**10 Дәріс. Сақталу заңдарын оқыту әдістемесі**

**Жоспар**

1. Импульстың сақталу заңы.

2. Жұмыс және энергия ұғымдарына ғылыми әдістемелік талдау жасау.

3. Механикалық жұмыс.

4. Механикалық энергия және оның сақталу заңы.

**1. Импульстің сақталу заңы.** Сақталу заңдары тақырыбын өткен кезде ең алдымен сақталу заңдарының маңызына назар аудару керек. Сақталу заңдары физикада ерекше орын алады және кез келген физикалық теорияның негізі болып табылады. Физиканың бүкіл дамуы механика саласында ма әлде табиғаттың басқа салаларында ма бой түзетін сақталу заңдарын оқып-үйренудің әдіснамалық (методологиялық) маңызын айқын көрсетеді. Әрбір сақталу заңы сәйкес физикалық шамалармен сипатталатын материяның қандай да бір іргелі қасиеттерінің сақталуын білдіреді, сонымен қатар материяның өзінің өмір сүру түрлерінің — кеңістік пен уақыттың байланысын да білдіреді. Импульстің (қозғалыс мөлшерінің) сақталу заңын француз ғалымы және философы Р. Декарт (1596–1656) ашты. Декарт бұл заңды былай тұжырымдады: бір дене екінші денемен соқтығысқан кезде бірінші дене екінші денеге соқтығысу кезінде өзі қанша қозғалысын жоғалтса, сонша қозғалысын бере алады және өз қозғалысын қаншаға арттыра алса, екіншіден сонша қозғалыс алады. Қозғалыс мөлшері, яғни импульстің мөлшері ретінде Декарт дене массасының жылдамдығына көбейтіндісін алуды ұсынды. Импульстің сақталу заңын қарастырған кезде тұйықталған жүйе, дененің импульсі, күш импульсі тәрізді бірқатар физикалық түсініктер енгізуге тура келеді. Тұйықталған жүйеде денелер берілген жүйеге кірмейтін басқа ешбір денелермен өзара әсерлесуге түспейді (өзара әсерлесудің жоқтығы сыртқы күштердің жоқтығымен немесе сыртқы күштердің теңәсерінің нөлге теңдігімен эквивалентті) және бұл жүйенің денелері тек серпімділік және тартылыс күштерімен ғана өзара әсерлеседі.

Одан әрі дененің импульсі деп дене массасының оның жылдамдығына көбейтіндісімен өлшенетін шама аталатынын айтамыз: p = m v .

Осы импульс терминін күштің оның әсер ету уақытына көбейтіндісі үшін де пайдаланады; бұл көбейтінді күш импульсі деп аталады; күш импульсі механикалық қозғалыстың денеге басқа дене тарапынан берілгенін сипаттайды және ол дене импульсінің өзгерісіне тең болады: ∆ p = F ∆t.

Күш импульсі идеясының, мысалы, ағашқа балғамен шеге қағып жатқанды, футбол добын теуіп жатқан баланы, дискі лақтырып жатқан спортшыны қарастырған кезде маңызды екенін көрсету керек. Басқа да мысалдар бар, оларды оқушылардың өздері де келтіре алады.

Оқулықта импульстің сақталу заңы Ньютонның екінші және үшінші заңдарынан шығарылады. Ықшамдылық үшін, импульстің сақталу заңын массалары бірдей және жылдамдықтары түрліше болатын соқтығысатын екі денеден тұратын тұйықталған жүйені қарастырады.Импульстің сақталу заңын оқып үйрену үшін алдымен оқушыларды бірқатар маңызды ұғымдармен: механикалық жүйе, тұйык механикалық жүйе, сыртқы күштер, ішкі күштер, консервативтік күштер, күш импульсі ұғымдарымен таныстыру керек.

Тұйық механикалық жүйе идеалданған ұғым болып табылады. Берілген физикалық жүйедегі денелердің қозғалысын қарастырғанда оларға сыртқы күштердің әсерін қарастыру өте маңызды. Егерде бұл күштер жоқ болса (немесе олар еленбесе), онда импульстің сақталу заңын қолдануға болады; егерде сыртқы күштер әсер етсе, онда жүйеге әсер ететін күш импульсі жүйе импульсінің өзгерісіне тең болады.

Импульстің сақталу заңын оқып-үйрену үшін, тұйық жүйедегі массалары бірдей, жылдамдыктары әртүрлі екі дененің өзара әсерлесуі қарастырылады. Импульстің сақталу заңы Ньютонның екінші және үшінші заңынан қорытылып шығады. Әсерлескен екі дененің импульстерінің өзгерісі модульдері бойынша тең де, бағыттары карама-қарсы болатыны дәлелденеді.

Ары қарай заң тұжырымдалады: *тұйық жүйені құрайтын денелердің импульстерінің векторлық қосындысы уақыт өтуімен осы денелердің кез келген қозғалысында және өзара әрекеттесуінде өзгермейді.*

Импульстің сақталу заңына міндетті түрде эксперименттік тәжірибе көрсетіліп, мысалдар келтіріліп, есептер шығарылуы тиіс. Мынандай тәжірибелерді көрсетуге болады: рельспен қозғалатын арбашаның өзара әсерлесуі, екі шардың өзара әсерлесуі, жеңіл арбаша үстіне қойылған бұрандалы ойыншық және т.б. Мысал ретінде судағы қайықтан денені лақтырғанда, зеңбіректен атқан кезде оның кері тебілуі және т.б. келтіруге болады.

Импульстің геометриялық қосындысы (векторлық) жайында түсіндіру үшін, есеп шығарғанда алдымен графиктік есептерден бастаған дұрыс. Мысалы мына түрдегі есепке тоқталайық. "Радиактивті ядро бөлінгенге дейін біршама жылдамдықпен қозғалып импульске ие болады. Бөлінген кездегі жарықшақтардың импульстерінің қосындысы бастапқы импульске тең екенін көрсетіңдер.

Оқушыларға импульстің сақталу заңы барлық инерциялы санақ жүйелерінде орындалатынын және импульстің салыстырмалы шама екенін түсіндіру қажет. Бекіту үшін мынадай жаттығуларды орындауға болады. Мысалы: массасы 1 кг доп футбол алаңында модулі бойынша 4 м/с жылдамдықпен қозғалады. Оның импульсін әртүрлі санақ жүйесінде анықтандар: а) алаңга катысты; ә) алаңға қатысты допқа қарай 5 м/с жылдамдықпен қозғалған №1 футболшыға байланысты; в) допты алаңмен қозғалтып келе жатқан №2 футболшыға қатысты.

Шешуі:

а) Доп импульсін алаңға қатысты санақ жүйе жазайық.

mν= 4 кг м/с,

мұндағы ν доптың алаңға қатысты жылдамдығы.

ә) Допқа қарай жүгіріп келе жатқан №1 футболшымен байланысқан санақ жүйесіне қатысты доптың импульсі:

мұнда футболшы жылдамдығының модулі; - осы футболшыға қатысты доптың жылдамдығы; – доптың алаңға қатысты жылдамдығының модулі.

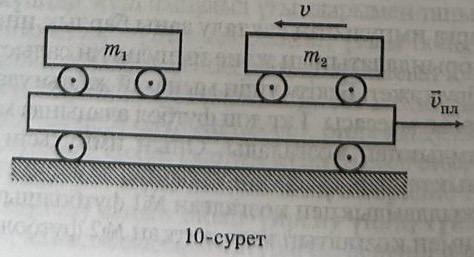
б) Допты алып келе жатқан №2 футболшымен байланысқан санақ жүйесіндегі импульсі:

мұндағы доптың осы футболшыға қатысты жылдамдығы.

Импульстің сақталу заңы кез келген инерциялық санақ жүйесінде орындалатынын делелдеу үшін мынадай ойша тежірибе жасайық.

Бір қалыпты және тузу сызықты жылдамдықпен қозгалып бара жатқан платформаның үстіндеті массасы тыныштықтағы арбашаның платформаға қарағандағы жылдамдығы болатын,массасы , арба келіп соғылады (10-сурет). Соқтығысудан кейінгіарбашалардың платформаға қарағандағы ортақ жылдамдығын ῡ депбелгілейік. Оқушыларға Жерге және платформаға байланысты санақ жүйелері үшін импульстің сақталу заңын жазуды және сақталу заңысанақ жүйесін таңдауымызға байланыстылығын анықтауды ұсынамыз.

Ойша тәжірибеге талдау жасай отырып шығаратын қорытынды: егерде импульстің сақталу заңы бір санақ жүйесінде орындалса, онда осы жүйеге қатысты бірқалыпты түзусызықты қозғалатын жүйеде де орындалады. Яғни, импульстің сақталу заңы кез келген инерциялы санақ жүйесінде орындалады.



Сонымен бірге дене релятивистік жылдамдықпен ѵ→ с қозғалатын болса, тұйық жүйедегі релятивистік импульстің қосындысы, денелер арасындағы кез келген өзара әсерлесуде тұрақты болып қалады. Ал, импульс р жылдамдықпен мына түрде байланысады:

Классикалық механиканың қолдану шегін қарастырайық. Жарық жылдамдығынан әлдеқайда аз жылдамдықтарда ( <<с) қатынасы 0, сондықтан да дененің импульсі =, тең болады.Бұл теңдік Ньютон механикасы үшін дұрыс.

Импульстің сақталу заңын оқып-үйрену негізгі мектеп курсында реактивті қозғалысқа қолданумен аяқталады. Ракетаның қозғалыс жылдамдығын анықтағанда импульстің сақталу заңы қолданылады. Ракета кабықшасының жылдамдығы:

мұндағы ракета қабықшасының массасы;ракета қабықшасының жылдамдығы; және - жанған отынның массасы мен газдың ағу жылдамдығы.

**2. Жұмыс және энергия ұғымдарына ғылыми-әдістемелік талдау жасау.** Энергия ұғымы туралы жан-жақты қарастырғанымызға қарамастан, энергияның толық анықтамасы туралы біртұтас пікір қалыптаспаған.

Ғылымда механикалық жұмыс ұғымы энергияға қарағанда бұрын енгізіліп, соның негізінде энергия ұғымы тұжырымдалған. Оны физиктердің жүйенің бір күйінен екінші күйіне өту процесі көбірек қызықтыруымен түсіндіруге болады.

Мектепте жұмыс ұғымын қалыптастыруда бірқатар қиындықтар кездеседі: оқушылардың көптеген физикалық ұғымдар туралы, мысалы жылдамдықты, массаны, температураны және т.б. мектепке оқуға келгенше біледі, ал мектепте оларды тереңірек оқытады. Ал оқушылардың жұмыс туралы ұғымы ғылыми қөзқарасқа сәйкес келмейді.

Энергия ұғымының көп кездесетін анықтамаларын талдап көрсетейік.

Материя қозғалысының көптеген түрі бар. Материя қозғалысының барлық түрлері бір-біріне белгілі бір сандық қатынаста айнала алады. Осыдан барып материя қозғалысының әр түрін бірдей шамамен өлшеуге болатындығы шығады. *Яғни, энергия әр түрлі материя қозғалысының сандық өлшемі болып табылады.*

*Екінші жағынан* механикалық жүйенің белгілі бір күйіне тән энергия сәйкес келеді. Бір күйден екіншісіне өту жүйенің энергиясының өзгеруімен анықталады. Механикалық процесс жағдайында бұл ауысу жұмыс істеу арқылы іске асырылады. Осыған байланысты, басқаша анықтама:

Жүйенің энергиясы оның күйінің функциясы болып табылады.

Ал орта мектептегі анықтамасы: энергия - денелердің жұмыс істеу қабілеттілігін анықтайды.

Жоғарыда келтірілген энергияның анықтамаларының әрқайсысы, оны ғылыми және әдістемелік жағынан толық ашпайды. Шындығында материяның формасы мен қозғалысының түрлерінің классификациясына байланысты сұрақтар анық, әрі нақты емес. Оның үстіне *бірінші анықтама* оқушыларға білім беру сатыларындағы алған білімдерін дамыту мақсатында жалпылауға арналған. Тек қана механикалық құбылыстарды оқу кезінде "қозғалыс мөлшері" ұғымының физикалық мағынасын ашу қиын.

*Екінші анықтаманың да* кемшіліктері бар. Дененің күйін анықтайтын көптеген шамалардан энергияны қалай бөліп алып қарастыруға болады. Орта мектеп оқушылары үшін *"жүйенің күйі* *қарапайым ұғым емес.* Бұл ұғым да энергияға байланысты құбылыстарды оқып үйренгенде оқушылардың білімдерін толықтыруда, ойлау қабілеттерін дамытуда көптеген қосалқы жұмыстарды қажет етеді.

Сондықтан да осындай мағынадағы анықтамамен энергия ұғымын қалыптастыруды бастауға болмайды. Бірақта орта мектепті бітіретін оқушыларды энергияның осы анықтаманы түсінуге алып келу қажет.

*Үшінші анықтамадан* энергия ұғымын енгізу үшін алдымен жұмыс ұғымын анықтау керек. Сонымен бірге жұмыс ұғымы энергия ұғымы арқылы ашылады. Мұндай жағдайда логикаға қойылатын қарапайым талап (бір сөздің мәнін қайталай беру) бұзылады (яғни энергия - дененің жұмыс істей алатындығын көрсетеді, ал істелген жұмыс энергияның өзгерісіне тең).

Орта мектепте механиканы оқып үйренгенде энергия мен жұмыс ұғымын қалыптастырудың әртүрлі жолдары бар.

1. Энергия ұғымы жұмысқа байланыссыз енгізіліп, соңынан олардың өзара байланысы анықталады. Мұнда механикалық процестерде сақталатын кинетикалық және потенциалдық -mgh энергиялардың қосындысы арқылы қарастырылады. Одан кейін механикалық процестердегі кинетикалық энергияның өзгерісі ретінде жұмыс ұғымы енгізіледі.

2. Кинетикалық энергияның өзгерісі және жұмысты байланыстыратын теңдеу арқылы энергия және жұмыс ұғымы бірге енгізіледі. Бұл жағдайда энергетикалық ұғымдарды оқып үйрену денелердің екпіндей немесе тежелу кезіндегі қозғалысын қарастыру арқылы басталады. Ешқандай күш қозғалысты бірден тоқтата алмайды.

Тежелу жолын есептегенде мына теңдеуді алады

Теңдіктің сол жағы кинетикалық энергия, ал оң жағын механикалық жұмыс деп атайды. Дене осындай энергия алу үшін, ол осыған сәйкес жолды жүріп өтуі қажет. Потенциалды энергия кинетикалық энергияның пайда болуының "қоры" ретінде енгізіледі. Кинетикалық энергия мен потенциалдық энергияның қосындысының тұрақтылығынан механикалық энергия ұғымы енгізіледі. Механикалық процестерде ол сақталып қана қоймайды, әрі бір-біріне айнала алады.

3. Негізгі мектепте алған жұмыс және энергия ұғымдарын дамытып, одан ары бағдарлы немесе жалпы білім беретін мектепте жоғарғы сыныптың механика курсында энергетикалық ұғымдарды оқыту әдісін қарастырады.

Жоғарыдағы талдауларға қарағанда жұмыс және энергия ұғымдары бір-біріне жақын, олай болса оқыту үрдісінде олардың айырмашылықтарын көрсете білу қажет.

Жұмыс процесті сипаттайды, ал энергия механикалық жүйенің күйін сипаттайды. Сондықтан да дененің алған энергиясы туралы айтуға болады, ал оның жұмысының сандық мәні мынаған тең деуге болмайды.

ұмыс энергияның өзгеруін сипаттайтын физикалық шама,яғни энергияның өзгерісінің өлшемі болып табылады.

**3. Механикалық жұмыс.** Бағдарлы мектепте механикалық, жұмыс ұғымын оқып үйренуді бірнеше кезеңдерге бөлуге болады.

*1 кезең -* негізгі мектепте өткен жұмыс ұғымы туралы алған білімдерін қайталау. Дененің қозғалу бағыты бойынша әсер ететін күштің жұмысы күш пен жолдың көбейтіндісіне тура пропорционал (А=FS)

*2 кезең* механикалық жұмыс ұғымының анықтамасын одан ары дамытып (А = F · S cosα) нақтылау. Тұрақты күштің жұмысы күш пен орын ауыстыру векторларының модульдерінің көбейтіндісін сол векторлар арасындағы бұрыштың косинусына көбейткенге тен. А = F · S cosα өрнегіндегі α (α=90°, α <90°, α >90°,α=180°) мәндеріне әртүрлі шамалар беріп зерттеудің нәтижесінде, жұмыстың оң, теріс және нольге тең болатындығын анықтау.

*3 кезең* жұмыстың механикадағы барлық күштер арқылы өрнектелетін теңдеуін қарастыру: A=mg(- ауырлық күшінің жұмысы; — серпімділік күшінің жұмысы;

A= үйкеліс күшінің жұмысы.

*4 кезең* кезең жұмысты график түрінде бейнелеу және есептеу, күш тұрақты болғанда немесе сызықтық түрде өзгерген жағдайда.

*5 кезең* - қуат ұғымын нақтылау. Негізгі мектепте, оқушылар қуат ұғымының анықтамасымен танысады ().Ал жоғарғы сыныпта қуаттың N = F ·ѵ өрнегін алып, оны талдайды.

Қорытындысында әртүрлі қозғалтқыштардың кесте түрінде берілген қуатымен танысады.

*6 кезең* жұмыстың салыстырымдылық сипатын ашу. Жұмыстың санақ жүйесіне байланысты анықталатынын нақты мысалдар арқылы түсіндіру қажет. Мысалы: қолында сумкасы бар оқушы, қозғалыстағы лифте тур. Лифтпен байланысқан санақ жүйесінде және "Жермен" байланысқан санақ жүйесіндегі күштің жұмысы туралы не айтуға болады? Қол сумкаға белгілі бір тұрақты күшпен әсер етеді. Лифтпен байланысқан санақ жүйесінде жұмыс нольге тең (орын ауыстыру жоқ). Ал "Жермен" байланысқан санақ жүйесінде лифт қозғалыста,яғни жұмыс істеледі.

**4. Механикалық энергия және оның сақталу заңы.** Негізгі мектеп курсында оқушылар энергия туралы мағлұмат алды. Ал жалпы білім беретін мектептің жоғарғы сыныптарында оны одан ары дамытып және энергия ұғымын қалыптастыру қажет.

Механикалық энергияның ең қарапайым түрі кинетикалық энергия. Ол барлық жағдайда (материялық нүкте үшін де) масса мен жылдамдықтың квадратының көбейтіндісімен анықталады. Потенциалдық энергия өзара әсерлесу күштеріне байланысты болғандықтан өрнегі өзгеріп отырады. Сондықтан да механикада энергия ұғымын кинетикалық энергиядан бастап қалыптастырған дұрыс.

*Кинетикалық энергия.* Жұмыстың анықтамасын және Ньютонның екінші заңын пайдаланып материялық нүктеге әсер ететін кез келген күштің жұмысы кинетикалық энергияның өзгерісіне А=∆ , яғни өрнегіндегі жылдамдықтың өзгерісіне тең екенін көрсету қиын емес. Кинетикалық энергия үшін күштің қай түрі болса да, ауырлық күші ме, серпімділік күші ме, үйкеліс күші ме бәрі бір. Егерде күш жұмысы оң болса (А>0) кинетикалық энергия артады (∆ > 0), теріс болса (A<0) кинетикалық энергия кемиді (, < 0). Жүйенің кинетикалық энергиясы, осы жүйеге кіретін денелердің кинетикалық энергияларының қосындысына тең болады. Кинетикалық, энергия жұмыс сияқты санақ жүйесіне байланысты болады.

*Потенциалдық энергия.* Механикада энергияның бұл түрін қарастырғанда оқушылар оның кем дегенде екі дененің өзара әсеріне байланысты өзгеретінін білулері қажет.

*Біріншіден* - мұғалім оқушыларда потенциалдық энергия ұғымын қалыптастырғанда потенциалдық энергия денелер жүйесіне байланысты екендігін ескеруі керек.

*Екіншіден* оқушылардың негізгі мектепте алған потенциалды денелердің ғана емес, серпімді деформацияланған денелердің де энергия ұғымын кеңейтіп, тек қана Жер бетінен жоғары орналасқан потенциалдық энергиясы болатынын көрсетіп, өрнегі беріледі.

*Үшіншіден -* денелер жүйесінің нөлдік деңгейін анықтау өз қалауымызша алынатынын ескерту қажет. Потенциалдық энергия осы нөлдік деңгейді таңдауымызға байланысты болады.

Потенциалдық энергияны анықтаудағы нөлдік деңгей ұғымың енгізу әдістемесін қарастырайық. Мұнда мынандай маңызды кезеңдерді көрсетуге болады.

Потенциалдық энергияның өзін емес өзгерісін анықтайды. Мысалы: Жер бетіне жақын маңдағы ауырлық күші үшін:

∆

мұндағы және дененің жерден бастапқы және соңғы күйлерінің оның кеңістікте биіктігі.

Деформацияланған серіппенің потенциалдық энергиясының өзгерісі

∆=

Мұндағы к - серпімділік коэффиценті, және серіппенің бастапқы және соңғы деформациясы.

Жұмыс энергияның өзін емес өзгерісін анықтайды, сондықтан да энергияның өзгерісінің ғана физикалық мағынасы бар. Осыдан барып жүйенің потенциалдық энергиясы нөлге тең деңгейі ерікті түрде тандап алынады.

2. Жүйенің нөлдік денгейіне көбінесе потенциалық энергиясы аз болатын күйін таңдайды.

Оқушыларға мысалдар арқылы потенциалдық энергия бастапкы санақ денесін тандауға байланысты екенін, ал нөлдік деңгейді таңдау энергияның өзгерісіне әсер етпейтінін көрсету керек.

Потенциалдық энергия инерциалды санақ жүйелерін таңдауға байланысты емес, себебі ол өзара әсерлесуші денелердің арасындағы қашықтыққа байланысты функция болып табылады.

Кинетикалық және потенциалдық энергия ұғымын бекіту үшін есептер шығарылады.Бұл жаттығу немесе практикалық сипаттағы есептер болуы мүмкін. Мысалы тежелу жолын анықтауға арналған.

Оқушылар сыртқы күштер тек кинетикалық энергияны өзгертетінін, ал өзара әсерлесу-потенциалдық энергияны өзгертпейтінін түсіне бермейді. Потенциалдық энергияның өзгерісі өзара әсерлесуші күштің (ішкі күш) істеген жұмысымен анықталады. Осы қарастырғандардан барып істелген жұмыстың есебінен кинетикалық энергия артқанда потенциалдық энергия кемиді (және керісінше), яғни тұйық жүйеде энергияның сақталу заңы орындалады. Үйкеліс күші әсер еткендегі энергияның сақталу заңын міндетті түрде қарастыру керек. Бұл кезде үйкеліс күшінің жұмысы жүйенің кинетикалық энергиясын азайтады. Соған қарамай үйкеліс күшінің әсерінен потенциалдық энергия артпайды, тартылыс және серпімділік күштерінің (консервативтік күштер) жағдайындағыдай. Себебі үйкеліс күші өзара әсерлесетін денелердің ара қашықтығына емес, олардың салыстырмалы жылдамдығына байланысты. Бұл күштің жұмысы оның кеңістіктегі алатын бастапқы немесе соңғы орындарына емес, траекториясына байланысты.

**Дәрісті бекіту сұрақтары**

1. Импульстың сақталу заңын айтыңыз.

2. Жұмыс және энергия ұғымдарына ғылыми әдістемелік талдау жасаңыз.

3. Механикалық жұмыс тақырыын оқушыларға қандай әдістер арқылы түсіндіреміз.

4. Механикалық энергия және оның сақталу заңын оқытуда қандай демонстрациялық жұмыстарды көрсетуге болады?

5. Сақталу заңдары тақырыбын өткен кезде оқушылар қандай физикалық шамалармен таныс болуы керек.

6. Импульстің сақталу заңын оқып үйрену үшін оқушылар қандай маңызды ұғымдармен таныс болуы керек.

7. Кинетикалық энергияға мысалдар келтіріңіз.

8. Потенциалдық энергияға мысалдар келтіріңіз.

**Әдебиеттер:**

1. Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е. Теория и методика обучения физике в школе. Оқу құралы. 2000. -368с.

2. Жүсіпқалиева Ғ.Қ., Джумашева А.А., Құбаева Б.С. Мектепте физика курсын оқытудың теориясы мен әдістемесі. Оқу құралы. Орал: М.Өтемісов атындағы БҚМУ редакциялық баспа орталығы, 2012. – 195 б.

3. Акитай Б.Е. Физиканы оқыту теориясы мен əдістемелік негіздері : оқу құралы / Акитай Б.Е. - Алматы: Нур-Принт, 2015. - 236 c. - ISBN 9965-29-013-Х.

4. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в СШ. М.: Просвещение, 1981. Гл. 1-П. С.-99.

5. Гладышева Н.К., Нурминский И.И. Методика преподавания физики в 8-9 классах общеобразовательных учреждений. М.: Просвещение, 2001. Г. І. С.3-20.

6. Құдайқұлов М., Жанабергенов К. Орта мектепте физиканы оқыту әдістемесі. Алматы: Рауан, 1998.

**Студенттердің өзіндік жұмысына тапсырма:** "Машиналарды қолдану және оларда энергияның түрленуі" тақырыбына реферат жазып келу.