

ҒТАХР 29.01.45

БІЛІМ БЕРУ МАЗМҰНЫН ЖАҢАРТУ ЖАҒДАЙЫНДА ФИЗИКАНЫ МАТЕМАТИКАМЕН ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСТА ОҚЫТУ

А.Е. Әбілқасымова, М.Р. Кушербаева

Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

kmaikul@mail.ru

Мақалада орта мектепте жаңартылған білім беру жүйесінде физика пәнін математика пәнімен, оның ішінде алгебра курсымен пәнаралық байланыста оқыту ерекшеліктері туралы айтылады. Сонымен қатар, қойылған мәселеге сәйкес орта мектептің негізгі буынындағы физика пәнін оқытудағы әдістемелік міндеттер нақтыланған. Жалпы физиканы пән немесе ғылым ретінде математикасыз елестету мүмкін емес, сондықтан мақаланың кіріспе бөлімінде физика мен математиканың пәнаралық байланысы туралы ақпарат берілген. Яғни, тақырыпты толық түсіну үшін математикадан алынған білім физика пәнінде олардың арасындағы сызықтық байланысы арқылы қолданылу қажеттігі туындайтыны анық. Зерттеу нәтижесі 7-сыныпта физиканы математикамен пәнаралық байланыста оқыту барысында қолданылған әдістемелік ерекшеліктерге негізделген.

Түйін сөздер: *негізгі мектеп, физика, математика, жаңартылған мазмұн, пәнаралық байланыс, оқыту әдістемесі.*

Физика – материя, оның құрылымы мен қозғалысын, сондай-ақ табиғаттың жалпы заңдарын анықтайтын жаратылыстану ғылымының жетекші саласы болып табылатыны белгілі. Осыған орай, Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрінің 2013 жылғы 3 сәуірде №115 бұйрығымен бекітілген «Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9 сыныптары үшін «Физика» пәнінен типтік оқу бағдарламасында физика ғылымына мынадай анықтама берілген: Физика – оқушыға білім беретін және өзіндік тәрбиелік ықпалы бар, оның ақыл - ойын және логикалық ойлау қабілетін дамытатын, ерік-жігерін тәрбиелейтін өзіндік мазмұны және зерттеудің ғылыми әдістері бар жетекші ғылымдардың бірі болып табылады.

Бүгінгі мектептегі «Физика» оқу пәні ғылыми түрде ойлауды қалыптастыруға бағытталған, оқушының шығармашылық, коммуникативтік қабілетін, абстрактілі-теориялық және практикалық ойлауын, сыни ойлау және талдау дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді [1;3]. Ал жаңартылған білім беру жүйесінде осы ғылым саласын меңгертуде қойылған мақсат қаншалықты өзгергені ескере кететін жай.

Жалпы физика, математика пәндерін оқыту әдістемесінің басты мақсаты — оқушыларға физикалық, математикалық білімді мектеп стандарттарында қойылған талаптарға сай игерту, мұғалімнің әртүрлі әдіс-тәсілдерді қолдану шеберлігі арқылы олардың пәнаралық байланысын ескере отырып оқыту, ақпарат көздері арқылы оқушылардың өз беттерінше ізденуге баулу болып табылады.

Дәстүрлі мазмұнмен оқытылған сабақ мақсаты мен жаңартылған мазмұн мақсатының қандай айырмашылығы бар деген сұраққа тоқталайық.

Қазір заман ағымына қарай физиканы оқыту мақсаттарының мазмұны да өзгерді: оқушылардың шығармашылық қабілеттерін шыңдау мақсатында әртүрлі қашықтық олимпиадалары мен жобаларға дайындау, мамандық таңдау үшін арнайы оқыту, зерттеушілік құзіреттілігін қалыптастыру т.с.с.

«Физика» курсы 7-9- сыныптарда оқытудың мақсаты – оқушылардың ғылыми дүниетанымының негіздерін, танымдық қызығушылығын, сын тұрғысынан ойлауын, зияткерлік және шығармашылық қабілетін қалыптастыру, физиканың негізгі заңдарымен танысудан, табиғаттың құбылысын зерттеуден меңгерген білімі және білігін техникада және күнделікті өмірде пайдалана білу [1;3].

Физиканың қоғамдық өндірістегі және ғылымдағы маңыздылығы орта мектептің оқу жоспарында көрсетілген. Физика пәні жаратылыстану ғылымдарының пәндерінің ішінде жетекші орынға ие. Еліміздегі білім беру жүйесіне сәйкес жаңартылған білім мазмұнына сәйкес физика пәнін оқытуда мынадай маңызды әдістемелік міндеттер қойылады:

- 12 жылдық мектеп шеңберінде неғұрлым оңтайлы әрі жаңаша жүйе жасау;
- Тиімді оқыту әдістерін іздеу және оқушылардың жетістіктерін бағалаудың тиімді әдістерін табу;
- Жаңа әрі аса тиімді оқулықтар мен әдістемелік құралдарды жасау;
- Ақпараттық технология, техника және ғылыми жетістіктер негізінде физиканы оқытудың материалдық базасын жетілдіру;
- Заманауи ақпараттық технологияларға жауап беретін жаңа көрнекі құралдар жасап шығару.

Ал, орта мектепте оқу пәні ретінде төмендегідей міндеттер қойылады:

- Физика ғылымының негіздерін зерттеу;
- Оқушылардың танымдық және ойлау қабілеттерін дамыту;
- Заманауи ғылыми көзқарас қалыптастыру;
- Оқушылардың болашақ мамандықтарын саналы таңдауына даярлық жасау;
- Оқушыларды тәрбиелеу.
- Оқу процесінде физика пәнінің функциялары төрт компонентке сай іске асыру:
 1. Оқу мазмұны
 2. Оқыту
 3. Зерттеу
 4. Оқытудың материалдық құралдары.

Дәстүрлі форма бойынша сабақ беруде негізгі үш міндет айқындалған болса, қазір әр сабақта жеке мақсат түрлері анықталып, оқушының оқу траекториясы зерделенген. Бұл өз кезегінде оқушы бойында жауапкершілік, алға қарай ұмтылу, өз қателігін түзету, қосымша іздену сияқты қасиеттерді қалыптастырады.

Физика ғылымын меңгеру мен меңгертуде математиканың алар орны ерекше: барлық физикалық заңдылықтар, заңдар, теориялар математикалық өрнектермен, формулалармен сипатталады.

Педагогикалық институттар мен университеттерде «Физиканы оқыту әдістемесі» курсы жан-жақты терең меңгеру студенттерден оны физика, математика, материалдар технологиясы, оқытудың техникалық құралдары және электронды-есептеуіш техникасы, философия, педагогика, психология, гигиена, экология, т.б. ғылымдармен тығыз байланысты түрде оқуды қажет етеді. Себебі, физика және математика ғылымдарын меңгермейінше, мектепте физика сабақтарын мұғалімнің өткізе алмауы мүмкін емес. Материалдар технологиясын, техникалық құралдар мен электронды приборларды пайдалану арқылы физика сабақтарының политехникалық және кәсіптік бағдарлық маңызын күшейтуге, олардың өмірмен байланыстарын жақсартуға мол мүмкіндік туғызылады [6; 8].

Олай болса, математика мен физиканың өзара байланысы ең алдымен зерттейтін жалпы пәндік аумақтың бар болуымен анықталады.

Бұл қатынастарды шартты түрде үш түрге бөлуге болады.

1. Физика келешекте математикалық теорияның дамуына негіз болатын міндеттерді қоя отырып, оларды шешуге қажетті математикалық идеялар мен әдістерді жасайды.

2. Физикалық құбылыстарды талдау үшін математикалық теориялар мен идеялар және математикалық аппарат қолданылады.

3. Физикалық теорияның дамуы қолданыстағы нақты математикалық аппараттарға негізделеді [5; 65].

Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған оқу бағдарламасының түсінік хатында нақты пункттер қарастырылған:

10. Пәнаралық байланыс алгебра пәнімен: рационал сандармен есептер шығару;

формулалар арқылы есептеу, пропорцияны шешу; тікбұрышты координат жүйесінде сызбалар салу,

$y=kx$ және $y=k/x$ функция түрлері және оның графиктері, квадраттық теңдеулер және теңсіздіктер,

негізгі тригонометриялық формулалар, сызықтық теңдеулер жүйесі және оларды шешу.

11. Пәнаралық байланыс геометрия пәнімен: векторлар және амалдар қолдану, геометриялық фигуралардың ауданы, бұрыштар туралы мәлімет (градустық өлшем) бұрыштарды өлшеу және салу, центрлік және іштей сызылған бұрыш, үшбұрыштардың теңдігі және ұқсастығы, косинус, синус, Пифагор теоремасы [1;4].

Енді 7-9- сыныптар арасында физиканы оқып-үйрену кезінде қиындық тудыратын математикалық тақырыптарды топтастырайық:

- өлшем бірліктерді Халықаралық бірліктер жүйесіне айналдыру;
- формуладан белгісіз шаманы табу (пропорцияның негізгі қасиеті);
- сызықтық және квадраттық теңдеулерді шешу;
- сандарды дөңгелектеу;
- функцияның графигін салу;
- сызықтық және квадраттық теңдеулерді қолдана отырып, физикалық шамаларды табуды үйрену;
- тік бұрышты үшбұрыштың қабырғалары мен бұрыштары арасындағы қатыстарды табу;
- векторларға амалдар қолдану;
- координата осьтеріне түсірілген нүктелер мен векторлардың проекцияларын табу.

Зерттеудің ғылыми болжамына сәйкес, егер негізгі мектепте жаңартылған мазмұнда оқылатын физика курсының мазмұны пәнаралық байланыс негізінде құрылып, оның ішінде математика курсымен: табиғат құбылыстарын сипаттауға берілетін практикалық тапсырмалардың басым көпшілігі сандық сипаттамамен және функциялық байланыс түрінде берілсе, сондай-ақ алгебра және геометрия пәндері бойынша оқылатын материалдар физика пәнімен параллель оқытылатын болса, онда оқушылардың физикалық білімді меңгеру дәрежесі сапалы болар еді. Бірақ білім алушылар арасында математикадан алған білімдерін, физика пәнінде қолдану мүмкіндігін арнайы мысалдар негізінде көрсетіп, түсіндіргенмен нәтижесі көңілден шықпай тұр. Бұл проблема пәндер интеграциясы деген атаумен бұрыннан бері қарастырылып келе жатыр. Орта мектептерде 7-8 сынып оқушылары үшін жазылған оқулықтарда осы мәселе қалай шешілген?

2017 жылы Р.Башарұлы авторлығымен «Атамұра» баспасынан шыққан 7-сыныпқа арналған «Физика» оқулығының I-тарауы: «Физика-табиғат туралы ғылым» деп аталып, бұл тарауда 6 параграф қарастырылған.

- §1. Физика-табиғат туралы ғылым.
- §2. Табиғатты зерттеудің ғылыми әдістері.
- §3. Физикалық шамалар. Скаляр және векторлық шамалар. Халықаралық бірліктер жүйесі.
- §4. Физикалық шамаларды өлшеу. Дұрыс және дұрыс емес пішінді денелердің көлемін өлшеу.
- §5. Өлшеулер мен есептеулердің дәлдігі.
- §6. Үлкен және кіші сандарды ықшамдап жазу.

II тарау. Механикалық қозғалыс. Бұл тарауда 5 параграф бар:

- §7. Механикалық қозғалыс және оның сипаттамалары. санақ жүйесі.
- §8. Механикалық қозғалыстың салыстырмалылығы.
- §9. Түзусызықты бірқалыпты және бірқалыпсыз қозғалыстар.
- §10. Жылдамдық және орташа жылдамдықты есептеу.
- §11. Әртүрлі механикалық қозғалыстардың графиктері [2; 204].

Жоғарыда аталған екі тарау 7-сынып оқушысы үшін физика ғылымының ең алғашқы фундаменті болып табылады. Физика пәнін жақсы меңгеру үшін математикалық білім қажет. Осы орайда физика мен математика (алгебра, геометрия) пәндерінен берілетін білім-тақырыптар тізбесі сызықты түрде болған жағдайда ғана жақсы нәтиже аламыз. Зерттеу тақырыбының өзектілігі де осы бағытта болмақ.

Бірақ, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрі міндетін атқарушысының 2017 жылғы «25» қазандағы №545 бұйрығына 13-қосымша, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2013 жылғы 3 сәуірдегі № 115 бұйрығына 202-қосымшаға сәйкес жасалған «Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған «Физика» пәнінен жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасы» [4;9] бойынша күнтізбелік-тақырыптық жоспарда кейбір тақырыптарды өтуде осы заңдылықтың жоқ екенін аңғаруға болады:

Кесте 1. Салыстырмалы талдау

№	Физика пәні бойынша өтілетін тақырып атауы	Оқу мақсаттары	Жоспарланған мерзім	Математика (алгебра) пәні бойынша өтілетін тақырып атауы	Оқу мақсаттары	Жоспарланған мерзім
1	Өлшеулер мен есептеулердің дәлдігі. Үлкен және кіші сандарды ықшамдап жазу.	7.1.2.3– үлкен және кіші сандарды жазған кезде еселік және үлестік қосымшаларды білу және қолдану: микро (μ), милли (m), санти (c), деци (d), кило (k) және мега (M); 7.1.3.1 – дененің ұзындығын, көлемін, температурасын және уақытты өлшеу, өлшеу нәтижелерін аспаптардың қателіктерін есепке ала отырып жазу;	12.09.19ж	Санның стандарт түрі	7.1.1.1-сандарды стандарт түрде жазу; 7.1.2.7-стандарт түрде жазылған сандарға арифметикалық амалдар қолдану; 7.1.2.9-стандарт түрде жазылған сандарды салыстыру; 7.1.2.10-шамаларды бір өлшем бірліктен екінші өлшем бірлікке айналдыру және оны стандарт түрде жазу; 7.1.2.11-шамалардың жуық мәндерін табу және оларды стандарт түрде жазу; 7.1.2.12-жуық шамалардың абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін есептеу; 7.1.2.13- калькулятордың көмегімен жуықтап есептеулерді орындау;	25.09.19ж.
				Құрамында дәрежесі бар өрнектерді түрлендіру	7.1.2.5 алгебралық өрнектерді ықшамдауда дәрежелердің қасиеттерін қолдану;	20.09.19ж.
2	Әртүрлі механикалық қозғалыстардың графиктері	7.2.1.7 – s -тің t-ға тәуелділік графигін тұрғызуда координаталар осьтерінде және кестелерде өлшем бірліктерін дұрыс белгілеу; 7.2.1.8 – дененің орын ауыстыруының уақытқа тәуелділік графигінен келесі жағдайларды анықтау:(1) дененің тыныштық күйін,(2) тұрақты жылдамдықпен қозғалысын; 7.2.1.8 – бірқалыпты қозғалған дененің орын ауыстыруының уақытқа тәуелділік графигінен жылдамдығын анықтау	10.10.19ж	Сызықтық функция және оның графигі	7.4.1.4 $y=kx$ функциясының анықтамасын білу, графигін салу,k коэффициентіне қатысты орналасуын анықтау; 7.4.1.5 $y=kx+b$ түріндегі сызықтық функцияның анықтамасын білу, оның графигін салу және графиктің k және b коэффициенттеріне қатысты орналасуын анықтау; 7.4.1.6	8.11.19ж

					сызықтық функция графигінің координата осьтерімен қиылысу нүктелерін графигті салмай табу;	
	Скаляр және векторлық физикалық шамалар	7.1.2.2 – скаляр және векторлық физикалық шамалар ажырату және мысалдар келтіру	16.09.09ж.	-----	-----	-----
3	Дұрыс және дұрыс емес пішінді денелердің көлемін өлшеу	7.2.2.2 – әртүрлі пішіндегі қатты дененің немесе сұйықтың көлемін өлшеу үшін өлшеуіш цилиндрді (мензурка) қолдану	07.11.19ж.	-----	-----	-----

Ескерту:

- салыстырмалы талдау кестесі Тараз қаласы, №3 мектеп-лицейінің физика, алгебра пәндерінен 7-сыныпқа арналған күнтізбелік-тақырыптық жоспар негізінде жасалды.
- зерттеуге қажет деп танылған оқу мақсаттарын қарастырдық.

1-тараудың алғашқы екі параграфы теориялық түрде берілген.

3-параграфта векторлар туралы геометрия курсынан алған білімдері қажет болады.

Білім алушы векторлардың анықтамасын, оларға қолданатын амалдарды білмей тұрып, физикадан «Скаляр және векторлық шамалар» ұғымын қалыптастырады. Нәтижесінде сыныпта бұл параграф тек жаттанды формада болып, тақырыпты меңгеру сапасы нашар болады. Оқушылар 3-тарау. §21. «Бір түзудің бойымен денеге әрекет ететін күштерді қосу» тақырыбын меңгеріп, «Денелердің өзара әрекеттесуі» бөлімі бойынша жиынтық бағалауда дұрыс нәтиже көрсете алмады (зерттеуге аталған мектептің лицей бағытындағы емес, бақылаушы және эксперименттік топтардағы 7-сынып оқушыларының жазған жұмыстары алынды).

№7-есеп. Денеге бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытта 800 Н және 100 Н күш әсер етеді. Тең әрекетті күштің модулі мен бағытын анықтаңыз және күштерді график арқылы көрсетіңіз [3].

Кесте 2. Бағалау критерийі

Бағалау критерийі	Тапсырма №	Дескриптор	Балл
		Білім алушы	
Күштерді график арқылы көрсетіп, тең әрекетті күштің модулі мен бағытын анықтайды	7	тең әрекетті күштің модулін табады	1
		тең әрекетті күштің бағытын анықтайды	1

Есептің дұрыс шешімі: $F_R = F_2 - F_1$ формуласы бойынша, $800\text{Н} - 100\text{Н} = 700\text{Н}$ болу керек.

$$800\text{Н} \leftarrow \text{-----} \cdot \rightarrow 100\text{Н}$$

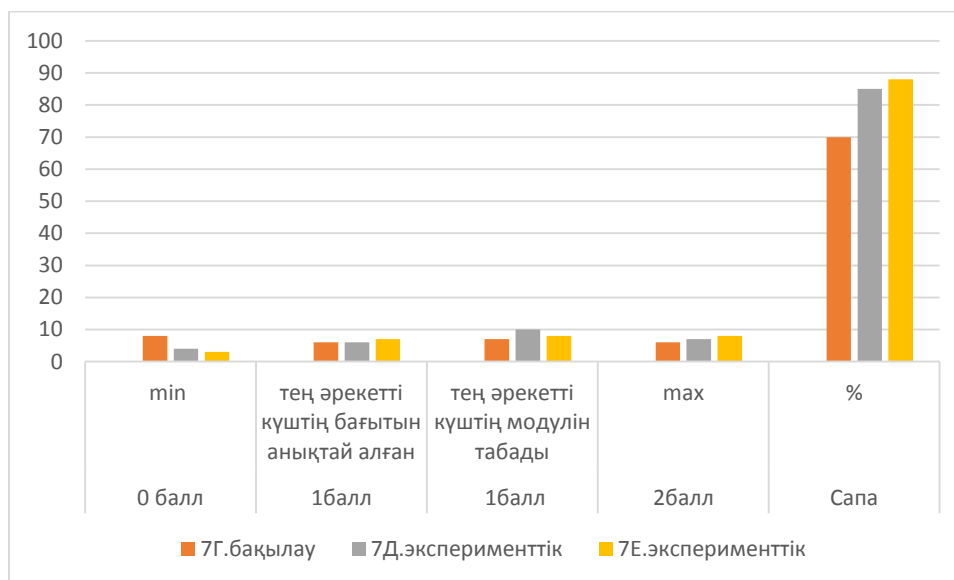
Оқушының жауабы: басым көпшілігі тең әрекетті күштің модулін дұрыс тапқанмен, біраз оқушылар графикалық түрде көрсетуде қателіктер жіберген: 3-кесте

Кесте 3. Топ көрсеткіштерінің мониторингі

№	Сыныбы	Топ	Оқушы саны	0 балл тең әрекетті күштің бағытында, модулі	1 балл тең әрекетті күштің бағытын	1 балл тең әрекетті күштің	2 балл тең әрекетті күштің бағытында,	Сапа %

				нде анықтай алмаған	анықтай алған	модулін табады	модулінде анықтай алған	
1	7«Г»	бақылау	27	8	6	7	6	70
2	7«Д»	эксперименттік	27	4	7	9	7	85
3	7«Е»	эксперименттік	26	3	7	8	8	88
барлығы			80	13	19	27	21	83

Аталған топтардағы зерттеу нәтижесін төмендегі диаграммадан көруге болады:



Қорытынды

Жалпы өскелең ұрпақты жетілдіруде мектептің білім мазмұнын одан әрі жаңарту, жоғары деңгейге көтеруде, оның қоғамдағы даму үдерісінен үнемі оқып отыру мақсатындағы ізденістерде ғылымдар жүйесінің бір-бірімен тығыз байланысты болуы пәнаралық байланыстың негізінде қарастырылуы керек [7; 215].

Егер біз жоғарыда айтылған мәселелерді шешетін болсақ, яғни физика пәні бойынша игерілетін тақырыпқа математика пәнінен берілетін білім мерзім бойынша кем дегенде бір сабақ бұрын өтілсе, онда оқушылардың есеп шығару дағдылары түзелер еді.

Физика пәнін математикамен байланыстыра оқыту физикалық алғашқы түсініктерді қалыптастыру кезінен бастап жүзеге асуы қажет. Яғни оқулықтың келесі 4-6 тарауларында қарастырылатын тақырыптардағы физикалық құбылыстардың математикамен байланысын мынадай бағытта ашып көрсетуге болады:

1. «Қатынас ыдыстар», «Гидравликалық машиналар», «Жай механизмдер. Механиканың алтын ережесі» тақырыбын қарастырғанда пропорцияның негізгі қасиеті;
2. «Кері итеруші күш. Архимед заңы» тақырыбында теңсіздіктің шарттары;
3. «Механикалық энергия. Кинетикалық энергия» тақырыбын өту барысында модуль шамасы;
4. «Потенциалдық энергия» тақырыбында арифметикалық квадрат түбір ұғымы;
5. «Иіндіктің тепе-теңдік шарты» тақырыбында алгебралық қосынды ұғымы;
6. «Пайдалы әрекет коэффициенті» тақырыбында пайыз түсінігі.

Мұның өзі төмендегідей дидактикалық міндеттерді шешуге мүмкіндік береді:

1. Оқу ақпараттарының ғылыми дәйектілігін жетілдіру;
2. Оқушылардың танымдық қызығушылықтарын ояту және ақыл-ойының дамуын жеделдету;

3. Оқушылардың ғылыми-дүниетанымдық көзқарастарын қалыптастыру;
4. Есеп шығару дағдыларын шыңдау.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Физика (2013) Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған оқу бағдарламасы. – Астана: Ғ.Алтынсарин атындағы ҰБА. – 22 б.
2. Башарұлы Р. (2017) Жалпы білім беретін мектептің 7-сыныбына арналған оқулық. - Алматы: Атамұра. – 208 б.
3. Жиынтық бағалауға арналған әдістемелік ұсыныстар (2017) Физика. 7- сынып. - Астана: Педагогикалық шеберлік орталығы. - 40б.
4. Негізгі орта білім беру деңгейінің 7-9-сыныптарына арналған «Физика» пәнінен жаңартылған мазмұндағы үлгілік оқу бағдарламасы. Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2013 жылғы 3 сәуірдегі № 115 бұйрығына 202-қосымшаға сәйкес жасалған.
5. Глинских Л. Г., Казакова О. А., Лошакова Н. В. (2015) Использование интеграции математики и физики как средство повышения познавательной активности // «Актуальные проблемы преподавания физики и математики в школе». Мат. Рег. научно-практ. конференции. Нижний Тагил.
6. Құдайқұлов М., Жаңабергенов Қ. (1998) Орта мектепте физиканы оқыту әдістемесі. Алматы: «Рауан». -310 б.
7. Пірәлиев С. Ж., Құралбаева А. А. (2010) Пәнаралық байланысты жүзеге асырудың теориялық мәселелері //А.Ясауи университетінің хабаршысы. №1. – 488 б.

Преподавание физики в межпредметных связях с математикой в условиях обновления содержания образования в основной школе

А.Е. Абылкасымова, М.Р. Кушербаева

Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан
kmaikul@mail.ru

В статье рассматриваются особенности междисциплинарного преподавания физики с математикой, в том числе по алгебре в обновленной системе школьного образования. Кроме того, были определены методологические цели преподавания физики в основной школе. В целом физика не может быть представлена без математики, поэтому вводный раздел статьи предоставляет информацию о междисциплинарных отношениях между физикой и математикой. То есть, для полного понимания определенной темы физики нуждается необходимость те знаний которые, полученные по математике. Результаты исследования основаны на методических особенностях, используемых в междисциплинарном обучении физики с математикой в 7 классе.

Ключевые слова: основная школа, физика, математика, обновленное содержание, межпредметная связь, методика обучения

Teaching physics in interdisciplinary relations with mathematics in the conditions of updating the content of education in the basic school

A.E. Abylkasymova, M.R. Kuscherbayeva

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
kmaikul@mail.ru

The article discusses the features of interdisciplinary teaching of physics with mathematics, including algebra in the updated school system. In addition, the methodological goals of teaching physics in a primary school were identified. In general, physics cannot be represented without mathematics, so the introductory section of the article provides information on the interdisciplinary relationship between physics and mathematics. That is, for a complete understanding of a certain topic of physics, the need for the knowledge obtained in mathematics is needed. The results of the study are based on the methodological features used in interdisciplinary teaching of physics with mathematics in grade 7.

Keywords: basic school, physics, mathematics, updated content, intersubject communication, teaching methods