угуучуларга так угулбайт. Анткени сүйлөп жаткан адамдын сөзү (үнү) ар кандай дубалдардан, отургучтардан, башка катуу предметтерден чагылып угуучунун кулагына ар башка убакытта келип жетет. Эгер ошол эле залда эл толтура болсо, сүйлөгөн адамдын сөзү даана угулат. Анткени адамдардын кийими, денеси, б. а. жумшак нерселер үндү чагылтпастан, жутуп алышат. Чагылган үн аз болгондуктан, сүйлөнгөн сөздөр кулагыбызга жакшы угулат.

Жаңырык практикалык максаттарда кеңири колдонулат. Мисалы, үндүн таралып, кайра чагылып келген убактысы боюнча аралыктарды аныктоого болот.

Ультраүндөр. Биздин кулагыбызга үн катары угулбаган, жыштыгы 20 000 *Гц*тен жогору жаткан толкундар **ультраүндөр** деп аталат. Мын-

дай үндөрдүн бир катар өзгөчөлүктөрү бар. Ал сууда жутулбай жакшы таралат. Ультраүндөрдүн сууда чагылышы боюнча аралыкты аныктоочу курал *эхолот* деп аталат. Мурда деңиздердин тереңдигин учуна жүк байланган арканды чубалтып, анын узундугу боюнча аныкташчу. Терең жерлерди өлчөө үчүн бул түйшүктүү жумуш бир нече сааттарга созулуучу. Азыр кемелердин түбүнө жайгаштырылган (146-сүрөт) эхолот аны заматта өлчөп алууга мүмкүндүк берет. Ал гана турсун мындай эхолоттордун жардамы менен деңиздердин түбүнүн рельефин да чийип алууга болот. Көпчүлүк океан жана деңиз астындагы тоолордун рельефи ушундайча такталган.

145-сүрөт.

Эхолот ультраүндүк сигналдарды нурландыруучу булактан жана аларды кабыл алгычтан турат. Ал нурданган жана чагылуучу сигнал келип жеткен убакытты ченөөчү сааттык түзүлүш менен жабдылган.

Ультраүн өндүрүштө да кеңири колдонулат. Анын жардамы менен машинелердин тетиктериндеги кемчиликтерди (боштуктарды, жаракаларды) аныкташат. Ал эми медицинада болсо ультраүн оорулуунун денесиндеги ар кандай өзгөрүүлөрдү (шишик, жарат ж. б. дарттарды) аныктоого мүмкүндүк берет. Ал бир катар ооруларды дарылоо максатында да колдонулат.

146-сүрөт. Тереңдикти өлчөө.

Айрым жан-жаныбарлар, мисалы, жарганаттар, дельфиндер, ультра үндүн жардамы менен өз ара байланышат, азыктарын табышат. Мисалы, жарганат караңгыда эч нерсеге урунбастан эле көзү көрүп жаткандай учуп жүрө алат. Ал эле эмес жарганат караңгыда өзүнүн жемин да таап, жан багат. Жарганаттар жана айрым жаныбарлар ультраүн чыгаруучу жана башка нерседен чагылгандан кийин аны кабыл алуучу органдарга ээ. Алар ультраүндөрдүн жардамы менен алдыда турган нерсенин ордун, ага чейинки аралыкты аныктай алышат. Сууда кит, дельфин сыяктуу жаныбарлар үчүн да ультра үн кызмат кылат.

? 1. Жаңырык деген эмне?
2. Жаңырыкты бардык эле аралыктагы тосмолордон уга берүүгө болобу?

3. Жаңырыктын жардамы менен тосмого чейинки аралыкты кантип аныктайбыз?
4. Ультраун деген эмне?
5. Чагылган үндөрдү кандай максаттарга колдонууга болот?

15-көнүгүү.

1. Төмөндө келтирилген мисалдардын ичинен кайсынысы термелүү кыймылы боло алат: а) кийим тигүүчү машиненин ийнеси; б) компастын жебесинин учу; в) учуп бараткан куштун канаты?
2. Эгерде пружинага илинген жүк 10 секундда 20 термелүү жасаса, анда ал 1 секундда канча термелүү жасайт? Термелүү мезгили канча? (2; 0,5)
3. Ичке узун жипке илинген шарчанын термелүү мезгили 0,2 *с*га барабар. Анын термелүү жыштыгын тапкыла. ($5c^{-1}$)
4. Эгерде термелүүчү нерсенин термелүү жыштыгы 2 эсе чоңойсо, анда анын термелүү мезгили кандай өзгөрөт?
5. Толкундук кыймылдарды окуп-үйрөнүүнүн зарылчылыгы эмнеде?
6. Чагылгандын күркүрөгөн үнү 15 секундадан кийин угулган. Ал кандай аралыкта болгон? (4950 *м*)
7. Үндү чагылдыруучу тосмого чейинки аралык 68 *м*. Адам канча убакыттан кийин жаңырыкты уга алат? (9,7 *с*)
8. Учуучу майда чымын-чиркейлер үн чыгарып учушат. Бул эмнеден пайда болот? Аны кандайча түшүндүрүүгө болот?
9. Адамдар Айда өз ара үн чыгарып сүйлөшө алышабы?

VI глава боюнча негизги билимдер жана алардын өз ара байланышы

«Термелүүлөр жана толкундар» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү

1. Төмөнкү терминдердин кайсынысы физикалык кубулушту билгизет.

   А. Ылдамдык. Б. Күч. В. Динамометр. Г. Термелүү. Д. Оордук күчү.

2. Эркин термелүү кандай күчтүн таасиринде пайда болот?

   А. Оордук күчүнүн гана. Б. Сүрүлүү күчүнүн. В. Серпилгичтүүлүк күчүнүн гана. Г. Оордук жана серпилгичтүүлүк күчтүрүнүн таасиринде. Д. Түртүү күчүнүн таасиринде.

3. Төмөнкү чоңдуктардын кайсынысынын термелүү кыймылына тиешеси жок?

   А. Ылдамдануу. Б. Сүрүлүү коэфициенти. В. Амплитуда. Г. Термелүү жыштыгы. Д. Термелүү мезгили.

4. Төмөнкү формулалардын кайсынысы туура эмес?

   А. $n=\frac{1}{T}$. Б. $T=\frac{1}{n}$. В. $T \approx n$. Г. $T=n$. Д. $T+n=0$

5. Термелүүнү мүнөздөгөн чоңдуктардын бирдиктери кайсылар?

   А. *Н*; Б. *Гц*; В. *м*; Г. *с*; Д. *Дж*.

6. Математикалык маятниктин термелүү мезгили эмнеге көз каранды?

   А. Таасир этүүчү чөйрөгө. Б. Маятниктин жибинин узундугуна. В. Жиптин түсүнө. Г. Эркин түшүүнүн ылдамдануусуна. Д. Термелүүчү нерсенин формасына.

7. Толкун физикалык билимдердин элементтеринин кайсы түрүнө кирет?

   А. Чоңдук. Б. Кубулуш. В. Курал. Г. Бирдик. Д. Закон.

8. Кулакка угулган үн толкундарынын жыштыгы канчага барабар?

   А. 16 *Гц*тен төмөн. Б. 16 *Гц*тен 20 000 *Гц*ке чейин. В. 10 *Гц*тен 40 000 *Гц*ке чейин. Г. 20 *Гц*тен 30 000 *Гц*ке чейин. Д. 10—12 *Гц*.

9. Үндүн ылдамдыгы кайсы чөйрөдө эң чоң?

   А. Абада. Б. Сууда. В. Темирде. Г. Айнекте. Д. Жыгачта.

10. Үндүн жасалма булагы кайсы?

    А. Лампочка. Б. Калем сап. В. Камертон. Г. Китеп. Д. Рулетка.

ЛАБОРАТОРИЯЛЫК ИШТЕР

№ 1. Өлчөөчү куралдардын жардамы менен туура жана туура эмес формадагы нерселердин көлөмүн аныктоо

Иштин максаты: өлчөөчү куралдын шкаласынын бөлүгүнүн баасын жана ар түрдүү формадагы нерселердин көлөмүн аныктоону үйрөнүү.

Куралдар жана материалдар: сызгыч, мензурка, суу куюлган идиш, туура жана туура эми формадагы майда нерселер.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Колуңардагы мензурканын бөлүктөрүнүн баасын окуп = үйрөнгүлө. Ал үчүн мензурканын шкаласындагы эң жакынкы эки санды алып, чоңунан кичинесин кемитүү керек. Келип чыккан санды ал эки жакынкы сандардын ортосундагы майда бөлүктөрдүн санына бөлсөк, бул сан ошол мензурканын бөлүгүнүн баасын берет.
2. Туура формадагы нерсенин көлөмүн аныктоонун өзүңөргө белгилүү болгон жолдорун, формуласын жана бирдиктерин эсиңерге түшүргүлө.
3. Берилген туура геометриялык формадагы нерселердин көлөмүн сызгычтын жардамында аныктагыла жана $см^3$, $мм^3$ менен туюндургула.
4. Алардын көлөмүн мензурканын жардамында аныктагыла жана $см^3$, $мм^3$ менен туюндургула. Баштапкысы менен салыштыргыла.
5. Туура эмес формадагы нерсени алып, анын көлөмүн мензурканын жардамында аныктагыла жана $см^3$, $мм^3$ менен туюндургула.
6. Дептериңерге төмөнкү таблицаны чийип, ага өлчөөлөрдүн жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын жазгыла.

Нерселердин аттары	Сызгычтын жардамы менен		Мензурканын жардамы менен	
	V ($см^3$)	V ($мм^3$)	V ($см^3$)	V ($мм^3$)

7. Жүргүзүлгөн өлчөөлөрдүн негизинде корутунду чыгаргыла.

№ 2. Нерселердин тыгыздыгын аныктоо

Иштин максаты: катуу жана суюк нерселердин тыгыздыктарын тажрыйба жүзүндө аныктоого үйрөнүү.

Куралдар жана материалдар: мензурка, өлчөмү чоң эмес ар кандай нерселер, суюктуктар, рычагдуу тараза (таштары менен).

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Окуу китебинен «Заттын тыгыздыгы» темасын кайталагыла.

2. Берилген катуу жана суюк нерселердин массаларын рычагдуу таразанын жардамында аныктагыла, маанисин *кг* менен туюндургула.

3. Алардын көлөмүн мензурканын же сызгычтын жардамы менен аныктагыла жана $м^3$ менен туюндургула.

4. Алынган өлчөөлөрдү пайдаланып, ал нерселердин тыгыздыктарын эсептегиле жана маанилерин $кг/м^3$, $г/см^3$ менен туюндургула.

5. Дептеринерге төмөнкү таблицаны чийип, ага өлчөөлөрдүн жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын жазгыла.

Нерселер	Көлөмдөрү		Массалары		Тыгыздыгы ($\rho = m/V$)	
	V ($см^3$)	V ($м^3$)	m (г)	M (кг)	($г/см^3$)	($кг/м^3$)
1. 2. 3.						

6. Жүргүзүлгөн тажрыйбалардын негизинде корутунду чыгаргыла.

№ 3. Пружиналуу динамометрди градуирлөө

Иштин максаты: пружинаны градуирлөөгө жана аны пайдаланып күчтөрдү ченөөгө үйрөнүү.

Куралдар жана материалдар: динамометрлер, ак кагаз, массасы белгисиз нерсе, муфталуу жана карматкычтуу штатив, ар биринин массасы 102 *г* болгон жүктөр.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Окуу китебинен «Күч. Күчтү өлчөө» темасын окугула.

2. Динамометрдин бетине ак кагаз коюп, аны штативге бекиткиле жана пружинанын жебесинин абалын белгилегиле. Бул 0 абалы болот.

3. Пружинанын илмегине массасы 102 *г* болгон жүктү илип, динамометрдин көрсөтүүсүн белгилегиле. Бул 1 *Н* болот.

4. Пружинага массалары 204 *г*, 306 *г*, 408 *г* болгон жүктөрдү илип, ага жараша 2 *Н*, 3 *Н*, 4 *Н* деп, динамометрдин көрсөтүүсүн белгилегиле.

5. Алынган 0 менен 1, 1 менен 2, 2 менен 3, 3 менен 4 цифраларынын аралыктарын барабар он бөлүккө бөлгүлө. Мында ар бир сызыкча 0,1 *Н*го барабар экендиги алынат.

6. Алынган бөлүктөрдү (шкаланы) пайдаланып, силерге берилген жүктүн оордук күчүн аныктагыла.

7. Жүргүзүлгөн тажрыйбанын негизинде корутунду чыгаргыла.

№ 4. Сүрүлүү күчүнүн чоңдугун аныктоо

Иштин максаты: сүрүлүү күчүнүн сүрүлүүчү беттерге болгон көз карандылыгын тажрыйба жүзүндө окуп-үйрөнүү.

Куралдар жана материалдар: жылмакай жыгач тактай, айнек, тунуке, илмеги бар кубик жыгач, темир ж. у. с. заттардан теги белгилүү болгон төрт кырдуу нерселер, динамометрлер.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Китептеги «Күчтүн түрлөрү. Сүрүлүү күчү» теманы кайталагыла.
2. Алынган нерселерди динамометрге илип, акырындык менен тегиз бет боюнча сүйрөйбүз. Мында нерсенин кыймылы бир калыпта болушу керек. Динамометрдин көрсөтүүсүн жазып алабыз. Бир калыптагы кыймылда нерсени сүйрөгөн күч (динамометрдин көрсөтүүсү) сыйгалануудагы пайда болгон сүрүлүү күчүнө барабар.
3. Тажрыйбаны эки түрдүү нерселер үчүн аткаргыла.
4. Дептериңерге төмөнкү таблицаны чийгиле жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын жазгыла.

Сүрүлүшкөн нерселердин теги	Сүрүлүү күчү, *Н*
1. Жыгач менен жыгач 2. Жыгач менен темир 3. Жыгач менен айнек 4. …	

5. Жүргүзүлгөн өлчөөлөрдүн негизинде корутунду чыгаргыла.
6. Сүрүлүү коэффициентин аныктагыла?

№ 5. Суюктукка матырылган нерсеге аракет этүүчү күчтүү аныктоо

Иштин максаты: суюктукка матырылган нерсеге суюктуктун түртүп чыгаруу аракетин байкоо жана түртүп чыгаруучу күчтү аныктоо.

Куралдар жана материалдар: динамометр, муфталуу жана карматкычы бар штатив, көлөмдөрү ар түрдүү болгон эки нерсе, суу жана туздун суудагы каныккан эритмеси куюлган стакандар.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Окуу китебинен Архимед күчү темасын кайталагыла.
2. Динамометрди штативге бекитип, жипке байланган нерсени ага илгиле. Динамометрдин көрсөткөндөрүн белгилеп жазып алгыла. Бул болсо нерсенин абадагы салмагы (P_1).
3. Суу куюлган стаканды коюп, нерсе суунун ичине бүт бойдон чөгөрүлмөйүнчө кыскычтуу муфтаны жана динамометрди төмөн түшүргүлө.

Динамометрдин көрсөткөндөрүн белгилегиле жана аны жазып алгыла. Бул болсо нерсенин суудагы салмагы (P_2).

4. Алынган маалыматтар боюнча нерсеге аракет этүүчү түртүп чыгаруучу күчтү эсептегиле ($F_{түрт.} = P_1 - P_2$).

5. Таза суунун ордуна туздун каныккан эритмесин алгыла, кайрадан ошол эле нерсеге аракет этүүчү түртүп чыгаруучу күчтү аныктагыла.

6. Дептеринерге төмөнкү таблицаны чийип, ага өлчөөлөрдүн жана эсептөөлөрдүн жыйынтыктарын жазгыла.

Суюктук	Нерсенин абадагы салмагы P_1 (H)	Нерсенин суюктуктагы салмагы P_2 (H)	Түртүп чыгаруучу күч $F_{түрт.} = P_1 - P_2$ (H)
Суу			
Туздун суудагы каныккан эритмеси			

№ 6. Нерсенин которууда аткарылган жумушту аныктоо

Иштин максаты: нерсени которууда аткарылган жумушту тажрыйбада байкоо жана аныктоо.

Куралдар жана материалдар: динамометр, илмеги бар жыгачтан жасалган төрт кырдуу нерсе, сызгыч.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Окуу китебинен «Механикалык жумуш» темасын кайталагыла.

2. Столдун үстүнө жыгачтан жасалган төрт кырдуу нерсени койгула жана алдыңкы четин белгилегиле.

3. Төрт кырдуу жыгачты динамометрге илип, столдун бети боюнча кандайдыр бир аралыкка чейин бир калыпта сүйрөгүлө жана динамометрдин көрсөтүүсүн жазып алгыла.

4. Төрт кырдуу жыгачтын өткөн аралыгын сызгыч менен өлчөгүлө.

5. Алынган маалыматтар боюнча аткарылган жумуштун чоңдугун эсептегиле.

6. Дептериңерге төмөнкүдөй таблица чийип, ага өлчөөлөрдүн жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын жазгыла.

Күчтүн чоңдугу, *Н*	Өткөн аралыгы, *м*	Аткарылган жумуш, *Дж*

7. Өлчөөлөрдү башка учурлар үчүн да аткарып көрсөңөр болот.

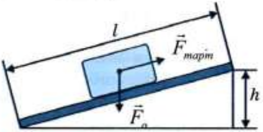
№ 7. Жантык тегиздиктин пайдалуу аракет коэффициентин аныктоо

Иштин максаты: жантык тегиздиктин жардамы менен аткарылган пайдалуу жумуш толук жумуштан кичине экендигин байкоо.

Куралдар жана материалдар: жалпак тактайча, динамометр, илмеги бар жыгач брусок, муфталуу жана карматкычтуу штатив, сызгыч.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Окуу китебинен «Механикалык жумуш», «Механизмдердин пайдалуу аракет коэффиценти» темаларын кайталагыла.
2. Тактайды жантык койгула (147-сүрөт).
3. Жантык тегиздиктин h бийиктигин жана l узундугун өлчөгүлө.
4. Брусоктун F оордук күчүн динамометр менен өлчөгүлө.
5. Динамометрге брусокту чиркеп, аны жантык тегиздик боюнча өйдө карай бир калыпта жылдыргыла. F тартуу күчүн өлчөгүлө.
6. Брусок h бийиктикке вертикаль боюнча көтөрүүдөгү жумушту, б. а. пайдалуу жумушту ($A_{п.} = F \cdot h$) эсептегиле.
7. Брусокту l узундуктагы жантык тегиздик боюнча ошол эле бийиктикке көтөрүүдөгү толук жумушту ($A_{т.} = F \cdot l$) эсептегиле.



147-сүрөт

8. Жантык тегиздиктин ПАКын ($\eta = \frac{A_п}{A_т} \cdot 100\,\%$) эсептегиле.
9. Дептериңерге төмөнкү таблицаны чийип, өлчөөлөрдүн жана эсептөөлөрдүн жыйынтыктарын жазгыла:

Бийиктиги h, м	Оордук күчү F, Н	Пайдалуу жумуш $A_{п.} = Fh$	Узундугу l, м	Тартуу күчү $F_{тарт.}$, Н	Толук жумуш $A_{т.} = F \cdot l$	ПАК

№ 8. Математикалык маятниктин термелүү мезгилинин башка чоңдуктарга көз карандылыгын окуп-үйрөнүү

Иштин максаты: математикалык маятниктин термелүү мезгили кайсы чоңдуктарга көз каранды эмес жана кайсыларга көз каранды экендигин тажрыйба жүзүндө текшерип көрүү, көз карандылыктардын мүнөзүн аныктоо.

Куралдар жана материалдар: илмеги бар, ар кандай материалдардан жасалган, көлөмдөрү бирдей болгон шарчалар, ар кандай узундуктагы жиптер, туруктуу магнит, сызгыч, муфталуу жана кармагычтуу штатив, секундомер.

Ишке көрсөтмөлөр:

1. Окуу китебинен «Математикалык маятник» темасын кайталагыла.
2. Бир шарча алып, илмегинен жипке байлап, штативге илгиле. Бул математикалык маятник боло алат.
3. Аны тең салмактуу абалынан чыгарып, термелүүгө келтиргиле да, бир толук термелүүгө кеткен убакытты өлчөгүлө. Өлчөөнү математикалык маятникти тең салмактуу абалынан ар кандай аралыктарга кыйшайтуу менен, б. а. амплитудасын өзгөртүү менен бир нече жолу кайталагыла. Өлчөөлөрдүн натыйжаларын дептериңерге жазып алгыла.
4. Шарчаны башка шарчалар менен алмаштырып, тажрыйбаны кайталагыла.
5. Шарча илинип турган жиптин узундугун ар кандай кылып өзгөртүп, тажрыйбаны кайталагыла.
6. Темир шарчалуу маятникти термелүүгө келтирип, анын астына туруктуу магнитти жакындаткыла жана термелүү мезгилин өлчөгүлө.
7. Дептериңерге төмөнкү таблицаны чийип, өлчөөлөрдүн жана эсептөөлөрдүн натыйжаларын жазгыла.

№№	Тажрыйбалар	№ 1	№ 2	№ 5	Корутунду
1.	Амплитудасын өзгөртүү менен болгон тажрыйбалар	А = Т =	А = Т =	А = Т =	
2.	Ар кандай массадагы шарчалар менен болгон тажрыйбалар	m = T =	m = T =	m = T =	
3.	Ар кандай узундуктагы маятниктер менен болгон тажрыйбалар	l = T =	l = T =	l = T =	
4.	Туруктуу магнит менен болгон тажрыйба	T =	T =	T =	

8. Жүргүзүлгөн тажрыйбалардын негизинде математикалык маятниктин термелүү мезгилинин көз карандылыгы боюнча корутунду чыгаргыла.

1. ОКУУЧУЛАРДЫН БИЛИМДЕРИН ТЕКШЕРҮҮГӨ АРНАЛГАН СУРООЛОР

1. Механикалык кыймылдын, траекториянын, жолдун, которулуштун аныктамасын бергиле.

2. Кандай кыймылды түз сызыктуу жана ийри сызыктуу деп атайбыз?

3. Ылдамдык деген эмне? Орточо ылдамдык кандайча аныкталат? Ылдамдыктын бирдиги үчүн эмне алынат?

4. Бир калыптагы жана бир калыптагы эмес кыймыл деген эмне?

5. Бир калыптагы кыймыл учурунда жолдун убакытка көз карандылыгынын формуласын жазгыла.

6. Бир калыптагы кыймылдын жолунун жана ылдамдыгынын убакытка көз карандылыгынын графиги кандай?

7. Ылдамдануу деген эмне? Формуласын жана чен бирдигин жазгыла.

8. Бир калыпта ылдамдатылган жана акырындатылган кыймыл деген эмне?

9. Нерсенин айлана боюнча кыймылын мүнөздөгүлө.

10. Сызыктуу ылдамдык деген эмне? Формуласы кандай?

11. Нерселердин өз ара аракеттешүүсүнө мисал келтиргиле.

12. Күч деген эмне? Күчтүн бирдиги үчүн эмне алынат?

13. Инерция деген эмне? Инерция менен инерттүүлүктүн айырмасы эмнеде?

14. Ньютондун биринчи законунун эрежеси кандай?

15. Нерсенин массасы деген эмне? Массанын бирдиги үчүн эмне алынат?

16. Массаны тараза менен өлчөөнүн эрежеси кандай?

17. Заттын тыгыздыгы деген эмне? Формуласы жана бирдиги кандай?

18. Заттын тыгыздыгы жана көлөмү белгилүү болсо, массасы кандайча аныкталат?

19. Ньютондун экинчи законунун эрежеси кандай? Формуласын жазгыла.

20. Нерселердин жерге тартылуусуна мисал келтиргиле. Эркин түшүүнүн ылдамдануусу эмнеге барабар?

21. Оордук күчү деген эмне?

22. Салмак деген эмне?

23. Оордук күчү менен салмактын айырмасы эмнеде?

24. Серпилгичтүүлүк күчү деген эмне? Ал кайсы учурда пайда болот. Багыты кандай?

25. Күчтү өлчөөнүн кандай жолдору бар?

26. Динамометр менен күчтү кантип өлчөөгө болот?

27. Динамометрдин иштөөсү эмнеге негизделген?

28. Сүрүлүү күчү эмне себептен пайда болот? Сүрүлүүнүн кандай түрлөрү бар? Сүрүлүү коэффициенти кандайча аныкталат?

29. Ньютондун үчүнчү законунун эрежеси кандай?
30. Ньютондун үчүнчү законуна мисал келтиргиле?
31. Басым деген эмне? Бирдиги кандай?
32. Катуу нерсенин басымы эмнеге көз каранды?
33. Газдын жана суюктуктун басымын кантип түшүндүрсө болот?
34. Паскаль законунун эрежеси кандай?
35. Паскаль законун турмушта колдонууга мисал келтиргиле.
36. Катыш идиштер деген эмне? Кайда колдонулат?
37. Атмосферанын басымы деген эмне? Торричеллинин тажрыйбасынын мазмуну кандай?
38. Атмосфера басымы бийиктикке көз карандыбы?
39. Барометр-анероиддин түзүлүшү кандай? Иштөө принцибин түшүндүргүлө.
40. Суюктукка матырылган нерсеге аракет этүүчү түртүү күчү кандайча аныкталат?
41. Архимед күчү эмнеге барабар?
42. Нерсенин суюктукта калкуу, сүзүү жана чөгүү шарттары кандай?
43. Нерсенин импульсу деген эмне? Формуласы жана бирдиги.
44. Импульстун сакталуу закону кандай айтылат?
45. Механикалык жумуш кандай шартта аткарылат; Формуласы жана бирдиги.
46. Кубаттуулук деген эмне? Формуласы жана бирдиги.
47. Механикалык энергия жөнүндө түшүнүк?
48. Кинетикалык жана потенциалдык энергиялар. Формуласы жана бирдиги.
49. Энергиянын сакталуу законунун мааниси эмнеде?
50. Жөнөкөй механизмдер деген эмне? Алардын кандай пайдасы бар?
51. Рычаг деген эмне? Күчтүн ийини деген эмне?
52. Блок. Блоктун түрлөрү.
53. Жантык тегиздик. Жантык тегиздиктин пайдалуу аракет коэффициенти кандайча аныкталат?
54. «Механиканын алтын эрежеси» деген эреженин маанисин кандай түшүнөсүнөр?
55. Термелүү кыймылы деген кандай кыймыл?
56. Термелүүнүн негизги мүнөздөмөлөрү кайсылар? Амплитуда, мезгил, жыштыкка аныктама бергиле.
57. Математикалык маятникке мүнөздөмө бергиле.
58. Толкун деген эмне?
59. Үн толкундарына мүнөздөмө бергиле?
60. Үндүн чагылышы кандай түшүндүрүлөт?
61. Ультраүндөр жөнүндө маалымат бергиле.

2. ОКУУЧУЛАРДЫН БИЛГИЧТИКТЕРИН ТЕКШЕРҮҮГӨ АРНАЛГАН ТАПШЫРМАЛАР

1. 60 *км* жолду коён 1 саатта, карышкыр 1 саат 20 минутада чуркап өтөт. Коён менен карышкырдын ылдамдыктарын эсептеп, аларды салыштыргыла. (Ж о о бу: $\upsilon_1 = 60\frac{км}{саат}$; $\upsilon_2 = 45\frac{км}{саат}$.)

2. Жерден Айга учкан космос ракетасы 410 000 *км* жолду 38,5 саатта басып өтөт. Ракетанын орточо ылдамдыгын аныктагыла.

(Ж о о б у: $\upsilon_{орт}$=10 649,35 $\frac{км}{саат}$.)

3. Автомобиль бир айылдан экинчи айылга жолго кеткен убакыттын теңин 60 $\frac{км}{саат}$ ылдамдык менен жүрдү. Эгер жалпы жолду өтүүдөгү кыймылдын орточо ылдамдыгы 65 $\frac{км}{саат}$ болсун үчүн, калган жолду кандай ылдамдык менен өткөн? (Ж о о б у: 70 $\frac{км}{саат}$.)

4. 36 $\frac{км}{саат}$ менен кыймылдап келе жаткан автобус, тормоз бергенден кийин 4 секундадан кийин токтойт. Автобустун ылдамдануусу кандай? (Ж о о б у: a=2,5 $м/с^2$.)

5. Радиусу 30 *см* болгон велосипеддин дөңгөлөгү 0,2 секундада бир айлануу жасайт. Дөңгөлөктүн сызыктуу ылдамдыгын тапкыла.

(Ж о о б у: υ = 3,1 $\frac{м}{с}$.)

6. Бычак курчутуучу кайрак таштын узундугу 30 *см*, туурасы 5 *см*, калыңдыгы 2 *см*, массасы 1,2 *кг*. Кайрак таштын тыгыздыгын аныктагыла? (Ж о о б у: P = 4 000 $\frac{кг}{м^3}$.)

7. Алюминийден жасалган буюмдун массасы 300 *г*, көлөмү 150 $см^3$. Бул буюмдун ичинде боштук барбы? Бар болсо кантип далилдесе болот?

8. Сайра 0,75 *л* күнкарама майын сатып алды. Анын массасын жана салмагын тапкыла? Күнкарама майынын тыгыздыгы 930 $\frac{кг}{м^3}$.

(Ж о о б у: m = 697,5 *г*; P = 6,84 *Н*.)

9. Массасы 20 *кг* нерсе тик ылдый 9,8 $\frac{м}{с^2}$ ылдамдануу менен түшөт. Ага аракет жасаган күч эмнеге барабар? (Ж о о б у: F = 196 *Н*.)

10. Катуулук коэффициенти $900\frac{н}{м}$ болгон пружина 3 *см* аралыкка серпилгичтүү чоюлсун үчүн канча массадагы жүк илүү керек?
(Ж о о б у: $m = 2,76$ *кг.*)

11. Эки адам жипти ар бири 50 *Н* күч менен карама-каршы багытка тартышат. Жиптин үзүлүш чеги 80 *Н* болсо, ал чыдай алабы?
(Ж о о б у: Үзүлбөйт)

12. Массасы 2160 *кг* автомашина 30 *с* ичинде туруктуу ылдамдануу менен кыймылдайт. Ал учурда 500 *м* жол басып өтөт. Автомашинага кандай күч таасир этет? (Ж о о б у: $F = 2400$ *Н.*)

13. Массасы 400 *г* брусок 1,44 *Н* күчтүн таасири менен горизонталь багытта кыймылга келет. Брусок менен столдун ортосундагы сүрүлүү коэффицентин тапкыла? (Ж о о б у: $\mu = 0,35$.)

14. Массасы 5 *кг* нерсе $2\frac{м}{с}$ ылдамдык менен кыймылдайт. Нерсенин импульсун тапкыла? (Ж о о б у: $P=10$ $кг\ \frac{м}{с}$.)

15. Массасы 6 000 т муз жаргыч, кыймылдаткычын өчүрүп коюп $8\ \frac{м}{с}$ ылдамдык менен музга урунду. Муз жаргычтын ылдамдыгы $3\frac{м}{с}$ га чейин азайды. Муздун массасы канча? (Ж о о б у: $m = 10\,000$ т.)

16. Массасы 15 *кг* нерсени канча бийиктикке көтөргөндө 60 *Дж* жумуш аткарылат? (Ж о о б у: $h = 0,4$ *м.*)

17. Массасы 70 *кг* спортсмен 0,4 секунда ичинде 200 *см* бийиктикке секирет. Спортсмендин кубаттуулугу кандай?
(Ж о о б у: $N = 3430$ *Вт.*)

18. Кубаттуу кран массасы 5 т жүктү көтөрө алат. Эгер крандын кубаттуулугу 30 *кВТ* болсо, ал жүктү 20 *м* бийиктикке канча убакта көтөрө алат? (Ж о о б у: $t = 32,7$ *с.*)

19. Төрт октуу вагондун массасы 60 т. Бир дөңгөлөктүн рельске тийишкен аянты 10 $см^2$ болсо, вагондун рельске жасаган басымы эмнеге барабар? (Ж о о б у: $P = 735 \cdot 10^5$ *Па.*)

20. Гидравликалык пресстин кичине поршенинин аянты 10 $см^2$. Ага 200 *Н* күч аракет этет. Пресстин чоң поршенинин аянты 200 $см^2$ болсо, ага кандай күч таасир этет? (Ж о о б у: $F = 4000$ *Н.*)

21. Көлөмү 10 $см^3$ нерсени сууга, керосинге, сымапка матырсак, ага аракет жасаган түртүү күчү эмнеге барабар?
(Ж о о б у: $F_1 = 0,098$ *Н*; $F_2 = 0,078$ *Н*; $F_3 = 1,33$ *Н.*)

3. ОКУУЧУЛАРГА ӨЗ БИЛИМДЕРИН ТЕКШЕРҮҮ ЖАНА БААЛОО БОЮНЧА СУНУШТАР

Баардык эле ишти аткарганда адам анын жыйынтыгына кызыгат. Аткарган ишин жыйынтыктоо менен адам өзүнүн аракетине баа берет. Кетирген кемчиликтерин белгилеп, аларды жоюунун жолдоруна көңүл бөлөт. Эгер коюлган максат ийгиликтүү аткарылса, ага курсант болот, кубанат. Дагы алдыга жылып, жакшы ийгиликтерди жаратууга умтулат.

Окуучулардын окуу иши чоң адамдардын эмгеги сыяктуу эле баалуу, барктуу. Татаал жана өзгөчө. Аны аткаруу үчүн окуучунун акыл эмгеги менен катар, анын практикалык аракети, бүткүл жөндөмү, каалоосу, ынтызарлыгы, ийкемдүүлүгү, башкача айтканда инсандын бүткүл дүйнөсү катышат.

Урматтуу окуучулар! Силердин окуу иштерди, ал ишти аткаруудагы аракетиңерди, алган билимиңерди, ээ болгон ыкмаларыңарды мугалимдер, ата-энелер, бир туугандарыңар, жолдошторуңар текшеришет, баалашат. Ошого жараша ар бириңер жөнүндө башка адамдардын ою пайда болот. Силерди ошо боюнча элестетишет. Силерди ошол маалымат боюнча мүнөздөшөт.

Андан сырткары ар бир окуучу өзүнүн ишин өзү сынап текшерип турууга тийиш. Мында негизги көңүл өзүңөрдүн физикалык билимиңерди өзүңөр текшерип турууга бурулуш керек. Мугалимдин койгон баасына макулсуңбу же ага кантаттанбайсыңбы? Эмне үчүн мугалим Сенин билимиңди төрткө бааласа, сен өзүң башкача баалайсың? Мунун себеби эмнеде?

Анткени сенин билимиңди баалоодо мугалим бир катар талаптарды койсо, өзүң башкача талаптарды коюп жүргөн болушуң мүмкүн. Ошондуктан физикалык билимди текшерүүнүн жөнөкөй жолдоруна токтололу.

Эң алгач сабак учурунда мугалимдин айткан сөздөрүнө өзгөчө көңүл бөлүп, түшүнүүгө аракет жасагыла. Теманын атына, мугалим койгон суроолордун маанисине, класста көрсөтүлгөн көрсөтмө каражаттарга, тажрыйбаларга өзгөчө көңүл бургула. Окулган материалдын жаратылыштагы байкалышына, турмуштагы, үй шартындагы колдонулуштарына талдоо жүргүзгүлө. Андан кийин окуу китебиндеги материалдарды окуп, түшүнүүгө аракет жасагыла. Ар бир эрежени, формуланы же фактыны окуганда анын негизги себебин түшүнгүлө. Ар бир параграфтын акырында берилген суроолорго жооп бергиле. Ошол жооптор силердин өз билимиңерди текшергениңер болот. Суроонун жообун китеп-

тен таап эле окуп койбостон, ага талдоо жүргүзгүлө. Коюлган суроолорду өзгөртүп түзгүлө жана ага жооп издегиле. Мына ушунун өзү сындап ойлоо дегенди, же болбосо ойду сындоо дегенди билгизет. Жооп берүүдө үн чыгарып айтууга, жолдошторуңарга, бир туугандарыңарга же ата-энеңерге окуу материалын катуу айтып түшүндүрүү өзгөчө маанилүү. Анткени бир нерсени бирөөгө түшүндүрүп жатып өзүңөр түшүнөрүңөрдү унутпагыла.

Билгениңерди оозеки түшүндүрүү эрежелерди, формулаларды жазуу, сүрөттөрдү чийүү аркылуу коштолсо, билимиңер андан да бышык болот. Бир эле маселени ар башка кагазга бир нече жолу жазып чыгарсаңар да болот.

Улам кайталаган сайын эсиңерде терең сактала берет. Эрежелерди, даталарды, окумуштуулардын аттарын, алар жашаган өлкөлөрдү бири-бири менен байланыштырып, кыскача жазууга көнүккүлө. Аларды схема, график, чийме, таблица, сүрөт түрүндө жазсаңар да болот. Ошондой кыскача маалымат-сигналдарды кичине баракчаларга жазып, үйүңөрдүн бир нече жерине илип койгула. Аларды көргөн сайын окуу материалдары эсиңерге келип турат. Ар бир учурда кандай ката кетирип жатканыңарды байкап, аны оңдоп турсаңар, өзүңөрдү өзүңөр натыйжалуу текшерген болосуңар.

Текшерүүнүн натыйжасы билимди баалоого алып барат. Мугалимдер силердин билимиңерди баалоодо атайын талаптарды колдонушат. Алар баалоонун *критерийлери* деп аталып, физика боюнча окуу программасында берилген. Бул критерийлерди силер да билишиңер зарыл.

Биздин мектептерде негизинен баа коюнун беш баллдык системасы колдонулат.

Эгер окуучунун жообу толук болсо, аларды туура, удаалаш, так айтып берсе эң жакшы – «5» деген баа коюлат. Бул учурда окуучу негизги түшүнүктөрдүн, кубулуштардын, закондордун маанисин туура түшүнүп, аныктамаларын, эрежелерин так айтып бере алат, чоңдуктардын белгиленишин, формуласын, бирдиктерин, аларды ченөөнүн жолдорун билет. Жоопту тийиштүү чийме, сүрөт, график, таблицалар менен байланыштырат. Маселелерди туура чыгара билет, билимин практикада пайдалана алат.

Эгер окуучу жогорку талаптарга жооп берип, бирок бир же эки ката кетирсе, ошол катасын мугалимдин жардамы менен өзү оңдоп кете алса жакшы «4» деген баа коюлат.

Эгер окуучу физикалык кубулуштардын, закондордун маанисие туура түшүнүп, түшүнүктөдүн аныктамасын билип, бирок айрым ката-

ларды кетирсе, билимдерин маселе чыгарууда толук колдоно албаса, канааттандырарлык – «3» деген баа коюлат. Мындай учурда окуучу окуу китебиндеги текстти айтып бергени менен, анын маанисин толук түшүнө албайт. Окулуп жаткан кубулуштун маанисин түшүнгөнү менен, анын жаратылыштагы байкалыштарын, турмуштагы колдонулуштарын так ажырата албайт. Окшош түшүнүктөрдү бири бири менен чаташтырат.

Окуучунун билими канааттандырарлык деген баага коюлган талаптарга жооп бербесе, ага канааттандыраарлык эмес – «2» деген баа коюлат. Бул учурда окуучу фактылар, кубулуштар, чондуктар, закондор жөнүндө билишет, бирок алардын маанисин түшүнүшпөйт. Бир кубулушту экинчиси менен чаташтырат. Аларды мүнөздөөчү чондуктарды билишпейт. Даяр формула боюнча жөнөкөй маселелерди чыгара алышпайт.

Эгер окуучу коюлган суроонун бирине да жооп бере албаса, «1» деген баа коюлат.

Урматтуу окуучулар! Эгер силер өзүнөрдүн билиминерди баалоодо ушундай талаптарды коё билсенер, өзүнөр өзүнөрдү алдабай калыстыкка үйрөнөсүнөр. Өзүнө өзү калыс баа бере билүү адамдык сапаттардын асылы экендигин унутпагыла! 8-класстын «Физика» окуу китебинин беттеринен жолугушканга чейин!

МАЗМУНУ

Китеп менен иштөөгө көрсөтмөлөр.....5
Киришүү.....8
§ 1. Физика, табият жана турмуш.....8
§ 2. Физикалык билимдер жана аны өздөштүрүүгө көрсөтмөлөр.....10
§ 3. Негизги физикалык чоңдуктар. Чоңдуктарды өлчөө.....12

I ГЛАВА. МЕХАНИКА. КИНЕМАТИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

§ 4. Нерсенин механикалык кыймылы. Кыймылдын траекториясы. Кыймылдын түрлөрү.....17
§ 5. Жол жана которулуш.....19
§ 6. Кыймылдын ылдамдыгы. Бир калыптагы кыймыл.....22
§ 7. Бир калыптагы эмес кыймылдар. Орточо ылдамдык.....24
§ 8. Кыймылдагы нерсенин өткөн жолун жана убактысын эсептөө Кыймылдын графикте сүрөттөлүшү.....27
§ 9. Ылдамдануу.....30
§ 10. Ылдамдатылган жана акырындатылган кыймылдар.....32
§ 11. Нерсенин айлана боюнча кыймылы.....36
«Кинематиканын негиздери» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү.....40

II ГЛАВА. ДИНАМИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

§ 12. Нерселердин өз ара аракеттенишүүсү. Күч.....42
§ 13. Инерция, Инерттүүлүк. Ньютондун биринчи закону.....44
§ 14. Нерсенин массасы.....47
§ 15. Нерсенин массасын тараза менен өлчөө.....50
§ 16. Заттын тыгыздыгы.....52
§ 17. Ньютондун экинчи закону.....56
§ 18. Нерселердин Жерге тартылуусу. Эркин түшүү.....60
§ 19. Оордук күчү жана салмак.....62
§ 20. Серпилгичтүүлүк күчү.....64
§ 21. Күчтү өлчөө. Динамометр.....67
§ 22. Сүрүлүү күчү. Сүрүлүүнүн түрлөрү. Сүрүлүү коэффициенти.....69
§ 23. Аракет жана каршы аракет. Ньютондун үчүнчү закону.....74
«Динамиканын негиздер» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү.....78

III ГЛАВА. КАТУУ НЕРСЕЛЕРДИН, ГАЗДАРДЫН ЖАНА СУЮКТУКТАРДЫН БАСЫМЫ

§ 24. Катуу нерселердин басымы.....80
§ 25. Катуу нерселердин басымын көбөйтүүнүн жана азайтуунун жолдору.....84
§ 26. Газдардагы жана суюктуктардагы басым.....87
§ 27. Паскаль закону.....90
§ 28. Паскаль законун турмушта колдонуу.....92
§ 29. Атмосфера басымы.....94
§ 30. Атмосфера басымын өлчөө. Торричеллинин тажрыйбасы Барометр.....95

§ 31. Архимед күчү..99
§ 32. Архимед күчүн эсептөө жолу..100
§ 33. Нерселердин сууда сүзүү шарттары.......................................102
§ 34. Архимед күчү жана аба шарлары...104
«Катуу нерселердин, газдардын жана суюктуктардын басымы» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү.............................107

IV ГЛАВА. ИМПУЛЬС, ЖУМУШ, КУБАТТУУЛУК ЖАНА ЭНЕРГИЯ

§ 35. Нерсенин импульсу..109
§ 36. Импульстун сакталуу закону..110
§ 37. Реактивдүү кыймыл..112
§ 38. Механикалык жумуш...113
§ 39. Кубаттуулук...115
§ 40. Энергия. Механикалык энергия...117
§ 41. Потенциалдык энергия...119
§ 42. Кинетикалык энергия..121
§ 43. Механикалык энергиянын бир түрдөн экинчи түргө айланышы. Энергиянын сакталуу закону.........................122
§ 44. Энергияны турмуш-тиричиликте пайдаланылышы..................126
«Импульс, жумуш, кубаттуулук жана энергия» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү..131

IV ГЛАВА. СТАТИКАНЫН НЕГИЗДЕРИ

§ 45. Жөнөкөй механизмдер..133
§ 46. Рычаг. Рычагда күчтөрдүн тең салмактуулугу.......................135
§ 47. Рычагдар техникада, турмушта жана жаратылышта..............138
§ 48. Блок...139
§ 49. Жөнөкөй механизмдерди колдонуудагы жумуштун бирдейлиги. Механиканын алтын эрежеси..140
§ 50. Механизмдердин пайдалуу аракет коэффициенти.................141
«Статиканын негиздери» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү..145

VI ГЛАВА. ТЕРМЕЛҮҮЛӨР ЖАНА ТОЛКУНДАР

§ 51. Термелүүлөр...146
§ 52. Термелүү кыймылынын негизги мүнөздөмөлөрү......................148
§ 53. Математикалык маятник...149
§ 54. Толкундар...152
§ 55. Үн толкундары...154
§ 56. Үндүн чагылышы. Жаңырык. Ультраүндөр жөнүндө маалымат..............157
«Термелүүлөр жана толкундар» темасы боюнча тесттик тапшырмалардын үлгүлөрү..160

Лабораториялык иштер...161

Тиркемелер

1. Окуучулардын билимдердин текшерүүгө арналган суроолор......................167
2. Окуучулардын билгичтиктердин текшерүүгө арналган тапшырмалар........169
3. Окуучуларга өз билимдерин текшерүү жана баалоо боюнча сунуштар........171

№	Фамилиясы, аты	Окуу жылы	Китептин абалы*	
			жылдын башында	жылдын аягында
1	Мадина	2013-2014ж	жакшы	жакшы
2				
3				
4				
5				

* 5 баллдык шкала менен китептин колдонулган баасы

Окуу басылмасы

Мамбетакунов Эсенбек

ФИЗИКА

Орто мектептин 7-классы үчүн окуу китеби

Башкы редактору *Т. Р. Орускулов*
Редактору *С. Ш. Төлөгөнова*
Көркөм редактору *Б. Жайчибеков*
Сүрөтчүсү *А. Урпоев*
Тех. редактору *В. В. Крутякова*
Корректору *Н. М. Эсенаманова*
Компьютердик калыпка салган *Д. Тимур*

Басууга 15.05.09 кол коюлду. Офсет кагазы 80 гр./м^2.
«Мектеп» арибы. Офсет ыкма менен басылды.
Форматы 70 х 90 $^1/_{16}$. Көлөмү 11,0 физ. басма табак.
Нускасы 71 676 даана. Заказ № YD164

«IMAK OFSET BASIM YAYIN TICARET ve SANAYI LTD. STI.»
басмаканасында басылды. Түркия Республикасы, Стамбул шаары, Йенибосна кичирайону, Ата Түрк проспектиси, Гөл көчөсү, № 1.