



**«Мектеп физика курсының бағдарламасына сәйкес
есептер шығарудың әдістемелік жолдары»**

**Батыс Қазақстан облысы білім басқармасының
Білім беруді дамыту орталығы**

**«Мектеп физика курсының бағдарламасына сәйкес
есептер шығарудың әдістемелік жолдары»
(оқу – әдістемелік құрал)**

Орал, 2020

БҚО Білім басқармасының білім беруді дамыту орталығының сараптама кеңесінде қаралып, облыс педагогтарына таратуға ұсынылды.

Хаттама №2, 11 мамыр, 2020 жыл

Құрастырған: Л. С. Акашаева - Бөрлі ауданы Ақсай қалалық № 5 ЖББОМ физика-информатика пәнінің жоғары санатты мұғалімі

Пікір жазған: Б.С.Иманғалиева - М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік Университетінің физика кафедрасының аға оқытушысы

С.Ә.Куликеш - Бөрлі ауданы Ақсай қалалық №7 ЖББОМ физика пәнінің педагог шебер мұғалімі

Әдістемелік-оқу құралы оқушылардың жүйелі ойлау қабілетін дамытуға бағытталған қосымша 11 сыныпқа арналған қолданбалы курс ретінде ұсынылып отыр. Қолданбалы курс аптасына бір рет, барлығы 34 сағатқа жоспарланды. Бұл жинақта сабақ жоспарлары мен тақырыптық есептердің шығару жолдары және бірнеше теориялық сұрақтар мен тест тапсырмалары бар. Әдістемелік құрал физика пәнінің мұғалімдері мен жоғары оқу орындарына түсуші талапкерлерге арналған

Мазмұны

1. Кіріспе.....	4
2. Қолданбалы курс бағдарламасының мазмұны	6
3. Тақырыптық жоспар.....	8
4. Сабақ жоспарлары	11
5. Қорытынды.	74
6. Пайдаланылған әдебиеттер	75

Кіріспе

Физика бізді қоршаған орта туралы танымдық ақпаратқа сүйеніп логикалық ойлауды дамытады, әлемнің біртұстас бейнесін құрайды.

Ұсынылып отырған әдістемелік құрал 11 сыныпқа арналған қолданбалы курс бағдарламасы ретінде ұсынылып отыр. Бағдарламада бірінші сабақ өткен тарауларды шолу жасап тиянақтауға, қалған сабақтар есептер шығаруға арналады. Курсты меңгеру барысында оқушылардың жоғары деңгейлі есеп шығару мүмкіндіктері артады, сонымен бірге механика, молекулалық физика, электродинамика, оптика және кванттық физика бөлімдері қамтылған.

Әдістемелік құралға енгізілген тақырыптық есептер қарапайымнан күрделіге қарай беріледі. Есепті шешуге теориялық материалды толық игерген соң кіріседі. Әрбір тақырыпқа қысқаша берілетін теориялық материалдар оқушының тақырыпты меңгеруін жеңілдетіп, білімдерін жүйелейді. Әр тақырып бойынша есептердің шығарылу жолдары берілген. Бұл оқушылардың жеке тақырыпты игеруі мен есептің шартын дұрыс түсініп, алған білімдерін жүйелі түрде нығайтуына көмектеседі. Көбінесе тақырыптық есептерді, әсіресе жоғары қиындықты есептерді шығаруға күнделікті сабақта уақыттары жетпей жатады. Сондықтан осы жинақта берілген курс бағдарламасындағы материалдар болашақта физика-математика бағытындағы білім алатын оқушыларға көмектеседі.

Мақсаты:

Оқушылардың логикалық, танымдық қабілеттерін дамыта отырып, сандық және сапалық есептерді шығару дағдыларын қалыптастыру, техникалық мамандықтар бойынша жоғары оқу орындарына түсуге дайындау.

Міндеттері:

- Оқушылардың кең көлемді, физикалық білім алуларына жағдай жасау.
- Оқушылардың танымдық қабілетін және «өзіндік реттелу» дағдысын іске қосуына жағдай жасау.
- Оқушыларды өзбеттерімен терең ойлануға үйретіп, техникалық мамандыққа қызығушылықтарын арттыру

Теориялық бөлім:

Оқу материалында негізгі фактілер, ұғымдар, заңдар, теорияларды және физика ғылымының әдістерін оқып үйретіп, есептердің нақты шығару жолдарын меңгерту

Нәтижесі: Оқушылар оқулықтағы теориялар, тақырыптар бойынша берілген есептерді шығару мүмкіндіктері артады, шығару жолдарымен тиянақты түрде танысады.

Практикалық бөлім:

Есептердің шығару жолының ережесін білу, мәтіндік сұрақтарды және тест тапсырмаларын талдап, материалды толық меңгерулеріне жағдай жасау.

Нәтижесі: Тақырыптық есептерді терең ойланып көңіл қойған оқушыға өз бетінше шығаруға берілген жаттығуларды орындау қиынға соқпайды.

Ұсынылып отырған қолданбалы курс бағдарламасы 11 сыныпқа, барлығы 34 сағатқа арналып жазылған.

Пәнаралық байланыс: алгебра, геометрия, сызу, химия, астрономия, биология, экология.

Қолданбалы курстың ұйымдастыру формалары: оқушылардың білімдерін қорытындылау сабақтары, есептер шығару, шығармашылық ізденіс жұмыстары. Эксперименттік есептер

Қолданбалы курсты қорытындылау формасы: бөлім бойынша мәтіндік сұрақтарға жауап беру, ашық формадағы тест тапсырмалары, сәйкестікті анықтау тапсырмалары.

Оқушыларға қойылатын талаптар:

1. Оқушының негізгі оқу мақсатын және міндеттерін белгілеу.
2. Оқып отырған материалдың басты мағынасын айқындау.
3. Материалдағы мағыналық тірек бөлімдерін таба білу.
4. Өзін-өзі бақылауды жүзеге асыру.
5. Оқылған тақырыптар бойынша есептерді қарапайымнан бастап, біртіндеп күрделендіре шығару.
6. Есеп шартының (берілгенінің) дұрыс жазылуын, формулалар мен сызбалардың дұрыс қолданылуын, есептеулердің дұрыс жүргізілуін тексере білу.
7. Есептің шығарылу жолын қысқаша әңгімелеп бере білу.

Қолданбалы курс бағдарламасының мазмұны
11 сынып
(Барлығы 34 сағат, аптасына 1 сағаттан)

I. Кіріспе (1 сағ)

- Курс міндеттері. Физикалық есептерді шығаруды үйренудің маңыздылығы. Техникалық қауіпсіздік. (1 сағ)

II. Механика (4 сағ)

- Механика бөліміндегі тақырыптарға шолу жасау (1 сағ)
- Кинематика негіздері (1 сағ)
- Динамика негіздері (1 сағ)
- Сақталу заңдары. Тербелістер мен толқындар. (1 сағ)

III. Молекулалық физика (7 сағ)

- Жылу мөлшері, газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеулері (1 сағ)
- Идеал газ заңдары. Газдардағы изопроцестер. Реал газдар. (1 сағ)
- Агрегаттық күйлер. Қатты денелердің механикалық қасиеттері. (1 сағ)
- Сұйықтың беттік қасиеттері. Салыстырмалы ылғалдылық. (1 сағ)
- Идеал газдың ішкі энергиясы. (1 сағ)
- Адиабаттық процесс. Термодинамиканың бірінші заңын изопроцестерге қолдану. (1 сағ)
- Жылу машиналарының жұмыс істеу принципі, пайдалы әсер коэффициенті. (1 сағ)

IV. Электродинамика (9 сағ)

- Электр өрісінің кернеулігі, потенциалы. Электр өрісі күштерінің жұмысы. (1 сағ)
- Конденсаторлар. Электр сыйымдылығы. Электр өрісінің энергиясы. (1 сағ)
- Ом заңдары мен Кирхгоф ережелерін қолдану. (1 сағ)
- Электр тізбегінде өткізгіштерді тізбектей және параллель қосу. Токтың жұмысы мен қуаты. Джоуль – Ленц заңы. (1 сағ)
- Әр түрлі ортадағы (сұйықтардағы, газдардағы, вакуумдағы, қатты денелердегі) электр тогы. (1 сағ)
- Магнит өрісінің қасиеттері. Магнит өрісінің индукциясы. Ампер күші. Лоренц күші. Сол қол ережесі. Бұрғы ережесі. Магнит ағыны. Электромагниттік индукция заңы. Ленц ережесі. Қозғалыстағы өткізгіштердегі индукцияның ЭҚК-і. Өздік индукция. Индуктивтік. (1 сағ)
- Токтың магнит өрісінің энергиясы. Электромагниттік өріс энергиясы. Тербелмелі контурдағы электромагниттік тербелістер кезіндегі энергияның түрленуі. Тербелмелі контурдағы процестерді сипаттайтын теңдеу. (1 сағ)
- Гармониялық тербелістердің амплитудасы, периоды және жиілігі. Томсон формуласы. Тербеліс фазасы. I -мен U -дің әсерлік мәндері.

(1 сағ)

- Айнымалы ток тізбегіндегі конденсатор мен катушка.

Трансформаторлар. (1 сағ)

V. Оптика. Арнайы салыстырмалылық теориясы. (3 сағ)

- Жарықтың түзу сызықты таралу, шағылу және сыну заңдары. Толық шағылу. Линза. Жарық жылдамдығы. Жарықтың дисперсиясы. (1 сағ)
- Жарықтың интерференциясы. Жарық толқынының ұзындығы. Жарықтың дифракциясы. Дифракциялық тор. Жарықтың поляризациясы. (1 сағ)
- Сәуле шығару және спектрлер. Электромагниттік толқындар шкаласы. Салыстырмалылық теориясының постулаттары және олардан туындайтын негізгі салдар (Кеңістік. Уақыт. Жылдамдықтарды қосудың релятивистік заңы). Массаның жылдамдыққа тәуелділігі. Масса мен энергияның байланысы. (1 сағ)

VI. Кванттық физика (8 сағ)

- Планк формуласы және тұрақтысы. Фотоэффект заңдары. Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі. (1 сағ)
- Фотоэффектінің қызыл шекарасы. Фотондар. Жарық қысымы. (1 сағ)
- Атомның құрылысы. Бордың кванттық постулаттары. (1 сағ)
- Радиоактивтілік. Альфа, бета, гамма сәуле шығару. (1 сағ)
- Радиоактивтік ыдырау заңы. Жартылай ыдырау. (1 сағ)
- Радиоактивті изотоптарды алу. Радиация. (1 сағ)
- Атом ядросының құрылысы. Атом ядросының байланыс энергиясы. (1 сағ)
- Ядролық реакциялар. Ядролық реактор. Термоядролық реакциялар. (1 сағ)

VII. Қорытындылау (2 сағ)

- Қорытынды сынақ жұмысы (тест). (2 сағ)

Тақырыптық жоспар
11 сынып
(Барлығы 34 сағат, аптасына 1 сағ)

№	Тақырып	Сағат саны	Сабақ түрі		Мерзімі
			Оқушы-лардың білімдерін тиянақтау	Есеп-тер шығару	
I	Кіріспе	1			
1	Курс міндеттері. Физикалық есептерді шығаруға жалпы нұсқаулар. Техникалық қауіпсіздік.	1	1		
II	Механика	4			
2	Механика бөліміндегі тақырыптарға шолу жасау	1	1		
3	Кинематика негіздері	1		1	
4	Динамика негіздері	1		1	
5	Сакталу заңдары Тербелістер мен толқындар.	1		1	
III	Молекулалық физика.	7			
6	Жылу мөлшері. Газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеулері.	1	1		
7	Идеал газ заңдары. Газдардағы изопроцестер. Реал газдар.	1	1		
8	Агрегаттық күйлер. Қатты денелердің механикалық қасиеттері.	1		1	
9	Сұйықтың беттік қасиеттері. Салыстырмалы ылғалдылық.	1		1	
10	Идеал газдың ішкі энергиясы.	1		1	
11	Адиабаттық процесс. Термодинамиканың бірінші заңын изопроцестерге қолдану.	1		1	
12	Жылу машиналарының жұмыс істеу принципі, пайдалы әсер коэффициенті.	1		1	
IV	Электродинамика	9			
13	Электр өрісінің кернеулігі, потенциалы. Электр өрісі күштерінің жұмысы.	1	1		

14	Конденсаторларды қолдану. Электр сыйымдылығы. Электр өрісінің энергиясы.	1		1	
15	Ом заңдары мен Кирхгоф ережелерін қолдану.	1		1	
16	Электр тізбегінде өткізгіштерді тізбектей және параллель қосу. Токтың жұмысы мен қуаты. Джоуль – Ленц заңы.	1		1	
17	Әр түрлі ортадағы (сұйықтардағы, газдардағы, қатты денелердегі) электр тогы.	1			
18	Магнит өрісінің қасиеттері. Магнит өрісінің индукциясы. Ампер күші. Лоренц күші. Сол қол ережесі. Бұрғы ережесі. Өздік индукция. Индуктивтік.	1	1		
19	Токтың магнит өрісінің энергиясы. Электромагниттік өріс энергиясы. Тербелмелі контурдағы процестерді сипаттайтын теңдеу.	1		1	
20	Гармониялық тербелістердің амплитудасы, периоды және жиілігі. Томсон формуласы. Тербеліс фазасы. Ток күші мен кернеудің әсерлік мәндері.	1	1		
21	Айнымалы ток тізбегіндегі конденсатор мен катушка. Трансформаторлар.	1		1	
V	Оптика. Арнайы салыстырмалылық теориясы.	3			
22	Жарықтың түзу сызықты таралу, шағылу және сыну заңдары. Толық шағылу. Линза. Жарық жылдамдығы. Жарықтың дисперсиясы.	1	1		
23	Жарықтың интерференциясы. Жарық толқынының ұзындығы. Жарықтың дифракциясы. Дифракциялық	1		1	

	тор. Жарықтың поляризациясы.				
24	Сәуле шығару және спектрлер. Электромагниттік толқындар шкаласы. Массаның жылдамдыққа тәуелділігі. Масса мен энергияның байланысы.	1		1	
VI	Кванттық физика	8			
25	Планк формуласы және тұрақтысы. Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі.	1	1		
26	Фотоэффектінің қызыл шекарасы. Фотондар. Жарық қысымы.	1		1	
27	Атомның құрылысы. Бордың кванттық постулаттары. Лазерлер.	1		1	
28	Радиоактивтілік. Альфа, бета, гамма сәуле шығару.	1	1		
29	Радиоактивтік ыдырау заңы. Жартылай ыдырау.	1		1	
30	Радиоактивті изотоптарды алу. Радиация.	1		1	
31	Атом ядросының құрылысы. Атом ядросының байланыс энергиясы.	1		1	
32	Ядролық реакциялар. Ядролық реактор. Термоядролық реакциялар.	1		1	
VII	Қорытындылау	2			
33	Қорытынды сынақ жұмысы	1		1	
34	Тест жұмысы	1		1	

Сабақ жоспарлары

1-сабақ:

Физикалық есептерді шығаруға жалпы нұсқаулар.

Сабақтың барысы

1. Ұйымдастыру бөлімі (Оқушылардың сабаққа әзірлігін қадағалау)
2. Негізгі бөлім

Физикалық есептерді шығаруға жалпы нұсқаулықпен таныстыру, есептердің шығару үлгілерін көрсету.

Физикалық есептер мазмұнына қарай қаралатын проблемаларға, құбылыстарға байланысты механикалық, молекулалық физика, электромагнетизм, оптика, атомдық физика есептері болып бөлінеді. Ал, құрылысына қарай, қойылған сұрақтарға, шешу тәсілдеріне қарай ауызша, сапалық, мәтіндік есептер, графикалық, тәжірибелік қызықты есептер болып бірнеше түрге бөлінеді. Бүгінгі сабақта осы есептердің түрлеріне тоқталамыз.

Ауызша сұрақ және сапалық есептер – құрылысы қарапайым, ауызша жауап беретіндей қарастырылады. Бұндай есептерді шығару үшін қарапайым құбылыстардың заңдылықтарын білу керек. Сонымен бірге есептерді шешу кезінде теориялық білімдерінді саналы түрде, іс жүзінде пайдалана алатындай болу қажет.

Мәтіндік есептерді шығаруда бір немесе бірнеше құбылыстарды, олардың заңдылықтарын қамтитын математикалық есептерді пайдаланып шешілетін проблемалар түрінде беріледі. Бұндай есептерді шығару үшін келтірілген құбылыстарды талдап, бір-біріне байланысын анықтап, заңдарын жазып, оларға сай теңдеулер қорытып шығарып, соңында есептеу жүргізу керек.

Физикалық есептерді шығару әдістері:

1. Есептің шартымен танысу; есепте қарастырылатын мәселені толық ұғынып, қойылған сұрақты анық түсінуі керек. Есептің шартына байланысты берілген шамаларды, сұрақтарды, қосымша тұрақтыларды таңбалап жазу керек.
2. Есептің мазмұнын талдау; есептің шартында берілген құбылыстардың қандай заңға бағынатынын анықтап алу, ол заңды сипаттайтын формулаларды жазу керек. Есепті талдау үшін мүмкін болған жағдайда оқиғаның суретін салу, графигін сызу керек.
3. Есепті жалпы түрде шығару; есептің сұрауларына талдау беретін проблеманы анықтайтын теңдеуді жалпы формула түрінде қорытып шығару керек.
4. Есептеу: есептеу берілген шамалардың барлығын ХБЖ өлшемдеріне келтіріп, қорытып алынған жалпы формулаға

шамалардың сандық мәндерін қойып, математикалық есептеулер жүргізу керек

3. Есептер шығару

1 есеп:

Маятникті сағатты экватордан полюске көшіретін болсақ, оның жүрісі қалай өзгереді?

Берілгені:

$$g_3 = 9,781 \text{ м/с}^2$$

$$g_n = 9,831 \text{ м/с}^2$$

Т/к ΔT

айырмашылыққа

Алдымен сағаттың жүрісі қалай өзгередінін анықтап алу керек, полюсте тартылу әлсіз, демек сағат алға жүреді.

Онда $T_3 - T_n = T_3$ сағат жүрісі арасындағы

$\frac{T_3 - T_n}{T_3}$: бұдан бір секундтағы сағат жүрісінің айырмашылығы:

$$\Delta T = \frac{T_3 - T_n}{T_3} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \quad T_n/T_3 \text{ табу керек: ол үшін } T_n = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_n}}$$

$$T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_3}}; \quad \frac{T_n}{T_3} = \sqrt{\frac{g_3}{g_n}} = \sqrt{\frac{9.781}{9.831}} \approx 0.9974$$

$$\text{Есептің жауабы: } \Delta T = \left(1 - \frac{T_n}{T_3}\right) \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \approx 3 \text{ мин } 45 \text{ с}$$

2 есеп:

Жіпке ілінген суы бар шелек тербеліп тұр. Шелектің түбіндегі тесіктен су біртіндеп ағып тұр деп есептеп, жүйені математикалық маятник деп есептеп, оның тербеліс периоды өзгере ме, жоқпа деген сұраққа жауап беру керек.

Жауабы: Бір қарағанда период өзгермейтіндей болып көрінеді. Бірақ:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{мұндағы } l \text{ - жіптің ұзындығы емес, іліну нүктесінен ауырлық}$$

центріне дейінгі қашықтық, ауырлық центрі су ағуына байланысты ығысады. Демек жүйенің тербеліс периоды да өзгереді.

Үйге тапсырма: Кабардин есептер жинағынан есептер беру

2-сабақ:

Механика бөліміндегі тақырыптарға шолу жасау

Сабақтың барысы

1. Ұйымдастыру бөлімі (үй тапсырмасын тексеру)
2. Негізгі бөлім. Қозғалыстың түрлерін, негізгі формулаларын, теңдеулерін, графигін түсіндіру. Бірқалыпты үдемелі қозғалыстың теориясын атақты италия ғалымы **Галилей Галилео** әзірлеген болатын. 1638 жылы шыққан “Механика мен Жергілікті қозғалысқа жататын жаңа екі ғылым саласына қатысты әңгіме және математикалық дәлелдемелер” деген өзінің кітабында Галилей алғаш рет бірқалыпты үдемелі

қозғалыстың анықтамасын берді және оның заңдылықтары
сипатталатын бірқатар теоремаларды дәлелдеді.

Сұрақтар беру

1. Механиканың негізгі мәселелері.
2. Түзу сызықты бірқалыпты және түзу сызықты үдемелі қозғалыстардың сипаттамалары және олардың графиктік кескіндері.
3. Шеңбер бойымен қозғалыстың кинематикалық сипаттамалары.
4. Механикада қарастырылатын күштердің түрі.
5. Қозғалыс теңдеуі дегеніміз не?
6. Қандай күштер ішкі және сыртқы деп аталады?
7. Есеп шығарғанда қай кезде динамика заңдары, ал қай жағдайларда сақталу заңдары қолданылады?
8. Қай кезде жүйе тұйықталған деп саналады?
9. Механикадағы импульстің сақталу заңының мағынасы
10. Механикадағы энергияның сақталу заңының мағынасы
11. Тербелмелі және толқындық процестердің негізгі сипаттамалары.

Есептер шығару:

1-есеп: Ұшақтың ауамен салыстырғандағы жылдамдығы 900 км/сағ. Батыстан шығысқа қарай 15 м/с жылдамдықпен жел соғып тұр. Егер ауысу тура 1) оңтүстікке; 2) солтүстікке; 3) батысқа; 4) шығысқа қарай болу керек болса, ұшақ жерге қарағанда қандай бағытта ұшу керек және оның жылдамдығы қандай болады.

Шешуі:

$$v_1 = 250 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 15 \text{ м/с}$$

$$1) \alpha = 270^\circ$$

$$2) \alpha = 90^\circ$$

$$3) \alpha = 180^\circ$$

$$4) \alpha = 0^\circ$$

Ұшақтың жермен салыстырғандағы жылдамдығы: $v = v_1 + v_2$. Ұшақтың ұшуының оң бағыты меридиан бойымен оңтүстіктен солтүстікке бағытталған деп аламыз. Бұрышты осы бағыттан сағат тілшесіне қарама-қарсы бағытпен аламыз. Сонда: 1) $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 245,5 \text{ м/с}$.

$\varphi_0 = 180^\circ - \varphi$; $\varphi = 180^\circ - \arcsin(v_2/v_1) = 176^\circ 34'$. Ұшақ оңтүстік-батыс бағытта меридианмен $\varphi_0 = 3^\circ 26'$.

2) $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 245,5 \text{ м/с}$. $\varphi_0 = \varphi = \arcsin(v_2/v_1) = 3^\circ 26'$ бұрыш жасай ұшуы керек.

3) $v = v_1 + v_2 = 265 \text{ м/с}$, $\varphi = 90^\circ$. Ұшақ батысқа қарай 265 м/с жылдамдықпен ұшуы керек.

4) $v = v_1 - v_2 = 235 \text{ м/с}$, $\varphi = 270^\circ$. Ұшақ шығысқа қарай 235 м/с жылдамдықпен ұшуы керек.

2-есеп. Платформада тұрған бақылаушының жанынан поездың бірінші вагоны 1 с-та, ал екінші вагоны 1,5 с-та өтеді. Вагонның ұзындығы $l = 12 \text{ м}$.

Поезд қозғалысының а үдеуін және оның бастапқы мезеттегі жылдамдығын табыңдар. Қозғалысты бір қалыпты үдемелі деп есептеу керек.

Шешуі:

$v_{op}=l/t$ екенін біле отырып, үш теңдеу құрамыз:

1-теңдеу: I вагон үшін- $(v_0 + v_1)/2 = l/t_1$ немесе $v_0 + v_1 = 2l/t_1$

2-теңдеу: II вагон үшін: $v_1 + v_2 = 2l/t_2$

3-теңдеу: екі вагон үшін: $v_0 + v_2 = 4l/t_1 + t_2$.

Осы теңдеулерді шеше отырып: $v_0 = l(1/t_1 - 1/t_2 + 2/t_1 + t_2) = 13,6$ м/с

Үдеудің формуласы: $a = (v_2 - v_0)(t_1 + t_2)$; $v_2 = 4l/(t_1 + t_2) - v_0 = 5,6$ м/с; $a = -3,2$ м/с².

3-есеп. Доп төбенің етегінен басына қарай көкжиекке $\beta = 60^\circ$ бұрышпен лақтырылды. Ол лақтырылған орнынан 30 м қашықтыққа барып түседі. Төбенің көлбеулік бұрышы $\alpha = 30^\circ$. Доптың қандай жылдамдықпен лақтырылғанын және оның ұшу уақытын табу керек.

Шешуі:

Доп горизонталь x осі бойымен : $v_x = v \cos \beta$ жылдамдықпен бір қалыпты, ал вертикаль бағытта $v_y = v \sin \beta$ бастапқы жылдамдықпен және $a = -g$ үдеумен бірқалыпты үдемелі қозғалады.

1-теңдеу: $x = v_x t = v t \cos \beta$

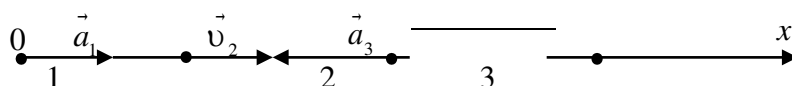
2-теңдеу: $y = v_y t - gt^2/2 = v t \sin \beta - gt^2/2$. Доптың ұшу уақыты $t = s \cos \alpha / v \cos \beta$.

Осы өрнекті 2-теңдеуге қойып, жылдамдықты табамыз.

$v = s \cos \alpha / \sqrt{2 \cos \beta \sin(\beta - \alpha)} = 21$ м/с

Доптың ұшу уақыты: $t = s \cos \alpha / v \cos \beta = 2,43$ с

4-есеп. Велосипедші қозғаласын тыныштық күйден бастады және алғашқы 4 с ішінде 1 м/с² үдеумен қозғалды, содан соң 0,1 мин ішінде ол бірқалыпты қозғалды және соңғы 20 м тоқатағанша теңкемімелі қозғалды. Қозғалыс уақыты ішіндегі орташа жылдамдықты табыңдар. $v_x(t)$ тәуелділік графигін тұрғызыңдар.



$$v_{0,1} = 0$$

$$t_1 = 4 \text{ с}$$

$$a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$t_2 = 6 \text{ с}$$

$$v_2 = \text{const}$$

$$S_3 = 20 \text{ м}$$

$$v_3 = 0$$

$$v_{opt} = ?$$

Суретін саламыз:

Жолдың барлық бөліктерінде велосипедші қозғалысы түзу сызықты болғандықтан, қозғалысты координаттық әдісті қолданып кескіндеудің мағынасы жоқ.

Санақ денесіне Жер жатады. Жалғыз x координата осін

велосипедші қозғалысының бағытымен сәйкестендіреміз (координата басы велосипедшінің бастапқы жағдайымен сәйкес келеді).

Велосипедшінің бірінші бөлікте жүріп өткен жолы:

$$S_1 = \frac{a t_1^2}{2} \quad (1)$$

Осы бөліктегі артқы жылдамдық, яғни v_1 оның екінші бөліктегі жылдамдығына тең, өйткені осы бөлікте ол бірқалыпты қозғалды:

$$v_2 = v_1 = a_1 t_1. \quad (2)$$

Велосипедшінің екінші бөлікте жүріп өткен жолы:

$$S_2 = v_2 t_2 = a_1 t_1 t_2. \quad (3)$$

Үшінші бөліктегі бастапқы жылдамдық $v_{0,3}$ велосипедшінің екінші бөліктегі жылдамдығына тең, яғни

$$v_{0,3} = v_2 = a_1 t_1. \quad (4)$$

Осы бөліктегі соңғы жылдамдық $v_3 = 0$ (ол тоқтады):

$$v_3 = v_{0,3} - a_3 t_3 = 0, \quad (5)$$

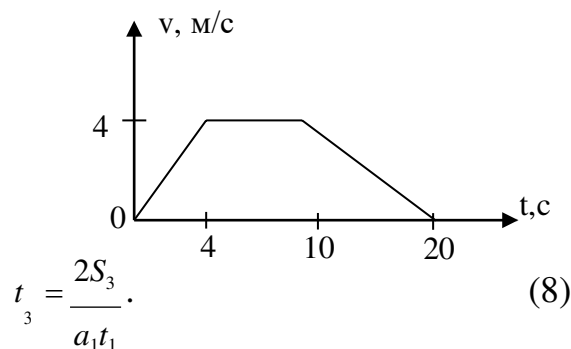
осыдан:

$$a_3 = \frac{v_{0,3}}{t_3} = \frac{a_1 t_1}{t_3}. \quad (6)$$

$$S_3 = v_{0,3} t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2} = a_1 t_1 t_3 - \frac{1}{2} \frac{a_1 t_1}{t_3} \cdot t_3^2, \text{ немесе} \quad (7)$$

$$S_3 = \frac{a_1 t_1 t_3}{2}.$$

(7) өрнектен:



Орташа жылдамдықты анықтаймыз:

$$v_{opt} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{\frac{a_1 t_1^2}{2} + a_1 t_1 t_2 + S_3}{t_1 + t_2 + \frac{2S_3}{a_1 t_1}}. \quad (9)$$

Есептейміз:

$$v_{opt} = \frac{1 \cdot 16 + 1 \cdot 4 \cdot 6 + 20}{4 + 6 + \frac{2 \cdot 20}{1 \cdot 4}} = 2,6 \frac{m}{c}.$$

Берілгенде барлық шамалардың өлшем бірлітері СИ жүйесінде келтірілген, сондықтан аралық есептеуде бірліктерді қоюдың мағынасы жоқ.

$v(t)$ графигін тұрғызамыз, өйткені $v = v_x$.

Уақыт осінде, велосипедшінің қозғалыс сипатының өзгерісіне сәйкес келетін мезеттер келтірілген.

Жауабы: велосипедшінің қозғалыс ішіндегі орташа жылдамдығы
$$\underline{v_{opt} = 2,6 \frac{м}{с}}.$$

5-есеп. Екі велосипедші бір-біріне қарсы келе жатыр. Біреуі 18 км/сағ жылдамдықпен тауға көтеріліп келеді, оның үдеуі 20 см/с^2 , ал екіншісі 5,4 км/сағ жылдамдықпен таудан түсіп келеді, оның үдеуі $0,2 \text{ м/с}^2$. Егер бастапқы кезде олардың арасы 130 м болса, қанша уақыттан кейін олар кездеседі және олардың әрқайсысы қанша жол жүреді?

(жауабы: $s_1 = v_{01}t + at^2/2$; $s_2 = v_{02}t + at^2/2$; $s = s_1 + s_2$;
 $s = (v_{01} + v_{02})t$; $t = s / v_{01} + v_{02} = 20 \text{ с}$; $s_1 = 60 \text{ м}$. $s_2 = 70 \text{ м}$)

6-есеп. Бір дене 20 м биіктіктен, екінші дене 80 м биіктіктен түседі. Екінші дененің түсу жылдамдығы бірінші дененің түсу жылдамдығынан қанша есе көп? Екінші дененің түсу уақыты бірінші дененің түсу уақытынан қанша есе көп?

(Шешуі: Жауабы: $v_2 / v_1 = \sqrt{2gh_2} / \sqrt{2gh_1} = \sqrt{h_1/h_2} = 2$; $t_2/t_1 = v_2 / v_1 = 2$)

7-есеп. Парашютші парашютін ашпай 7680 м жолды 142 с уақытта өтеді. Ауа кедергісі парашютшінің түсу уақытын қаншаға ұзартқанын табу керек?

(Шешуі: Жауабы: Парашютші еркін түскен болса, $t_0 = \sqrt{2h/g} = 40 \text{ с}$ уақыт кетеді. Ауа кедергісі әсерінен түсу уақыты $t = 142 \text{ с} - 40 \text{ с} = 102 \text{ с}$)

Үйге тапсырма беру. Рымкеевич есептер жинағы №67-114 есептер

3-4 сабақ

Кинематика негіздері. Динамика негіздері

Сабақтың барысы

1. Ұйымдастыру бөлімі. Сабаққа дайындықты қадағалау, үй жұмысын тексеру

2. Негізгі бөлім Кинематика негіздерінің формулаларына шолу жасау.

Ньютон заңдарының тұжырымдамасын беру. Есептер шығару

Кинематика – механикалық қозғалыстың себебін түсіндірмей, қозғалыстың математикалық сипаттамасын қарастыратын механиканың бөлімі. **Материялық нүкте** – қозғалыстың қарастырылып отырған жағдайында өлшемдері еленбейтіндей денені айтады. Мысалы: Бала – мектептен үйге дейін 1 км немесе одан да көп қашықтықты жүріп өтсе, материялық нүкте болып есептеледі. Бала – ертеңгілік денешынықтыру жаттығуларын жасап жатқанда, материялық нүкте деуге болмайды. **Қозғалыстың салыстырмалылығы** - әр түрлі денеге қатысты, дене әр түрлі қозғалады (тыныштық – қозғалыстың белгілі бір жағдайы). Мысалы: жүзгіш қайық үстіндегі бақылаушыға және жағадағы бақылаушыға қатысты, әр түрлі жылдамдықпен қозғалады. **Қозғалыс траекториясы** – дене бойымен қозғалатын сызық. **Жүрілген жол** – дене бойымен қозғалған траекторияның

ұзындығы. **Орын ауыстыру** – қозғалыс траекториясының бастапқы және соңғы нүктелерін қосатын бағытталған кесінді.

Ньютоның I заңы: кез-келген денеге сыртқы күштер әсер етпесе, онда ол өзінің бір қалыпты түзу сызықты қозғалыс күйін сақтайды. Дененің оған басқа денелер тарапынан болатын сыртқы әсері жоқ кезде, қозғалыс жылдамдығын сақтау құбылысы инерция деп атайды, ал дененің осы қасиетін инерттілік дейді. Инерттіліктің сандық сипаттамасы – масса. Өлшем бірлігі-кг (килограмм).

Ньютоның I заңы орындалатын санақ жүйесі инерциалды санақ жүйесі деп аталады. Сондықтан Ньютоның I заңының тұжырымдамасын былай беруге болады: инерциалды санақ жүйелері бар, онда жекеленген дене өзінің тыныштық күйін немесе бір қалыпты түзу сызықты қозғалыс күйін сақтайды. Қандай да болмасын бір инерциалды санақ жүйесімен салыстырғанда түзу сызықты және бір қалыпты кез келген санақ денелері де инерциалды санақ жүйесі болады. Инерция заңы орындалмайтын санақ жүйесі инерциалды емес санақ жүйесі деп аталады.

Ньютоның II заңы: дененің үдеуі, денеге әсер етуші F күшке тура пропорционал, ал оның массасына кері пропорционал болады. $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ Үдеу мен

күштің бағыттары бірдей, $\vec{F} = m\vec{a}$ Массасы әр түрлі екі бірдей күштер әсер етсе, онда денелердің алатын үдеулері массаларына кері пропорционал

болады. $\frac{a}{a_2} = \frac{m}{m_1}$ Егер $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}$; $\vec{v} - \vec{v}_0 = \vec{a}(t - t_0)$ болса, онда Ньютоның II

заңын жылдамдық өзгерісі $\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$ болатын уақыт аралығына мүшелеп көбейтсек, мынадай болады: $m\vec{a}(t - t_0) = m(\vec{v} - \vec{v}_0) = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{p} - \vec{p}_0$; мұндағы $\vec{p}$ - дененің импульсі, яғни ол дененің массасы мен жылдамдығының көбейтіндісіне тең вектор. $\vec{p} = m\vec{v}$.

Ньютоның III заңының негізгі физикалық мағынасы-бір дененің екінші денеге біржақты ғана әсері табиғатта кездеспейтіні. III заңы былай тұжырымдалады: денелердің өзара әсерлесуі нәтижесінде пайда болатын күштердің модулі тең, ал бағыттары қарама-қарсы және ол күштер әр денеге түсірілген. $F_2 = -F_1$.

1-есеп: Блокка асылған жіптің ұштарына $m_1=0,6$ кг және $m_2=1$ кг екі жүк ілінген. Жүктердің қозғалыс үдеуін, жіптің тартылу күшін және блок ілулі тұрған динамометрдің не көрсететінін табу керек? Жіп пен блоктың массасы мен кедергісі ескерілмейді. Жіп созылмайды деп есептеу керек.

Шешуі: Жүктердің қозғалыс теңдеулері:

1-теңдеу: $m_1 a_1 = m_1 g + F_1$

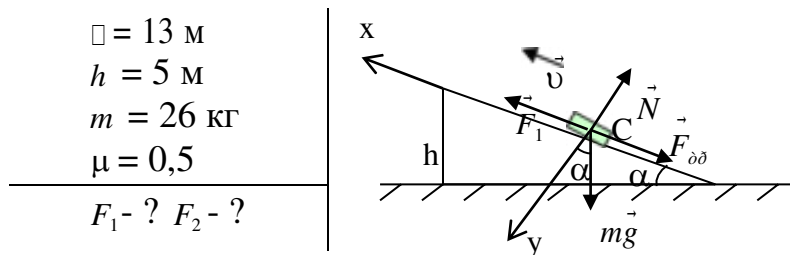
2-теңдеу: $m_2 a_2 = m_2 g + F_2$

$m_2 a = m_2 g - F$

$m_1 a = F - m_1 g$; $a = (m_2 - m_1)g / (m_1 + m_2)$; $F = 4m_1 m_2 g / (m_1 + m_2)$; $F' = F/2$;

жауабы: $a = 2,45$ м/с², $F = 14,7$ Н, $F' = 7,35$ Н

2-есеп: Ұзындығы 13 м және биіктігі 5 м көлбеу жазықтықта массасы 26 кг жүк жатыр. Үйкеліс коэффициенті 0,5. Жүкті тартып шығару үшін жазықтық бойымен қандай күш түсіру керек?



1. Жүкті жоғары қарай сүйреп шығарамыз.

Дене ілгерлемелі қозғалғандықтан, барлық күштерді оның C масса центріне түсіруге болады. Денеге 4 күш әсер етеді: ауырлық күші $m\vec{g}$; қозғалтушы күш $\vec{F}_1$; тіректің реакция күші $\vec{N}$ және үйкеліс күші $F_{\text{үйк}}$. Тірек реакциясының $\vec{N}$ күшін кескіндеместен бұрын, ауырлық күшін көлбеу жазықтық нормаліне проекциялайық (реакция күші шамасы жағынан осы проекцияға тең). Сонымен қатар α көлбеу бұрышын енгіземіз. Ол күш проекцияларын тапқан кезде қажет болады.

Есеп шарты бойынша қозғалысты бірқалыпты деп санаймыз.

Ньютонның II заңы бойынша дене қозғалысының теңдеуі векторлық түрде:

$$\vec{m\vec{g}} + \vec{F}_1 + \vec{N} + \vec{F}_{\delta\delta} = 0. \quad (1)$$

Санақ денесі ретінде көлбеу жазықтықты аламыз, x осін дене қозғалысының жылдамдығы бойынша бағыттаймыз (көлбеу жазықтық бойымен жоғары), y осін көлбеу жазықтыққа перпендикуляр етіп.

Координаттар осіне проекциялары:

$$x: \quad F_1 - mg \sin \alpha - F_{\text{үйк}} = 0. \quad (2)$$

$$y: \quad mg \cos \alpha - N = 0. \quad (3)$$

(3) теңдеуден $N = mg \cos \alpha$, яғни үйкеліс күші:

$$F_{\text{үйк}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha. \quad (4)$$

(2) теңдеуден:

$$F_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha), \quad (5)$$

мұндағы $\sin \alpha = \frac{h}{l}; \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}. \quad (6)$

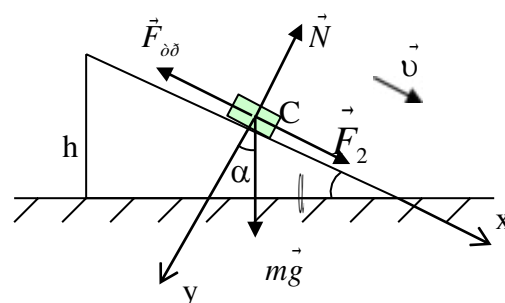
Есептейміз: $F \cong 26 \cdot 10 \left(\frac{5}{13} + 0,5 \cdot \frac{12}{13} \right) \cong 26 \cdot 10 \cdot 1 = 220 \text{ Н}.$

Негізінен физикада жәй бөлшектреді сирек қолданады, бірақ осы жағдайда бұл ыңғайлы.

2. Жүкті тартып шығарамыз.

Есеп дәл солай шығарылады, яғни

$$m\vec{g} + \vec{F}_2 + \vec{N} + \vec{F}_{\text{үйк}} = 0$$



$$x: F_2 + mg \sin \alpha - F_{\text{үйк}} = 0$$

$$y: mg \cos \alpha - N = 0.$$

Жауабы: $F_1 = 220 \text{ Н}$; $F_2 = 20 \text{ Н}$.

3-есеп: Массасы M тақтайша көкжиекпен α бұрыш жасайтын көлбеу жазықтықтың бетімен үйкеліссіз қозғала алады. Тақтайдың үстімен массасы m күшік қай бағытта және қандай үдеумен қозғалғанда тақтайша сырғанамай бір орында қалады?

4-есеп: Салмағы 20 кН арбаша горизонталь жолмен үйкеліссіз сырғанайды. Арбашада салмағы 2 кН ағаш кесегі жатыр. Ағаш пен арбашаның арасындағы үйкеліс коэффициенті $0,25$. Ағаш кесекке бірінші ретте 200 Н , екінші ретте 2 кН күш әсер етеді. Арбаша мен ағаштың арасындағы үйкеліс күшін және осы екі жағдайда арбашамен ағаштың қандай үдеулермен қозғалатындығын анықтаңдар?

5-есеп: Тыныштықтағы массасы M сынаға массасы m горизонталь ұшып келе жатқан оқ келіп тиеді де, абсолют серпімді соқтыққанан кейін вертикаль жоғары ыршып шығады. Егер соқтыққанан кейінгі сынаның жылдамдығы v болса, оқ қандай биіктікке көтеріледі? Үйкеліс ескерілмейді. Жауабы: $h = (M(M-m) v^2 / 2m^2 g)$

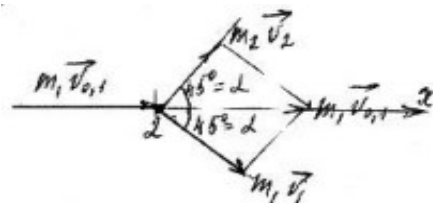
Үйге тапсырма: Рымкеевич есептер жинағы

5 сабақ

Сақталу заңдары. Тербелістер мен толқындар

Дене қандай да болмасын бір жылдамдықпен қозғалуы үшін оған күштің әсер етуімен қатар, дене күш әсер ету бағытында белгілі бір аралыққа орын ауыстыру қажет. Бұл кезде денеге әсер етуші күш жұмыс істейді. Кез келген жұмыс энергияның бір түрінің екінші түріне айналуы есебінде істеледі. Жұмыстың мәні оң да, теріс те болуы мүмкін. Егер $\alpha < 90^\circ$ болса, яғни күш әсер етуі нәтижесінде жылдамдық өсетін болса, онда осы күштің істейтін жұмысы оң болады. Егер $\alpha > 90^\circ$, яғни күш дене қозғалысын тежесе, онда бұл күштің істейтін жұмысы теріс болады.

1. Блокқа асылған жіптің ұштарына массалары әр түрлі екі жүк ілінген. Осы жүйенің масса центрін табу керек? Есепті екі тәсілмен 1) Энергияның сақталу заңы 2) масса центрі қозғалу заңы арқылы шығару керек? Блок пен жіптің массасын ескермеуге болады.
2. Массасы $1,5$ тонна алып балға төсте жатқан қыздырылған темірді соғып жалпайтады. Төс пен темір кесегінің жалпы массасы 20 тонны. Балғаның соққысын серпінді емес соққы деп есептеп, ПӘК-ін табу керек?
3. 10 м/с жылдамдықпен қозғалып келе жатқан бильярд шары 1 тыныштықта тұрған сондай массалы шармен 2 соқтығысты. Соқтығыстан соң шарлар суретте көрсетілгендей ажырады. Шарлардың



соқтығыстан кейінгі жылдамдықтарын табыңдар.

$m_1 = m_2 = m$ $v_{0,1} = 10 \text{ м/с}$ $v_{0,2} = 0$	Шарлар жүйесі тұйықталған, өйткені оларға әсер етуші ауырлық күштері және тіректің реакция күштері теңгерілген, ал үйкеліс күшін елемеуге болады. Импульстің сақталу заңы бойынша: $m_1 v_{1,0,1} = m_1 v_{1,1} + m_2 v_{2,2} \quad (1)$
$v_1 - ? \quad v_2 - ?$	

Бұл факт суретте бейнеленген: бірінші шардың импульсі екінші шардың болған жеріндегі нүктеге ауыстырылған және екі құраушыға жіктелген. Координаттар жүйесін суретте көрсетілгендей етіп таңдаймыз. Координаттар осіне проекциялары:

$$x: \quad m_1 v_{0,1} = m_1 v_1 \cos \alpha + m_2 v_2 \cos \alpha \quad (3)$$

$$y: \quad m_2 v_2 \sin \alpha - m_1 v_1 \sin \alpha = 0 \quad (4)$$

$m_1 = m_2$ және бірдей бұрышқа ұшатындықтан (есеп шарты бойынша), (4) өрнектен $v_1 = v_2$ екенін, ал (3) өрнектен келесіні аламыз:

$$v_1 = v_2 = \frac{v_{0,1}}{2 \cos \alpha}, \quad (5)$$

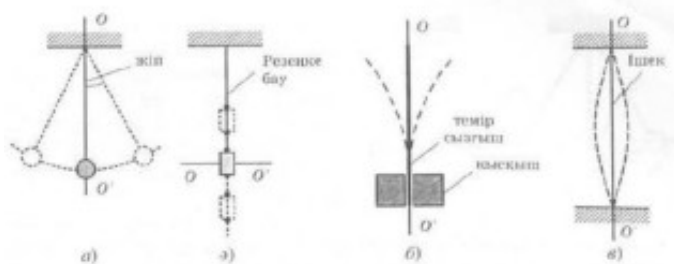
$$\text{Есептейміз: } v_1 = v_2 \cong \frac{10}{2 \cdot 0,7} \cong 7,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Жауабы: соқтығыстан кейінгі шарлардың жылдамдықтары бір-біріне тең жылдамдық 7,1 м/с.

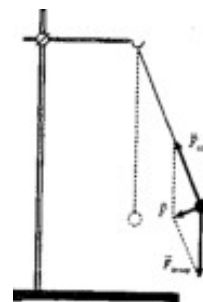
- Массасы 100 кг көлбеу жазықтық бетімен салмақсыз жіп арқылы бір қалыпты көтерілді. Жазықтықтың көкжиекпен жасайтын бұрышы 80° . Жүк 80 см аралыққа орын ауыстырғанда істелетін жұмысты табыңдар? Кедергі ескерілмейді. (Жауабы: $A=392 \text{ Дж}$)
- Бала барьерге сүйеніп тұрып тасты горизонтты бойлай $v_1 5 \text{ м/с}$ жылдамдықпен лақтырды. 1) Егер бала жылтыр мұздың үстінде конькимен тұрып бұрынғыдай күшпен тасты қайта лақтыратын болса, ол оған қандай жылдамдық бере алады? Тастың массасы 1 кг, баланың массасы 49 кг. 2) Екі жағдайда да баланың жұмсайтын қуаты бірдей бола ма? 3) Екінші жағдайда тастың баламен салыстырғандағы жылдамдығы қандай болады?
- Пулемет минутына 600 оқ атады. Оқтың массасы 10г, ұшып шығардағы жылдамдығы 800 м/с. Пулеметтің пайдалы қуатын табыңдар?
- 3м биіктіктен түскен салмағы 50 Н доп қайта 2 м биіктікке секіреді. Қанша механикалық энергия жоғалады? Энергияның сақталу заңына қайшылықты қалай түсіндіруге болады? Механикалық энергия энергияның қай түріне айналады?
- Кішкене дене, ұзындығы $l=16 \text{ см}$, көлбеу бұрышы $\alpha=30^\circ$ тегіс көлбеу жазықтықтан сырғанап түсіп, оның төменгі шетінен $h=20 \text{ см}$ төмен тұрған горизонталь жазықтыққа соғылады. Соқтығу абсолют серпімді болса, дене қандай биіктікке дейін қайта көтеріле алады? Жауабы: $H \approx 22 \text{ см}$.

Тербелістер мен толқындар

Тербелістер тақырыбын оқып-үйрену негізгі мектептің 9 сыныбынан басталады. Онда алғаш рет тербелмелі қозғалыс ұғымы енгізілді, яғни белгілі бір уақыт аралығында барлық дененің қозғалысы қайталанады. Оған денелердің тепе-теңдік жағдайынан шығарған кездегі қозғалыстарын демонстрациялап түсіндіру керек (1-сурет). Мұнда жіпке ілінген дененің резеңкеге ілінген жүктің тік, қысқышқа қысылған темір сызғыштың және ішектің, қозғалыстары көрсетіледі. Осы қозғалыстардың айырмашылықтары мен ұқсастықтарына талдау жасалынады. Олардың ортақ қасиеттері қозғалыстың қайталануы.

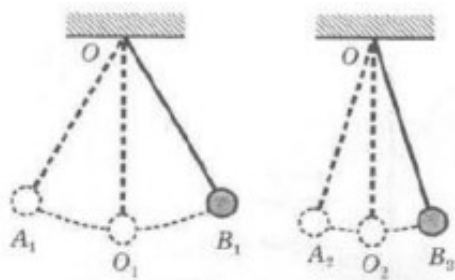


1- сурет



Қозғалыстың қайталануына кеткен уақыт аралығы **тербеліс периоды** деп аталады.

Еркін тербелістер туралы ұғым енгізіледі. Денені тепе-теңдік қалпынан қоя берсек, онда ол өздігінен тербеле бастайды. Демек, *тек энергияның бастапқы берілген қорының есебінен пайда болатын тербелістерді еркін тербелістер деп атайды*. Тербелістегі денеге сыртқы күштер әсер етпесе, яғни үйкеліс күші жоқ болса, онда дененің потенциялдық энергиясының кинетикалық энергияға және керісінше түрленуі болады. Мысалы, жіпке ілінген дене үйкеліс күші жоқ болса мәңгі еркін тербеліс жасайды. Еркін тербелетін денелер әрқашанда басқа денелермен әсерлесіп және олармен бірігіп тербелмелі жүйелер деп аталатын денелер жүйесін құрайды. Мысалы жоғарыдағы суреттегі тербелмелі жүйе жіпке ілінген шардан тұрады. Бұл жағдайда шар ауырлық және жіптің тартылу күштерінің әсерінен еркін тербелістер жасайды, олардың қорытқы күші тепе-теңдік қалыпқа бағытталған. *Еркін тербеліс жасайтын денелер жүйесін тербелмелі жүйелер деп атайды*. Біз қарастырған тербелмелі жүйе маятник деп аталады. Тербелмелі қозғалысты сипаттайтын шамалар:



2 сурет

1. Тербеліс амплитудасы. 2 - суретте көрсетілген ұзындықтары бірдей екі маятниктің тербелістерін салыстырамыз. Бұдан бірінші маятниктің екінші маятникке қарағанда тепе-теңдік қалпынан ауытқу шамасы үлкен екенін көруге болады

Тербелмелі дененің тепе-теңдік қалпынан ең үлкен ауытқуы тербеліс амплитудасы деп аталады. Әдетте амплитуданы A әріпімен белгілейді және ұзындық өлшем бірліктері метрмен (м), сантиметрмен (см) және т.б. өлшейді.

2. Тербеліс периоды және жиілігі. Толық бір тербеліс жасау үшін белгілі бір уақыт керек.

Толық бір тербеліс жасауға кеткен уақыт аралығын тербеліс периоды деп атайды. Тербеліс периоды T әріпімен белгіленеді және ХБЖ-де секундпен өлшенеді.

Жиілік ұғымын енгізу үшін тіреуге екі маятник: біреуі ұзын, екіншісі қысқа іліп, оларды тепе-теңдік қалпынан бірдей қашықтыққа ауытқытып жібереміз. Ұзын маятникке қарағанда қысқа маятниктің бірдей уақытта көп тербеліс жасайтынын көруге болады.

Уақыт бірлігіндегі тербелістер санын тербеліс жиілігі деп атайды.

Жиілік ν ("ню") әріпімен белгіленеді. Жиілік бірлігіне ХБЖ жүйесінде бір секундтағы тербеліс саны алынады. Бұл бірлік неміс ғалымы Генрих Герцтің құрметіне герц (Гц) деп аталады.

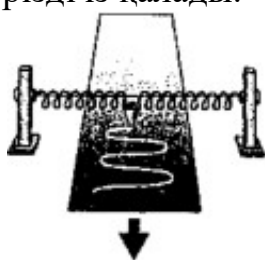
Оқушыларды амплитуда, период және жиілік ұғымдарын қалыптастыру үшін сапалық, сандық есептерді шығарып, жеңіл орындалатын әр түрлі практикалық тапсырмаларды жасауды ұсыну керек. Тербеліс периоды мен оның жиілігінің арасындағы байланыс:

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

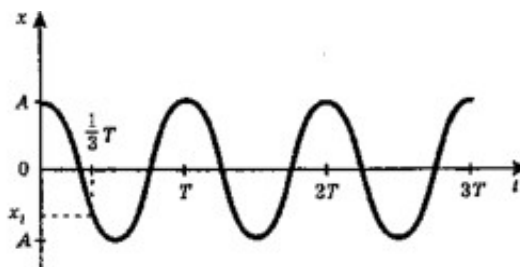
(1) қарастырып есептер шығарылады.

3. Гармониялық тербелістер. Тербелімелі қозғалысты сипаттайтын негізгі ұғымдарды енгізгеннен кейін гармониялық тербелістер ұғымы енгізіледі.

Гармониялық тербеліс ұғымын енгізу үшін 3-суретте көрсетілген қондырғы серіппелі маятникті қолдануға болады. Бұл тәжірибеде төменгі бөлігінде тесігі бар кішкене ыдысқа құм (немесе боялған сұйық құйылған) салынған, оны тербелмелі қозғалысқа келтіріп; тербеліс жазықтығына перпендикуляр бағытта таспаны тұрақты жылдамдықпен жылжытсақ, онда таспада толқын тәрізді із қалады.



3 –сурет



4-сурет

4-суретте алынған қисықтың түрі көрсетілген. Ол синусоида деп аталады.

Егер қандай да бір дене координатасының уақытқа тәуелді графигі синусоида (косинуоида) болса, яғни координата уақыт өтуіне байланысты синус (косинус) заңымен өзгерсе, онда мұндай жағдайда координата да, дене де гармониялық тербеліс жасайды.

Физикалық шамалардың уақыт өтуіне байланысты синус және косинус заңы бойынша периодты өзгеруі гармониялық тербеліс деп аталады.

Негізгі мектептерде гармониялық тербелістер сапалық түрде қарастырылады. 10 сынып бағдарлы мектепте гармониялық тербелістердің уақыт бойынша өзгеру формуласы қорытылып шығарылады. Сондай-ақ серпімді маятник үшін $F_x = -kx$, математикалық маятник үшін $F_x = -mg \frac{x}{l}$ әсер ететін күштерді қарастырып, дене тербелісінің үдеуін ($a_x = -\frac{k}{m}x$ және $a_x = -\frac{g}{l}x$) қарастырып, гармониялық тербеліске басқаша анықтама беріліп нақтылана түседі.

Тербелмелі қозғалыста жылдамдық пен үдеу, координат сияқты периодты өзгертінін, әрбір T период өткен сайын жылдамдық пен үдеудің векторларының модулі мен бағыты қайталанып отыратынын түсіндіру қажет.

Бағдарлы мектепте тербелмелі қозғалыс энергиясының сақталу заңын серпімді немесе математикалық маятникті мысалға алып түсіндіру керек.

Тербелмелі қозғалыста кинетикалық энергия потенциалдық энергияға және керісінше түрленеді. Тепе-тендік қалып пен үлкен ауытқудың екі аралығында кез келген күштерде дененің кинетикалық әрі потенциалдық энергиясы болады, бірақ олардың қосындысы, яғни толық энергия дененің кез келген қалпында $\frac{kA^2}{2}$ -ге тең болады. Тербелуші дененің толық энергиясы W оның тербелістерінің амплитудасының квадратына пропорционал:

$$W = \frac{kA^2}{2}$$

Механикалық энергияның сақталу заңын қолдана отырып, серіппелі және математикалық маятниктер үшін периодтың формуласы

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \text{ қорытылып шығарылады.}$$

Тест сұрақтары

- Егер Айда еркін түсу үдеуі Жерге қарағанда 6 есе аз болатын болса? Математикалық маятниктің тербеліс периоды Айда қалай өзгереді?

Жауабы: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g/6}} = T\sqrt{6} = 2,45T$; 2,45 есе атрады

- Келтірілген толқындардың қайсысы қума толқын?

- A. Радиотолқындар;
- B. Су бетіндегі толқындар;
- C. Газдағы дыбыс толқындары;
- D. Инфрақызыл сәулелер;
- E. Дұрыс жауабы жоқ.

- Келтірілген толқындардың қайсысы көлденең толқын?

- A. Радиотолқындар;
- B. Сұйықтардағы дыбыс толқындары;
- C. Газдағы дыбыс толқындары;
- D. Инфрақызыл сәулелер;

Е. Ультракүлгін сәуле.

4. Егер өткеншікке бір адамның орнына екі адам мінетін болса, онда өткеншіктің периоды қалай өзгереді? Өткеншікті математикалық маятник деп есептеу керек.

Жауабы: Математикалық маятниктің периоды тек оның ұзындығына ғана тәуелді болады? Сондықтан периоды өзгермейді.

5. Ауадағы дыбыс толқындары дегеніміз...

Жауабы: ауа бөлшектерінің бойлық тербелістері.

6. Дыбыстың қаттылығы...

Жауабы: тербелістің амплитудасымен анықталады

7. Дыбыстың биіктігі...

Жауабы: толқынның жиілігімен анықталады

8. Қатандық коэффициенттері k_1 және k_2 серіппелер бірінші рет тізбектей, екінші рет параллель жалғанған. Сы серіппелерге ілінген жүктің гармоникалық тербелістерінің периодтарының қатынасы T_1/T_2 неге тең?

A. $\frac{k_1 + k_2}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}$ * B. $\frac{\sqrt{k_1 + k_2}}{k_1 + k_2}$ C. $\frac{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}{(k_1 + k_2)^2}$ D. $\frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$ E. $\frac{k_1 + k_2}{k_1 \cdot k_2}$

9. Материялық нүктенің гармоникалық тербелісінің бастапқы фазасын ... анықтайды.

A. тербелістер амплитудасы;

B. бастапқы уақыт мезетіндегі нүктенің тепе теңдік күйден ауытқуы;

C. тербелістің периоды мен жиілігі;

D. нүктенің тепе-теңдік күйден ауытқуының максимал жылдамдығы;

E. нүктенің механикалық энергиясының толық қоры.

10. Массасы 0,1 кг дененің қатандық коэффициенті 250 Н/м серіппедегі тербеліс амплитудасы 0,15 м. Жылдамдық модулінің ең үлкен шамасы

A) 5 м/с.

B) 0,3 см/м.

C) 7,5 м/с.

D) 0,3 м/с.

E) 5 см/с.

11. Суретте F_c серпінділік күшінің серіппенің X деформациясына тәуелділік график көрсетілген. График бойынша серіппенің қатандығы.

A) 500 Н/м.

B) 200 Н/м.

C) 100 Н/м.

D) 400 Н/м.

E) 300 Н/м.

12. Жіпке ілінген дене еркін тербеліс кезінде ең үлкен сол жақ ауытқудан тепе-теңдікке дейін 0,2 с-та жетеді. Дененің тербеліс периоды:

A) 0,8 с

B) 5 с

C) 0,2 с

D) 0,4 с

E) 2,5 с

13. Дененің гармоникалық тербелісінің дөнгелек жиілігі 5 рад/с, ал максимал үдеуі $1,5\text{ м/с}^2$ –қа тең. Дене тербелісінің амплитудасы қандай?

A) 7 см

B) 6 см

C) 30 см

D) 45 см

E) 3 см.

14. Серіппеге ілінген жүкті тыныш тұрған күйінен 1 см-ге дейін созады. Егер жүкті тартылмаған күйден 2 см төмен ығыстырып, одан кейін жіберсе, ол гармоникалық тербелістер жасайды. Оның периоды қандай?

A) 2,0 с

B) 0,3 с

C) 0,2 с

D) 0,4 с

E) 1,8 с

15. Серпінді деформацияланған дененің деформациясы 2 есе азайғанда, оның потенциалдық энергиясы

A) 2 есе азаяды.

B) 4 есе азаяды.

C) 2 есе ұлғаяды.

D) өзгермейді.

E) 4 есе ұлғаяды.

16. Материялық нүктенің қозғалысы $x = 2 - 4t + t^2$ теңдеуімен сипатталады.

Оның массасы 2 кг деп алып, бастапқы уақыттан 1 с өткеннен кейінгі импульсін анықтаңыз.

A) 4 кг*м/с

B) 6 кг*м/с

C) 0

D) -4 кг*м/с

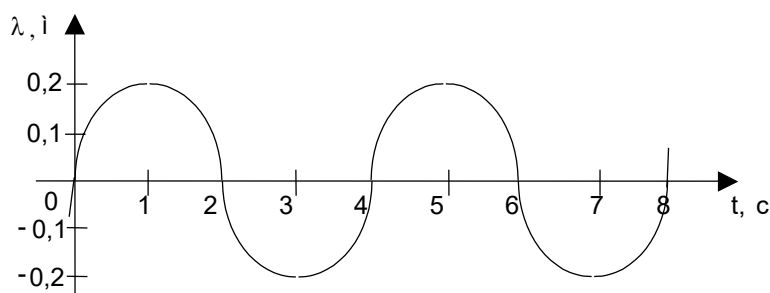
E) -6 кг*м/с

17. Суретте математикалық маятниктің тербеліс графигі келтірілген.

Тербелістің циклдік жиілігі

Жауабы:

$$\frac{\pi \text{ рад}}{2 \text{ с}}$$



18. Төменде келтірілген тұжырымдардың қайсысы еркін тербелістер жөнінде айтылған?

1. Сыртқы күштердің әсерінен оқшауланған жүйеде өтеді.
2. Тұйық жүйеде өтеді.
3. Тербеліс амплитудасы кемиді.
4. Сыртқы периодты өзгертін күштің әсерінен амплитудасы тұрақты.

A) 1,3

B) 4

C) 2,3

D) 1,2,3

E) 1,2

19. Массасы 1 кг жүкті серіппеге ілгенде оның ұзындығы 12 см болады. Серіппенің қатаңдығы 500 Н/м. Осы серіппеге массасы 1 кг тағы бір жүк ілгендегі оның ұзындығы:

A) 0,24 м

B) 0,2 м

C) 0,18 м

D) 0,14 м

E) 0,16 м

20. Маятниктің Жер бетіндегі тербеліс периоды 1 с. Айдағы еркін түсу үдеуі $1,6 \text{ м/с}^2$, ал Жерде $9,8 \text{ м/с}^2$. Осы маятниктің Ай бетіндегі тербеліс периоды

A) 2,5 с.

B) 2,1 с.

C) 2,4 с.

D) 2,2 с.

E) 2,3 с.

6 сабақ

Жылу мөлшері. Газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі тендеулері.

Жұмыс жасалынбай-ақ, бір денеден екінші денеге энергияның берілу процесі **жылу алмасу** немесе **жылу берілу** деп аталады. Жылу алмасу кезіндегі ішкі энергияның өзгеруінің мөлшерлік шамасын **жылу мөлшері** деп атайды. Жылу алмасудың үш түрі бар – жылуөткізгіштік, конвекция, сәуле шығару.

Меншікті жылу

сыйымдылығы. Массасы m денені t_1 температурадан t_2 температураға дейін қыздыру үшін оған мынадай жылу мөлшерін беру қажет:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = c \cdot m \cdot \Delta t \quad (3.1)$$

Бұл қатынас дененің сууы кезінде де орындалады, бірақ ол жағдайда жылу мөлшері теріс болады, себебі $\Delta t < 0$. Пропорционалдық коэффициент c меншікті жылу сыйымдылығы деп аталады.

Меншікті жылу сыйымдылығы деп температурасы $1^\circ K$ -ге өзгергендегі массасы 1 кг дененің алған немесе берген жылу мөлшерін айтамыз.

Меншікті жылу сыйымдылығы c заттың *физикалық қасиеттеріне* қалай байланысты болса, жылу алмасуы жүретін *процестің түріне* де солай байланысты болады.

Буға айналудың меншікті жылуы. Сұйықты буға айналдыру үшін оған белгілі бір жылу мөлшерін беру қажет.

1 кг сұйықты тұрақты температурада буға айналдыру үшін қажет болатын жылу мөлшерін заттың буға айналуының **меншікті жылуы** деп атайды. Бұл шама r символымен белгіленеді және СИ жүйесінде $Дж/кг$ -мен өлшенеді.

Массасы m сұйықты буға айналдыру үшін мынадай жылу мөлшері қажет:

$$Q_{бу} = r \cdot m \quad (3.2)$$

Конденсация кезінде дәл сондай жылу мөлшері *бөлінеді*: $Q_{бу} = - r m$.

Балқудың меншікті жылуы. Дене тұрақты температурада балқиды. Молекулалардың кинетикалық энергиясы өзгермейді, барлық берілетін жылу олардың потенциалдық энергиясын ұлғайтуға шығындалады.

1 кг затты сол температурадағы сұйыққа айналдыруға қажет болатын жылу мөлшерін **балқудың меншікті жылуы** λ ($Дж/кг$) деп атайды.

Массасы m болатын кристаллдық денені балқыту үшін мынадай жылу мөлшері қажет:

$$Q_{бал} = \lambda \cdot m \quad (3.3)$$

Жылу балансының теңдеуі. Тұйық жүйедегі жылу алмасу кезінде, *оның ішкі энергиясының қосындысы өзгермейді*. Кез келген жеке алынған дененің энергиясының өзгерісі жылулық тепе-теңдік басталғанға дейінгі дененің берген немесе алған жылу мөлшеріне тең: $\Delta U_i = Q_i$. Барлық денелер үшін бұл шамаларды қосып және жүйенің жинақталған ішкі энергиясы тұрақты екенін ескеріп, мынаны аламыз: $\Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 + \dots = 0$. Бұдан мына теңдеу шығады:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0. \quad (3.4)$$

Бұл теңдеу **жылу балансының теңдеуі** деп аталады. Мұндағы $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ жылу алмасу процесі кезіндегі дененің берген немесе алған жылу мөлшерлері. Олар жоғарыда көрсетілген формулалармен өрнектеледі.

1. Мына сұрақтарды қайтала: Изопроцестер; “ p - V ”, олардың “ V - T ”, “ p - T ” координаттар жүйесіндегі графиктері. Идеал газ күйінің теңдеуі

(қорытындысымен). Қысым; оның өлшем бірліктері. Температуралық шкалалар (абсолют, эмпирикалық). Абсолют температура қалай енгізілген және ол неге осылайша аталады? Молекула-кинетикалық теория негізінен алынған идеал газ күйінің теңдеуі.

1-есеп: Жұқа қағаздан жасалған көлемі $V = 0,1 \text{ м}^3$ шар ыстық температурасы $T_2 = 340 \text{ К}$ ауамен толтырылған. Қоршаған ортадағы ауаның температурасы $T_1 = 290 \text{ К}$. Шар ішіндегі p қысым және атмосфералық қысым бірдей және де 100 кПа тең. Қағаз қабықшасының қандай $m_{об}$ мәнінде шар көтеріледі.

$V = 0,1 \text{ м}^3$ $T_2 = 340 \text{ К}$ (ішінде) $T_1 = 290 \text{ К}$ (сыртында) $p_1 = p_2 = p = 10^5 \text{ Па}$ $m_{ia} - ?$	Егер көтергіш күш ауырлық күшінен үлкен болған жағдайда шар көтеріле бастайды. $F_k > F_a. \quad (1)$ $\rho_1 Vg > \rho_2 Vg + m_{ia} g, \quad (2)$ яғни. $m_{ia} < (\rho_1 - \rho_2)V. \quad (3)$ Идеал газ күйінің теңдеуі бойынша: $pV = \frac{m}{M}RT, \text{ немесе } p = \frac{\rho RT}{M}, \text{ осыдан}$ $\rho = \frac{pM}{RT}. \quad (4)$
--	--

(4) теңдеуді (3)-ке қоямыз

$$m_{ia} < -R \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right] pVM = - \frac{pVM \cdot \Delta T}{RT_1 T_2}. \quad (5)$$

Өлшем бірліктері: $[m] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг} \cdot \text{К} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}}{\text{моль} \cdot \text{Дж} \cdot \text{К} \cdot \text{К}} = \text{кг}.$

Есептейміз: $m_{об} < \frac{10^5 \cdot 0,1 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 50}{8,31 \cdot 2,9 \cdot 10^2 \cdot 3,4 \cdot 10^2} = 1,77 \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 17,7 \text{ мг}.$

Жауабы: егер қабықша $17,7 \text{ мг}$ кіші болса, онда шар көтеріледі.

2-есеп: Ұзындығы 60 см екі жағы ашық шыны түтікшені сынап құйылған ыдысқа ұзындығының $\frac{1}{3}$ дейін түсіреді. Содан кейін түтікшенің жоғарғы жағын жауып, оны сынаптан шығарады. Түтікшеде қалатын сынап бағанының биіктігі қандай? Атмосфералық қысым 76 см.сын.бағ.

$l = 0,6 \text{ м}$ $p_{атм} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$ $x - ?$	1. 2. Түтікшедегі ауаның бірінші параметрлері: $p_1 = p_0$; мұнда S - түтікше қимасы. Екінші күйде: $p_2 + \rho g x = p_0$, осыдан күйдегі $V_1 = \frac{2}{3} l \cdot S,$
---	---

$$p_2 = p_0 - \rho g x; V_2 = (\square - x)S.$$

Түтікшедегі ауа массасы және оның температурасы өзгермейтін болғандықтан, Бойль-Мариотт заңын қолданамыз. Оған сәйкес:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2, \text{ яғни}$$

$$p_0 \cdot \frac{1}{3} \square S = (p_0 - \rho g x)(\square - x)S$$

$$\text{Немесе: } \frac{1}{3} p_0 \square = p_0 \square - \rho g \square x - p_0 x + \rho g \square x^2$$

$$\rho g x^2 - (p_0 + \rho g \square)x + \frac{2}{3} p_0 \square = 0.$$

Осындай түрдегі квадраттық теңдеуге сандық мәндерді қойған жөн.

Ескерту. Берілген жағдайда СИ жүйесіне көшпеген ыңғайлы, өйткені түтікшені сынапқа батырады және қысым см. сын. бағ. өлшенеді.

Жауабы: түтікшеде ұзындығы 12,3 см сынап бағаны қалады.

3-есеп: Суретте цикл келтірілген. CD бөлігі изотермаға сәйкес келеді. Осы диаграмманы p,T және V,T координаталарында сызу керек.

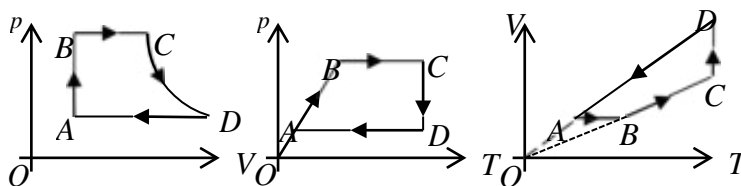
AB - изохора, “p-T” координаттар жүйесінде оның жалғасы координата басынан өтеді және де “p” өседі, демек температурада өседі

BC - изобара, және де көлем өседі, демек температурада өседі;

CD - изотерма, демек, $T = \text{const}$, қысым төмендейді, көлем өседі.

DA - изобара, және де көлем азаяды, демек, температурада азаяды;

“V-T” координаттар жүйесінде BC және DA изобаралардың жалғасы координата басынан өтуі тиіс.



4-есеп: Колба ішінде 0°C температурада су бар. Колбадағы ауаны сорып, суды булану жәрдемімен қатырады. Егер сырттан келетін жылу болмаса, судың буланатын бөлігі ($r_{\text{cy}} = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$; $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$)

Берілгені

$$r = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}, \lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$\frac{m_{\text{бу}}}{m_{\text{су}}} - ?$$

Шешуі:

$$Q_1 = r m_{\text{бу}}; Q_2 = \lambda m_{\text{мұз}}$$

$$m_{\text{мұз}} = m_{\text{су}} - m_{\text{бу}}$$

$$r m_{\text{бу}} = \lambda (m_{\text{су}} - m_{\text{бу}})$$

$$\frac{m_{\text{бу}}}{m_{\text{су}}} = \frac{\lambda}{\lambda + r} = \frac{3,3 \cdot 10^5}{2,3 \cdot 10^5 + 3,3 \cdot 10^5} = 0,13$$

7 сабақ

Идеал газ заңдары. Газдардағы изопроцестер. Реал газдар.

Реал газдарды танып, оқып білу үшін идеал газ үлгісін қарастырамыз. Негізінен физикада **идеал газдың** екі анықтамасы бар: термодинамика және молекула-кинетикалық.

Термодинамикадағы анықтамасы бойынша идеал газ дегеніміз температура тұрақты болғанда, белгілі массада газдың қысымы оның көлеміне кері пропорционал болатын газ.

Молекула-кинетикалық көзқарас бойынша **идеал газ** деп молекулалары материялық нүкте болып табылатын, өзара әсерлесетін, соқтығысқан кезде абсолют серпімді соқтығыс болатын газды айтады. Газ молекулаларының арасында жылулық тепе-тендік орнағанда ғана идеал газ деп айтуға болатынын оқушыларға ескерту қажет.

Идеал газ үлгісінің қолданылу шегі – өте жоғарғы қысымда және өте төменгі температурада қолдануға болмайды.

Егер газ сығылса, оның тығыздығы артады және молекулалардың арасындағы қашықтық кішірейеді, олардың соқтығысуы көбейеді, әрі бір-бірімен әсерлесуі артады. Мұндай жағдайда молекулалардың өлшемін ескермеуге болмайды. Ал газдың қысымы тек молекулалардың соқтығысуынан ғана емес, олардың өзара әсерлесуіне де байланысты. Егерде газдың қысымы 10^8 Па-дан артса, онда Бойль-Мариот заңынан көп ауытқу болатыны эксперименттен белгілі. Өте төменгі температурада осындай жағдайлар болады.

Идеал газ ұғымын қалыптастыруға қайталау сабақтарында жалпы жоспарды пайдалануға болады.

“Идеал газ” ұғымын қалыптастыруға арналған жалпы жоспар

Нысанның жалпы сипаттамасы.	Молекулалар арасындағы өзара әсер өлшеусіз өте аз және молекулалардың кинетикалық энергиясы өзара әсерлесудің потенциалдық энергиясынан әлдеқайда көп болатын газ.
Қандай басқа нысаналарға кіреді	Ауасы сиретілген барлық физикалық құралдарға кіреді.
Қандай нысаналардан тұрады	Бір - бірінен алшақ орналасқан молекулалар немесе атомдардан тұрады.
Пайда болу шарттары	Нақты газды сирету арқылы аламыз.
Нысананың физикалық қасиеттері	1. Сиретілген газды идеал газ ретінде тек жылулық тепе-тендік болғанда ғана қарастыруға болады. 2. Идеал газ ретінде аз қысымдағы, қалыпты температурадағы газды алуға болады.
Сапалық сипаттамалары	1. Идеал газ молекулалары немесе атомдары бір-бірінен алшақ орналасады. 2. Идеал газдың молекулалары немесе атомдары

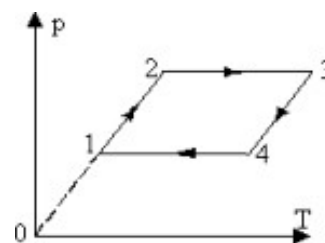
	озара осерлеспейді. 3. Олар соқтығысқан кезде деформацияланбайды.
Үлгі	Газ бей-берекет қозғалыста болатын материялық нүктелерден тұрады, соқтығысқан кезде серпімді шаралар сияқты әсерлеседі.
Нысананы сипаттайтын негізгі	$\bar{P} = \frac{2}{3} n \bar{E}; PV = \frac{m}{\mu} RT$
Оның мүмкін күйлері	$T = const$ болғанда $P V = const$ $P = const$ болғанда $\frac{V}{T} = const$ $V = const$ болғанда $\frac{P}{T} = const$
Онымен өтетін құбылыстар	Изопроцестер: изотермиялық, изобаралық, изохоралық.
Практикада қолданылуы	1. Реал газдардағы өтетін ор түрлі процестерді жоне оның макро-микро параметрлерін өзара байланыстыру үшін идеал газ қолданылады. 2. Ішінен ауасы сорылған физикалық құралдарда пайдаланылады.

1-есеп: Азотты тұрақты қыздырғанда оның меншікті жылу сыйымдылығы 1,05 кДж/(кг • К)-ға, ал тұрақты көлемде қыздырғанда -0,75 кДж/(кг • К)-ға тең. Не себепті бұл шамалардың сандық мәндері әр түрлі? Массасы 1 кг азотты 1 К-ге изобаралық қыздырғанда қандай жұмыс істеледі?

2-есеп: Температурасы 27° С-ге тең, 160 г оттектің көлемі изобаралық қыздыруда екі есе өсті. Газ ұлғайғандағы жұмысты, оттекті қыздыруға кеткен жылу мөлшерін, ішкі энергияның өзгерісін табыңдар

3-есеп: Идеал газдың бір массасына, суретте көрсетілгендей етіп тұйық процесс жүргізілген. 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 ауысулар кезде газ көлемінің қалай өзгергендігін түсіндіріңдер.

1-2 – изохора (Шарль заңы бойынша $\frac{P}{T} = const$), демек бұл ауысу $V = const$ болған кезде іске асырылады.



2-3 – изобара, яғни $p = const$ және Гей-Люссак заңы бойынша $\frac{V}{T} = const$ және де T өскендіктен, V өседі.

3-4 процестің теңдеуін жазайық (бұл изопроцесс емес): $p = \alpha(T - T_0)$; $pV = \frac{m}{M} RT$, осыдан, егер T төмендесе, $\frac{V}{T}$ өсетіні, $\left(1 - \frac{T_0}{T}\right)$ төмендейтіні көрініп

тұр, яғни көлем өседі.

(4-1) ауысуда $p = const$ $\left(\frac{V}{T} = const\right)$, егер T азайса, онда V азаяды.

Агрегаттық күйлер. Қатты денелердің механикалық қасиеттері.

Қатты денелер әрқашанда өздерінің сыртқы пішіндерін сақтап тұра алмайды. Сыртқы күштердің әсерінен олардың геометриясы мен көлемі өзгеруі мүмкін.

*Сыртқы күштердің әсер етуінің нәтижесінде дененің сыртқы пішіні мен көлемінің өзгеруі **деформация** деп аталады.* Дененің әртүрлі бөлшектері сыртқы күштердің әсерінен әртүрлі орын ауыстыру жасайтын болса, онда ол жағдайда қашанда деформация пайда болады.

Сыртқы күштердің әсері тоқтатылғаннан кейін *жоғалып кететін* деформациялар – **серпімді** деформациялар деп, ал *жоғалмайтын* деформациялар – **пластикалық** деформациялар деп аталады.

Сығылу және созылу деформациясы. Егер біртекті металл стерженнің екі ұшына шамасы жағынан тең, бағыттары жағынан қарама – қарсы күштермен әсер етсек, онда стерженнің деформациясы **созылу деформациясы** деп аталады

Созылу деформациясы мынадай екі шамамен сипатталады:

Абсолютті $\Delta l = l - l_0$ және **салыстырмалы** $\varepsilon = \Delta l / l_0$ **ұзарулары**, мұндағы l_0 - стерженнің бастапқы ұзындығы, ал l - соңғы ұзындығы.

Егер осы стерженге *бір – біріне бетпе-бет бағытталған* күштермен әсер етсек, онда стержень **сығылу деформациясына** ұшырайды. Бұл жағдайда абсолюттік және салыстырмалы ұзарулар теріс таңбалы болады.

Көптеген қатты денелердің деформациялары *аз ғана* созылуға және сығылуға ұшырағанда ($\Delta l < l_0$) **серпімді** болып келеді.

Жылжу деформациясы. Деформацияның бұл түрі, *тік қабаттар белгілі бір бұрышқа бұрылғанда, жазық қабаттардың өзара бір-бірімен параллель күйде жылжуымен* сипатталады.

Дене қабаттарының бір-бірімен салыстырмалы түрде ығысуына әкеліп соғатын деформацияны **жылжу деформациясы** деп атаймыз.

Үлкен бұрыштарға жылжуы дененің сынуына – сызаттың пайда болуына әкеліп соғады. Ол қайшымен, қашаумен және т.б. жұмыс істеген кезде пайда болады.

Иілу және бұралу. Бұлар деформацияның күрделі түрлеріне жатады. Әлбетте, иілу және бұралу *біртекті емес созылу* (сығылу) және *біртекті емес жылжу* деформацияларына келтіріледі. Мысалы, жүктелінген бөрене(балка) иілу деформациясына ұшырайды. Бұrandаны бұрағанда, машина білігін, бұрғыны және т.б. айналдырғанда бұралу деформациясына ұшырайды.

Механикалық кернеу, кез-келген қимасына серпімділік күштер әсер ететін, деформацияланатын дененің кернеулік күйін сипаттайды. Бұл, деформация кезінде дене бөлшектерінің орын ауыстыруына қарсылық жасайтын молекулалардың артық тартылыс және тебіліс күштері

Механикалық кернеу деп $F_{сер}$ серпімділік күші шамасының дененің көлденең қимасының S ауданына қатынасын атайды:

$$\sigma = \frac{F_{сер}}{S}$$

1-есеп: ПӘК=40% оттықта -10°C температурада алынған 200 кг қардан, 20°C температурадағы суды алу үшін қанша отын жағу керек?

$$\begin{aligned} m &= 200 \text{ кг} \\ T_1 &= 263 \text{ К} \\ T_{пл} &= 273 \text{ К} \\ T_2 &= 293 \text{ К} \\ \eta &= 40\% = 0,4 \\ c_{кар} &= 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \\ c_{су} &= 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \\ \lambda_{кар} &= 3,3 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \\ q_{отын} &= 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \end{aligned}$$

$m_{отын} - ?$

Қарды алдымен балқу температурасына дейін қыздыру қажет, содан соң алынған суды қыздыру қажет, яғни:

$$Q = Q_{н,сн} + Q_{пл} + Q_{н,в} = c_{сн} m (T_1 - T_{пл}) + \lambda m + c_{в} m (T_2 - T_{пл}) \quad (1)$$

$$Q_3 = m_{отын} q_{отын} \quad (2)$$

мұндағы Q_3 - отын жанғанда бөліп шығаратын жылу мөлшері.

$$\eta = \frac{Q}{Q_3}, \text{ осыдан } Q_3 = \frac{Q}{\eta} \quad (3)$$

Ақырында мынаны аламыз:

$$m_{отын} = \frac{c_{кар} m (T_{пл} - T_1) + \lambda_{кар} m + c_{су} m (T_2 - T_{пл})}{q_{отын} \cdot \eta} \quad (4)$$

Өлшем бірліктерін тексереміз:

$$[m] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \text{кг} \cdot \text{К} + \text{кг} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot \text{кг} \cdot \text{К}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,4} = \text{кг}$$

$$m = \frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 10 + 3,3 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^2 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 20}{10^7 \cdot 0,4} = 22 \text{ кг}.$$

Жауабы: 22 кг.

9 сабақ

Сұйықтың беттік қасиеттері. Салыстырмалы ылғалдылық.

1-есеп: Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы кешке қарай, 16°C температурада 55% тең. Егер түнде температура 8°C дейін төмендесе, шық пайда болады ма?

$$\begin{aligned} p_{н,1} &= 1,81 \text{ кПа} \\ \varphi_1 &= 55\% \\ p_{н,2} &= 1,06 \text{ кПа} \end{aligned}$$

Шық түседі ме - ?

$$\varphi_1 = \frac{p}{p_{н,1}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\text{осыдан } p = \frac{\varphi_1 \cdot p_{н,1}}{100\%}. \quad (2)$$

Есептейміз: $p \cong 0,996 \text{ кПа} < p_{н,2}$.

Демек, қысым, бу қаныққан бола алмайды.

Жауабы: түнде шық түспейді.

2-есеп: Судың ішіндегі адам, су бетінен 14,72 м биіктікте орналасқан дыбыс көзінен шыққан дыбысты 50 мс өткен соң естиді. Адамның суда орналасқан тереңдігі

(ауадағы дыбыс жылдамдығы; $\vartheta = 340 \frac{м}{с}$; судағы дыбыс жылдамдығы

$$\vartheta = 1483 \frac{м}{с})$$

Берілгені:

$$h_{aya} = 14,72м; t = 50мс = 0,05с; T/K \ h_{cy};$$

$$\text{Шешуі: } h_{cy} = v_{cy} \cdot t_{cy}$$

$$t = t_{aya} + t_{cy} = \frac{h_{aya}}{\vartheta_{aya}} + t_{cy};$$

$$t_{cy} = t - \frac{h_{aya}}{\vartheta_{aya}};$$

$$h_{cy} = v_{cy} \left(t - \frac{h_{aya}}{\vartheta_{aya}} \right) = 1483 \left(0,05 - \frac{14,72}{340} \right) = 10м$$

3-есеп: Су ішіндегі адам мен су бетінен жоғары орналасқан дыбыс көзінің арақашықтығы 9,35 м. Дыбыс адамға суға қарағанда ауда 5 есе ұзақ жетеді. Дыбыс көзінің орналасқан биіктігі

(ауадағы дыбыс жылдамдығы; $\vartheta = 340 \frac{м}{с}$; судағы дыбыс жылдамдығы

$$\vartheta = 1483 \frac{м}{с})$$

Берілгені:

$$t_{aya} = t_{cy}; h = 9,35м; T/K \ h_{aya}$$

Шешуі:

$$h = h_{cy} + h_{aya}$$

$$h = v_{cy}t_{cy} + v_{aya}t_{aya} = v_{cy}t_{cy} + 5v_{aya}t_{cy}$$

$$t_{cy} = \frac{h}{\vartheta_{cy} + 5\vartheta_{aya}}$$

$$h_{aya} = h - h_{cy} = h - v_{cy}t_{cy}$$

$$\frac{h}{v_{cy} + 5v_{aya}} = 9,35 - 1483 \frac{9,35}{1483 + 5 \cdot 340} = 5м$$

4-есеп: Су астында 5 м тереңдікте, екі жағы бекітілген шыны трубканың төменгі аузы ашылды. Осы кезде трубкаға 1,95 г су енді. Трубка көлемі 2 см³, атмосфералық қысым 10⁵ Па болса, бітеу шыны трубканың қысымы ($g = 10м/с^2$; $\rho_{cy} = 10^3 кг/м^3$)

Берілгені:

$$h = 5м, m = 1,95г = 1,95 \cdot 10^{-3}кг, V = 2см^3 = 2 \cdot 10^{-6}м^3; p = 10^5Па; g = 10м/с^2; \rho_{cy} = 10^3кг/м^3$$

T/K: p_1

$$\text{Шешуі: } P_1 V_1 = P_2 V_2; P_1 V_1 = (P_{cy} + P_a) V_2;$$

$$P_1 = \frac{(P_c + P_a)V_2}{V_1} = \frac{(Pgh + P_a)(V - V_{cy})}{V};$$

$$P_1 = \frac{(10^3 \cdot 10 \cdot 5 + 10^5)(2 - 1,95) \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6}} = 37,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

10 сабақ

Идеал газдың ішкі энергиясы.

Идеал газдардың ішінде өзінің физикалық қасиеттері бойынша қарапайым болып табылатын газ – бір атомды газ (гелий, неон, аргон және т.б.).

Бір атомды газдың ішкі энергиясы. Идеал газдың барлық ішкі энергиясы оның молекулаларының қалыптаспаған қозғалысының кинетикалық энергиясы болып табылады. Массасы m бір атомды газ үшін ол бір атомның орташа кинетикалық энергиясының $E = \frac{3}{2}kT$ жалпы атомдар

санына $N = \frac{m}{M}N_A$ көбейткенге тең. $kN_A = R$ екенін ескеріп, мынаны табамыз:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

Бір атомды идеал газдың ішкі энергиясы, молекулаларының өзара әсерлесуінің потенциалдық энергиясы нөлге тең болғандықтан, *көлемге (қысымға) байланысты емес. Тек газ температурасының өзгеруінің есебінен ғана газдың энергиясы өзгереді.* Нақты газдар және сұйықтар үшін молекулалардың орташа потенциалдық энергиясы нөлден өзгеше. Газдарда ол кинетикалық энергиямен салыстырғанда өте аз, ал сұйықтар мен қатты денелер үшін кинетикалық энергиямен шамалас болып келеді. Демек, жалпы жағдайда, ішкі энергия потенциалдық энергия сияқты қозғалмалы ортаның көлеміне, температурасына тәуелді болады.

Тест сұрақтары:

- Газ заңдары дегеніміз не?
 - Параметрлерінің біреуінің мәні өзгермей қалған кездегі процестер
 - Газдың бір параметрінің мәні тағайындалып қалған екі мәндер арасындағы сандық тәуелділік
 - Газдың екі параметрлерінің мәні тұрақты болған кездегі процестер
- Бір атомды идеал газдың ішкі энергиясын анықтайтын формула
 - $\Delta U = A + Q$
 - $U = RT$
 - $U = 3m/2M RT^*$
- Адиабаталық процесс
 - Параметрінің біреуінің мәні өзгермей қалған кезде өтетін процесс

- b) Қысым тұрақты болған кезде термодинамика жүйе күйінің өзгеру процессі
 - c) Жылу алмайтын, жылу бермейтін процесс*
- 4. Термодинамика ғылымы нені зерттейді?
 - a) Жұмыс атқармай энергияның бір денеден екінші денеге берілу процессі
 - b) Жылу құбылыстарына арналған энергияның сақталу заңы
 - c) Денелердің молекулалық құрылымы ескерілмейтін жылулық процестер теориясы*
- 5. Ішкі энергия дегеніміз не?
 - a) Барлық молекулалардың кинетикалық энергиясымен осы бөлшектердің өзара әсерлесуін потенциалдық энергиясының қосындысына тең*
 - b) Жылу алмасу (жылу беру) кезінде дене алатын не жоғалтатын энергия
 - c) Механикалық жұмыс жасау кезінде дененің энергия бөлуі
- 6. Менделеев-Клапейрон теңдеуі:
 - a) $P=nKT$
 - b) $P_1V_1=P_2V_2$
 - c) $PV = \frac{m}{M}RT *$
- 7. Молекула жылдамдығын алғаш өлшеген ғалым
 - a) Штерн *
 - b) Шарль
 - c) Гей-Люссак
- 8. Жылдамдық квадратының орташа мәні неге тең:
 - a) $\vartheta = \sqrt{\frac{3KT}{m_0}} *$
 - b) $\vartheta = \frac{2\pi n(R_B - R_A)R_B}{S}$
 - c) $\vartheta x^2 = \frac{1}{3}\vartheta^2$
- 9. Қаныққан бу деп нені айтамыз?
 - a) Сұйық бетінде өтетін бу түзілуі
 - b) Өз сұйығымен динамикалық тепе-теңдікте болатын бу*
 - c) Будың қайта сұйыққа айналу процесі
- 10. Термодинамиканың бірінші заңы
 - a) Денелердің молекулалық құрылымы ескерілмейтін жылулық процестер теориясы
 - b) Жылу құбылыстарына арналған энергияның сақталу заңы*
 - c) Ішкі энергияның механикалық түрге айналу процесін көрсететін заң

11 сабақ

Адиабаттық процесс. Термодинамиканың бірінші заңын изопроцестерге қолдану.

1-есеп: 3 л көлем алатын біршама температурадағы газдың қысымы 93,3 кПа (700 мм.сын. бағ.) тең. Егер де температураны өзгертпей газдың көлемін 2,8 литрге дейін азайтса, оның қысымы қандай болады?

Шешуі. Егер қысымды P_2 деп белгілесек, онда $P_2 = 93,3 = 3/2,8$.

Бұдан:

$$P_2 = 93,3 \cdot 3/2,8 = 100 \text{ кПа (750 мм. сын. бағ.)}$$

Гей-Люссак заңы бойынша: тұрақты қысымда осы газдың массадағы көлемі, оның абсолюттік температурасына тура пропорционал тәуелділікте болады:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 \text{ немесе } V/T = \text{const.}$$

2-есеп. 27°C температурадағы газдың көлемі 600 мл. Егерде қысым тұрақты болса, онда 57°C-де газ қандай көлем алады?

Шешуі. Изделініп отырған көлемді V_2 , ал соған сәйкес температураны T_2 деп белгілейміз. Есептің шарты бойынша $V_1 = 600$ мл, $T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}$ және $T_2 = 273 + 57 = 330 \text{ K}$. Мына мәндерді Гей – Люссак заңына сәйкес қойсақ аламыз:

$$600/300 = V_2/330, \text{ бұдан } V_2 = 600 \cdot 330/300 = 660 \text{ мл.}$$

Көлемі тұрақты газдың қысымы оның абсолюттік температурасына тура пропорционал тәуелділікте: $P_1/T_1 = P_2/T_2$.

3-есеп. 15°C-да баллондағы оттегінің қысымы $91,2 \cdot 10^2$ кПа тең. Қандай температурада ол $101,33 \cdot 10^2$ кПа жетеді?

Шешуі. Изделініп отырған температураны T_2 деп белгілейік. Есептің шарты бойынша

$$T_1 = 273 + 25 = 288 \text{ K}, P_1 = 91,2 \cdot 10^2 \text{ кПа}, P_2 = 101,33 \cdot 10^2 \text{ кПа}$$

Бұл мәндерді теңдеуге қойып, табамыз:

$$T_2 = 101,33 \cdot 10^2 \cdot 288 / (91,2 \cdot 10^2) = 320 \text{ K немесе } 47^\circ\text{C}.$$

Бойль – Мариотт пен Гей – Люссак заңдарын біріктіру арқылы газ көлемі, қысымы және температурасы арасындағы байланысты өрнектейтін газ күйінің теңдеуі шығады:

$$PV/T = P_0V_0/T_0$$

Мұндағы, P мен V - берілген температурадағы қысым мен көлем, P_0 мен V_0 – қалыпты жағдайдағы қысым мен көлем.

4-есеп. 25°C температурада, қысымы 99,3 кПа (745 мм. сын. бағ.), газдың біршама мөлшері 152 мл көлем алады. 0°C мен 101,33 кПа қысымда жоғарыда берілген газдың мөлшері қанша көлем алады?

Шешуі. Соңғы көрсетілген теңдеуге мына мәндерді қойып, табамыз:

$$V_0 = PVT_0/P_0T = 99,3 \cdot 152 \cdot 273/(101,33 \cdot 298) = 136,5 \text{ мл.}$$

13 сабақ

Электр өрісінің кернеулігі, потенциалы. Электр өрісі күштерінің жұмысы.

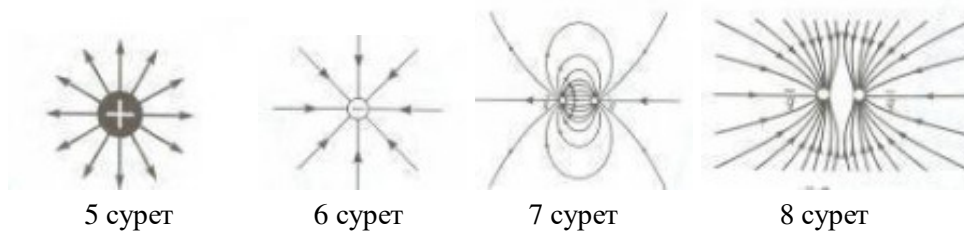
Тыныштықтағы зарядтардың электр өрісін электростатикалық өріс деп атайды. Кернеуліктің өлшем бірлігі 1Н/Кл=1 В/м

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

Суперпозиция принципі: зарядтар жүйесі тудыратын өрістің кернеулігі әрбір жеке зарядтар тудыратын өріс кернеуліктерінің векторлық қосындысына тең.

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Күш сызығы деп бағыты өріс нүктесіндегі кернеуліктің бағытымен сәйкес келетін, осы нүктеге жүргізілген жанаманы айтады.



Күш сызықтарының қасиеттері:

1. Күш сызықтары үзіліссіз.
2. Күш сызықтары еш жерде қиылыспайды.

Кернеулік векторлары барлық нүктелерде бірдей электр өрісі біртекті өріс деп аталады.

$$\vec{E} = \text{const}$$

Электр өрісінің күш сызықтары деп, сол өріске орналасқан оң зарядталған бөлшекке әсер ететін күштің бағытын көрсететін сызықты айтамыз. Оң зарядталған дене өрісінің күш сызықтары 5,7-суретте көрсетілген. Ал, 6,8-суретте теріс зарядталған дене өрісінің күш сызықтары кескінделген. Осындай көріністі электрлік сұлтан деп аталатын қарапайым құрылғы көмегімен байқауға болады. Оған заряд бергенде, оның қағаз жолақтары әр жаққа тебіліп электр өрісінің күш сызықтары бойымен орналасқанын көруге болады.

Зарядталған бөлшек электр өрісіне енгенде, оның жылдамдығы көбеюі де азаяуы да мүмкін. Егер бөлшек заряды $q > 0$ болса, онда күш сызықтары бойында оның жылдамдығы артады, ал кері бағытта тежеледі. Егер бөлшек заряды $q < 0$ болса, онда бәрі керісінше болады: күш сызықтары бағытында тежеліп, кері бағытта үдетіледі

Қайталау сұрақтары:

1. Электростатикалық өріс және оның сипаттамалары: кернеулік және потенциал.
2. Кулон заңын әр кезде қолдануға болады ма?
3. Өткізгіштер электростатикалық өріске қалай әрекет етеді және неге?
4. Диэлектриктер электростатикалық өріске қалай әрекет етеді және неге?
5. Электр тогының қандай әрекеттерін білесіңдер?
6. Неге металдар мен шалаөткізгіштерді I текті, ал электролиттерді II текті өткізгіштерге жатқызады?
7. Магнит өрісінің бағытын қалай анықтауға болады?
8. Тогы бар қарапайым өткізгіштер үшін магнит күш сызықтарының формасы қандай?
9. Ампер күшінің бағыт қалай анықтайды?
10. Лоренц күшінің жұмысы неге тең және неге?
11. Біртекті магнит өрісіне енгізілген тогы бар контур өзін қалай ұстайды?
12. Электромагниттік индукцияға механикада қандай құбылыс ұқсас?
13. Индукциондық токтың бағытын қалай анықтауға болады?
14. Неге тербелмелі контурда өтетін процесс механикалық тербелістерге ұқсас?
15. Айнымалы ток және кернеудің қандай мәндерін білесіңдер?
16. Неге практикада тұрақтыға қарағанда айнымалы ток жиі қолданылады?
17. Электр тогы, тоқ туғызбай магнит өрісін туғыза алады ма?
18. Қандай жағдайда магнит өрісі электр өрісін тудырады және ол өрістің электростатикалық өрістен өзгешелігі неде?

1-есеп: Бір нүктеде бекітілген бірдей ұзындықты жіпке ілінген массалары 400 мг екі бірдей шарларды біртекті зарядтайған кезде олар бір-бірінен 15 см тіу бұрыш құрай ажырады. Әрбір шариктің зарядтарын табу керек.

$$m_1 = m_2 = m = 4 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$$

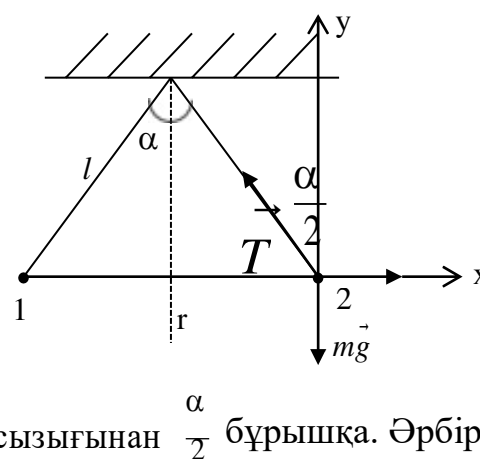
$$r = 0,15 \text{ м}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$q_1 > 0$$

$$q_2 > 0$$

$$q_1 - ? \quad q_2 - ?$$



Шариктер бірдей массалы, ал әрбіреуіне әсер ететін Кулон күші бірдей болғандықтан, олар бір-бірінен симметриялы түрде ажырайды, яғни симметрия

етеді: ауырлық күші mg , кулондық күш - $F_{кул}$ және жіп реакциясының күші T , ал ол тепе-теңдікте тұр, яғни:

$$mg + \vec{F}_{кул} + \vec{T} = 0. \quad (1)$$

Осы жүйемен x, y координаталарының декарт жүйесімен байланыстырайық және күш проекцияларының координаттық осьтерге проекциясын

$$\text{табамыз: } x: \quad F_{кул} - T \sin \frac{\alpha}{2} = 0 \quad (2)$$

$$y: -mg + T \cos \frac{\alpha}{2} = 0. \quad (3)$$

(2) және (3) теңдеулер жүйесін шешеміз:

$$F_{\text{кул}} = T \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (4)$$

$$mg = T \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (5)$$

(4) өрнекті (5) өрнекке бөлеміз:

$$\frac{F_{\text{кул}}}{mg} = \tan \frac{\alpha}{2}, \quad (6)$$

мұнда

$$F_{\text{кул}} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}. \quad (7)$$

(7) өрнекті (6) өрнекке қоямыз:

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2 mg} = \tan \frac{\alpha}{2}. \quad (8)$$

осыдан

$$q = \sqrt{4\pi\epsilon_0 r^2 mg \tan \frac{\alpha}{2}} = r \sqrt{4\pi\epsilon_0 mg \tan \frac{\alpha}{2}}. \quad (9)$$

Электр тұрақтысын келесі түрге алған ыңғайлы екенін ескере отырып, есептейміз:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{\Phi}{m}. \quad (10)$$

$$q \cong 0,15 \sqrt{\frac{4\pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}} \cong 10^{-7} \text{ Кл} \cong 100 \text{ нКл}.$$

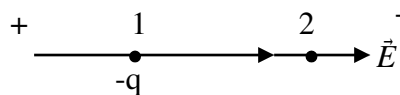
Жауабы: $q_1 = q_2 = 100 \text{ нКл}.$

2-есеп: Кернеулігі 1 кВ/м біртекті өрісте 25 нКл заряд күш сызықтарының бағытында 2 см-ге орын ауыстырылды. Өріс жұмысын, зарядтың өрістегі потенциалдық энергиясының өзгерісін, бапақы және соңғы орын ауыстыру нүктесіндегі кернеуді табу керек.

$$E = 10^3 \frac{B}{m}$$

$$q = -2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$x = 0,02 \text{ м}$$



Өріс біртекті болғандықтан, оны бір күш сызығымен кескіндеуге болады.

Өріс біртекті, демек зарядқа әсер ететін күш $F = qE = \text{Const}$, яғни $A = qEx$. (1)

Консервативті күштер өрісінде $A = -\Delta W_p$, яғни

$$\Delta W_p = -A. \quad (2)$$

Екені белгілі.

$$A = qU = q(\varphi_1 - \varphi_2), \text{ осыдан } U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}. \quad (3)$$

Есептейміз: $A = -5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж} = -0,5 \text{ мкДж}$; $\Delta W_p = 0,5 \text{ мкДж}$; $U = 20 \text{ В}$.

Электростатикалық өріс кернеулігі әр кезде потенциалдың төмендеу жағына бағытталған, демек, $\varphi_1 > \varphi_2$, $U > 0$; заряд теріс, оны «плюстан» к «минуске» дейін өріс бойынша орын ауыстыртады. Сондықтан өріс жұмысы $A < 0$. Пл A және W_p араларындағы қатынасты механикадан білеміз.

Жауабы: $A = -5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж} = -0,5 \text{ мкДж}$; $\Delta W_p = 0,5 \text{ мкДж}$; $U = 20 \text{ В}$.

3-есеп: Әрқайсысы $0,1 \text{ мкКл}$ зарядтар бір-бірінен 6 см арақашықтықта орналасқан. Осылардан 5 см қашықтыққа алыстатылған нүктеегі өріс кернеулігін табу керек. Есепті келесі жағдайлар үшін шешу: а) зарядтардың екеуіде оң; б) бірі оң, ал басқасы теріс.

$$q_1 = q_2 = 10^{-7} \text{ Кл}$$

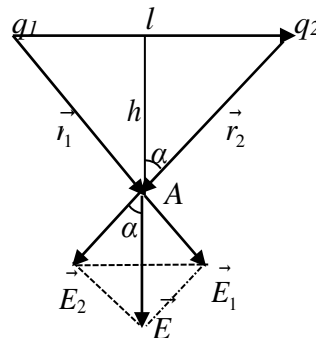
$$a = 0,06 \text{ м}$$

$$r_1 = r_2 = r = 0,05 \text{ м}$$

$$\text{а) } q_1 > 0; q_2 > 0$$

$$\text{б) } q_1 > 0; q_2 < 0$$

$$E = ?$$



а) Суперпозиция принципі бойынша:

$$E = E_1 + E_2.$$

Нүктелік заряд үшін: $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, ал векторлық

$$\text{түрде: } E = \frac{q\vec{r}_1}{4\pi\epsilon_0 r^3} + \frac{q\vec{r}_2}{4\pi\epsilon_0 r^3} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} (\vec{r}_1 + \vec{r}_2).$$

Суреттен $(\vec{r}_1 + \vec{r}_2)$ қосындысы h -ға түсірілген h перпендикулярға параллель екені көрініп тұр.

Демек, E сол h перпендикулярдың жалғасы болып табылады. E_1 тұрғызылған параллелограм ромб болады, E - диагональдардың бірі, ал ромб диагональдары өзара перпендикулярлы.

$$\begin{aligned} E &= 2E_1 \cos \alpha = 2 \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{h}{r} = \frac{2q\sqrt{r^2 - \frac{a^2}{4}}}{4\pi\epsilon_0 r^3} = \\ \text{Демек} \quad &= \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9} \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 9}{125} \cdot 10^6 = 576 \cdot 10^3 \text{ В/м} = 576 \text{ кВ/м} \end{aligned}$$

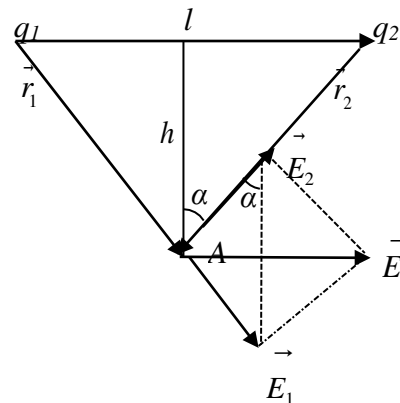
$$\text{б) } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^3} - \frac{2}{4\pi\epsilon_0 r^3} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} (r_1 - r_2) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

(суретке қара)

$$E = 2E_1 \sin \alpha = 2 \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{1}{2 \cdot r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} =$$

$$E \text{ II } \vec{r}; \quad = \frac{10^{-7} \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9} \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = 432 \cdot 10^3 \text{ В} = 432 \text{ кВ}$$

Жауабы: $E = 576 \text{ кВ}; 432 \text{ кВ}.$



14 сабақ

Конденсаторларды қолдану. Электр сыйымдылығы. Электр өрісінің энергиясы.

Жазық конденсатор ішінде астарларына параллель пластина орналасқан. Оның қалыңдығы астаршалар арасындағы арақашықтықтың $\eta = 0,6$ құрайды. Пластина жоқ болған кездегі конденсатордың сыйымдылығы $C_0 = 20 \text{ нФ}$. Конденсаторды алымен кернеуі $U = 200 \text{ В}$ тұрақты ток көзіне қосады, сосын өшіреді, содан соң саңылаудан пластинаны ақырын шығарып алады. Пластинаны алған кезде электр күштерге қарсы жасалатын жұмысты табыңдар. Егер пластиналар: а) металл; б) шыны болған жағдайларда.

$$d_1 = \eta d$$

$$\eta = 0,6$$

$$C_0 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$$

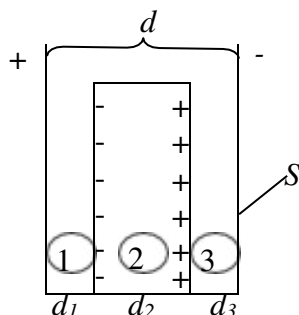
$$U = 200 \text{ В}$$

$$q = \text{Const}$$

а) металл

б) шыны ($\epsilon = 6$)

A - ?



а) Егер пластина – металл болса, онда оның ішінде зарядтардың бөлінуі жүреді (суретке қара) және пластинаның өзіндік өрісі сыртқы өрісті компенсациялайды. Осы жағдайда тізбектей жалғанған 2 конденсаторға ие боламыз, яғни:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{\epsilon_0 \frac{S}{d_1}} + \frac{1}{\epsilon_0 \frac{S}{d_3}} = \frac{1}{\epsilon_0 S} (d_1 + d_3) =$$

$$= \frac{1}{\epsilon_0 S} (d - d_2) = \frac{d}{\epsilon_0 S} (1 - \eta)$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d(1 - \eta)} = \frac{C_0}{1 - \eta}. \quad (1)$$

$$A_{y\bar{e}} = W_1 - W_2.$$

$$W_1 = \frac{CU^2}{2} = \frac{C_0 U^2}{2(1-\eta)} \quad (\text{пластинамен})$$

$$W_2 = \frac{q^2}{2C_0} = \frac{C^2 U^2}{2C_0} = \frac{C_0^2 U^2}{2(1-\eta)^2 C_0} = \frac{C_0 U^2}{2(1-\eta)^2} \quad (\text{пластинасыз}).$$

$$A_{y\bar{e}} = \frac{C_0 U^2 \left(1 - \frac{1}{1-\eta} \right)}{2(1-\eta)^2} = \frac{C_0 U^2}{2(1-\eta)^2} \cdot \frac{1-\eta-1}{1-\eta}.$$

$$A_{y\bar{e}} = -\eta \frac{C_0 U^2}{2(1-\eta)^2};$$

$$A = -A_{y\bar{e}} \quad (\text{Ньютонаң III заңы бойынша})$$

Егер пластина шыны болса, онда конденсаторлар саны – 3 және де біріншісі және үшіншісі ауалық, екіншісі – диэлектрикпен.

$$\begin{aligned} \frac{1}{C} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{\varepsilon_0 \frac{S}{d_1}} + \frac{1}{\varepsilon \frac{S}{d_2}} + \frac{1}{\varepsilon_0 \frac{S}{d_3}} = \frac{1}{\varepsilon_0 S} \left(\frac{d_1}{1} + \frac{d_2}{\varepsilon} + \frac{d_3}{1} \right) = \\ &= \frac{1}{\varepsilon_0 S} \left(d - \eta d + \frac{\eta d}{\varepsilon} \right) = \frac{1}{\varepsilon_0 S} \left(1 - \eta + \frac{\eta}{\varepsilon} \right) \\ C &= \frac{C_0}{1 - \eta + \frac{\eta}{\varepsilon}}. \end{aligned}$$

Басқасы жағынан есеп дәл а) жағдайындағыдай шығарылады.

Жауабы: $A = 1,5 \text{ мДж}$; $A = 0,8 \text{ мДж}$.

Егер пластина ауданы конденсатор астарларының ауданынан кіші болса, ондала нәтиже өзгермейтіндігін дәлелдендер.

15 сабақ

Ом заңдары мен Кирхгоф ережелерін қолдану.

Жалпы жағдайда тізбекте кем дегенде үш өткізгіш тоғысатын нүктелерді табуға болады. Мұндай нүктелер *түйіндер* деп аталады. Тізбектің бір элементін тастап шыққан кез келген зарядтың тізбектің басқа бір элементіне келіп кіруі тиіс екені анық. Түйінде токтар тармақталады да, зарядтың сақталу заңынан токтардың үзіліссіздік шарты шығады: *түйінге кіріп жатқан ток күштерінің қосындысы түйіннен шығып жатқан ток күштерінің қосындысына тең*:

$\sum I_i = \sum I_j$ катынасы Кирхгофтың бірінші ережесі деп аталады.

кіріс шығыс

Токтардың бағытын біз алдын ала білмейміз. Сондықтан токтардың оң бағытын қалауымызша аламыз және оң бағытта таралатын ток үшін I_k деген белгілеу енгіземіз. Егер шешу кезінде кайсыбір I_k ток үшін теріс мән шыкса, онда бұл берілген бөлікте ток кабылданған бағытқа қарама-қарсы қозғалады дегенді білдіреді.

Кирхгофтың екінші ережесі берілген тізбекте бөліп қарастыруға болатын кез келген түйықталған контурларға арналған: кез келген түйықталған контурда кедергілердегі кернеудің түсулерінің қосындысы осы контурдағы ЭҚК-тердің қосындысына тең болады.

$$\sum E_i = \sum U_i$$

Егер берілген бөлікте контурды айналып өту бағыты токтың оң бағытымен бағыттас болса, онда ток көзінің ішкі кедергісіндегі және өткізгіштердегі кернеудің түсуі оң деп есептеледі. Егер ток көзін айналып өту бағыты теріс полюстен басталып оң полюсте аяқталатын болса, онда ЭҚК-і оң таңбамен алынады. Ток көзін оң полюстен бастап теріс полюске қарай айналып өтетін болса, онда ЭҚК-і теріс таңбамен алынады.

Мысалы, 9-суретте көрсетілген сұлба үшін

$$\text{А түйінінде: } I_1 = I_3 + I_5;$$

$$\text{С түйінінде: } I_1 = I_2 + I_4;$$

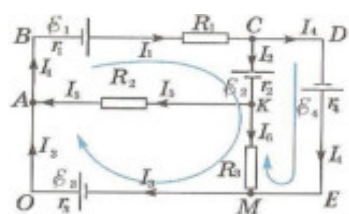
$$\text{М түйінінде: } I_4 + I_6 = I_3;$$

ВСКМОАВ (сағат тілі бағытымен айналып өту) контуры үшін:

$$E_1 - E_2 + E_3 = I_1 r_1 + I_1 R_1 + I_2 r_2 + I_6 R_3 + I_3 r_3$$

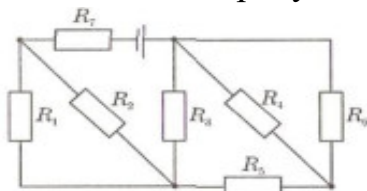
СВЕМС контуры үшін:

$$E_4 + E_2 = I_4 r_4 - I_6 R_3 - I_2 r_2$$



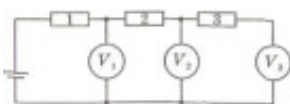
9-сурет

1-есеп. 10-суретте $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 4 \text{ Ом}$ және $U_3 = 12 \text{ В}$ болса, жалпы кернеу мен жалпы ток күшін табыңдар.



10-сурет

2-есеп. Тізбек бірдей кедергілерден және бірдей вольтметрлерден құралған. Бірінші және үшінші вольтметрдің көрсетулері $U_1 = 10 \text{ В}$, $U_3 = 8 \text{ В}$ болса, екінші вольтметрдің көрсетуін табыңдар (11-сурет).



11-сурет

16 сабақ

Электр тізбегінде өткізгіштерді тізбектей және параллель қосу. Токтың жұмысы мен қуаты. Джоуль – Ленц заңы.

Өткізгіштерді тізбектей жалғағанда ток күштері тең, ал тізбектегі жалпы кернеу оның бөліктеріндегі кернеулердің қосындысына тең болады, ал жалпы кедергі әрбір өткізгіштің кедергілерінің қосындысынан тұрады:
 $U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$ $I_1 = I_2 = I_3 = \dots$ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

Электр құрылғыларын параллель қосу. Өткізгіштерді параллель жалғағанда, тізбектің барлық бөліктерінде кернеу бірдей, ал жалпы ток күші әрбір өткізгіштегі ток күштерінің қосындысына тең, жалпы кедергі әрбір өткізгіштің кедергісінен кем болады. $I=I_1+I_2+I_3+\dots$ $U_1=U_2=U_3=\dots$ $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3+\dots$

$$A=q*U$$

A-электр өрісіндегі заряд орын ауыстырғанда атқарылатын жұмыс, q – заряд; U –кернеу. Электр тогының жұмысы –ток күші, кернеу және жұмысты істеуге кеткен уақыттың көбейтіндісіне тең. $A=I*U*t$ Токтың қуатын табу үшін өткізгіштегі ток күшін және кернеуді өлшеп, олардың көбейтіндісін табу керек. $P=I*U$. ХБЖ-же қуат бірлігі 1Вт. Өткізгіштердің қызуы олардың кедергілеріне тәуелді болады; өткізгіштің кедергісі неғұрлым үлкен болса, ол соғұрлым қатты қызады. **Джоуль-Ленц заңы:** Өткізгіш бойымен ток жүрген кезде, өткізгіште бөлінетін жылу мөлшері ток күшінің квадратына, өткізгіш кедергісіне және токтың жүру уақытына тура пропорционал болады $Q=I^2*R*t$

1. 220 В кернеуі бар желіге әрқайсысы 110 В-қа есептелінген қуаты бірдей екі шамды тізбектей жалғауға бола ма?

2. Электр үтігінің паспортында "220 В, 600 Вт" деп жазылған. Кернеуі 220 В желіге 3 сағ бойы қосылған үтік қанша жылу мөлшерін бөледі?

3. Әрқайсысы 6 В кернеуге, 0,6 А ток күшіне есептелінген екі шам 2 мин жанды. Осы уақыт аралығында әр шамдағы және екі шамдағы электр тогының атқаратын жұмысын анықтаңдар.

4. Мұнай мен су коспасының кедергісі 1200 Ом. Сорғыту қондырғысы 3 с жұмыс істегенде, ондағы 5,5 А токтың атқаратын жұмысын анықтаңдар.

5. Мұнай араластырғышты іске қосатын электрқозғалтқышының қуаты 1900 Вт. Электрқозғалтқышынан 2сағ ішінде 14400 Кл зарядты өткізетін орамның кедергісін анықтаңдар.

6. 3,5 А ток күшімен 12 В кернеуге есептелген электр шамының 20 с ішінде жұмсайтын энергия шығынын анықтаңдар.(Жауабы: 840 Дж.)

7. Электр қозғалтқышының қуаты 3 кВт. Егер трактор 1000 В кернеуде жұмыс істесе, онда оның электр қозғалтқышының тұтынатын ток күшін анықтаңдар.(Жауабы: 3 А.)

8. Егер велосипедтің шамындағы кернеу 4 В және ол 1 с ішінде 0,8 Дж энергия жұмсаса, онда шамдағы ток күшін есептеңдер.(Жауабы: 0,2 А.)

9. Электр құралы 45 мин ішінде 5 А токпен 162 кДж жұмыс жасайды. Құралдың кедергісі қандай? (Жауабы: 2,4 Ом.)

10. Кернеуі 120 В ток көзіне кезектестіріп, бірдей уақытта кедергісі 20 Ом және 40 Ом болатын өткізгіштер жалғанады. Бұл екі жағдайдың қайсысында электр тогының жұмысы қанша есе көп?(Жауабы: 2 есе.)

11. Көтергіш кран 6 т жүкті 2 мин ішінде 12 м биіктікке көтереді. Егер жүкті көтерген кезде кранның электр қозғалтқышының ток күші 51 А, кернеуі 380 В болса, онда кранның ПЭК-і қандай?(Жауабы: ~ 31%.)

12. Қыздырғышта тұрған 4,5 л суды 23°C температурадан қайнағанға дейін қыздыру үшін 0,5 кВт*сағ электр энергиясы жұмсалады. Қыздырғыштың ПЭК-і неге тең?

17 сабақ

Әр түрлі ортадағы (сұйықтардағы, газдардағы, қатты денелердегі) электр тогы.

1-есеп: Көлденең қимасы 5 мм^2 өткізгіштегі ток күші 10 А болғанда электрондардың реттелген қозғалысының орташа жылдамдығын табу керек, егер өтімділік электрондардың концентрациясы $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ болса.

$$S = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$I = 50 \text{ А}$$

$$n = 5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$v - ?$$

Ток күші – уақыт бірлігінде өткізгіштің көлденең қимасы арқылы тасымалданатын заряд, яғни

$$I = en\bar{v}S. \quad (1)$$

$$\text{Осыдан: } \bar{v} = \frac{I}{enS}. \quad (2)$$

Өлшем бірліктерін тексереміз:

$$[\bar{v}] = \frac{A \cdot \text{м}^3}{\text{Кл} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\bar{v} = \frac{10}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{28} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Жауабы: } \bar{v} = 2,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

2-есеп: Электродиттік жолымен алюминий мен мыстың бірдей массасын алуға жұмсалған электр энергиясының шығынын салыстырыңдар. Егер де норма бойынша ваннадағы кернеу мыты тазарту кезіне қарағанда, алюминийді алу кезінде 14 есе үлкен болса.

$$U_{Cu} = U$$

$$U_{Al} = 14U$$

$$m_{Al} = m_{Cu}$$

$$k_{Al} = 0,93 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Кл}}{\text{Кл}}$$

$$k_{Cu} = 0,33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{Кл}}$$

$$\frac{A_{Al}}{A_{Cu}} - ?$$

Электролиз үшін Фарадейдің заңы бойынша:

$$m = kI \cdot t, \quad (1)$$

Джоуль-Ленц заңы бойынша:

$$I = \frac{P}{U}, \quad (2)$$

$$\text{Al үшін: } m_{Al} = k_{Al} \frac{A_{Al}}{U_{Al}}. \quad (3)$$

$$\text{Cu үшін: } m_{Cu} = k_{Cu} \frac{A_{Cu}}{U_{Cu}}. \quad (4)$$

(3) және (4) өрнектерін теңестіреміз:

$$k_{Al} \frac{A_{Al}}{U_{Al}} = k_{Cu} \frac{A_{Cu}}{U_{Cu}},$$

осыдан

$$\frac{A_{Al}}{U_{Al}} = \frac{A_{Cu}}{U_{Cu}} \cdot 14. \quad (5)$$

$$\text{Есептейміз: } \frac{A_{Al}}{A_{Cu}} = 14 \cdot \frac{0,33 \cdot 10^{-6}}{0,93 \cdot 10^{-7}} = 49,7.$$

$$\text{Жауабы: } \frac{A_{Al}}{A_{Cu}} = 49,7.$$

18 сабақ

Магнит өрісінің қасиеттері. Магнит өрісінің индукциясы. Ампер күші. Лоренц күші. Сол қол ережесі. Бұрғы ережесі. Өздік индукция. Индуктивтік.

1-есеп: Ұзындығы 20 см және массасы 4 г горизонталь орналасқан өткізгіштің бойымен 10 А тең ток өтеді. Ауырлық күші Ампер күшімен теңгерілетіндей етіп өткізгішті орнатуға қажетті магнит өрісінің индукциясын (моділімен бағытын) табу керек.

Магнит өрісіндегі тогы бар өткізгіш

$$l = 0,2 \text{ м}$$

$$m = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$I = 10 \text{ А}$$

$B = ?$

Жер тарапынан өткізгішке ауырлық күші (ол төмен бағытталған) әсер етеді; магнит өрісі тарапынан – ауырлық күшін теңгеру үшін, жоғары бағытталуға тиіс Ампер күші әсер етеді (есеп шарты бойынша), яғни

$$F_A = mg. \quad (1)$$

$$F_A = BIl \sin \alpha \text{ екені белгілі,} \quad (2)$$

мұндағы α - ток пен өріс арасындағы бұрыш. Демек, $\alpha = \frac{\pi}{2}$,

өйткені тек осы жағдайда тепе-теңдік мүмкін.

$$BIl = mg,$$

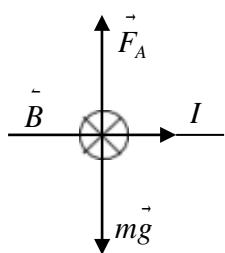
осыдан

$$B = \frac{mg}{Il}. \quad (3)$$

Өлшем бірліктерін тексереміз:

$$B = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{А} \cdot \text{м}} = \text{Тл}$$

$$B = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{10 \cdot 0,2} = 0,02 \text{ Тл} = 20 \text{ мТл}.$$



Бағытын қарастырайық, және де Ампер күшінің бағыты сол қол ережесімен анықталатынын есепке аламыз (суретке қара).

Келтірілген ток бағытында $\vec{B}$ векторы сызба жазықтығына перпендикуляр және сызба артына бағытталған.

2-есеп: Потенциалдар айырымымен $U=1\text{кВ}$ үдетілген электрон біртекті магнит өрісінде модулі $B=29 \text{ мТл}$, $\vec{B}$ векторына $\alpha = 30^\circ$ бұрышта электрон қозғалады. Электрон бұрандалы сызықтарының қадамын табу керек.

$$q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$U = 10^3 \text{ В}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$B = 0,029 \text{ Тл}$$

$h = ?$

Қозғалыстағы электронға Лоренц күші әсер етеді:

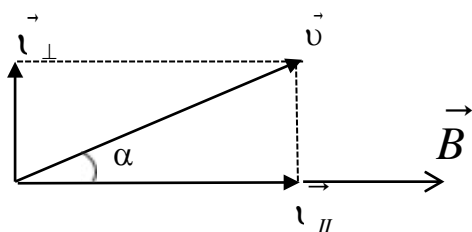
$$\vec{F}_e = q[\vec{v}, \vec{B}]. \quad (1)$$

$\vec{F}_e \perp \vec{v}$, сондықтан ол тек центретартқыш үдеу туғыза алады.

Модуль бойынша:

$$F_e = qvB \sin \alpha, \quad (2)$$

Осыдан, егер $\alpha = 0; \pi$, онда зарядталған бөлшекке магнит өрісі әсер етпейді және ол магнит күш сызықтарының бойымен бірқалыпты қозғалады. Егер $\alpha = \frac{\pi}{2}$ болса, онда бөлшек шеңбер бойымен қозғалады. Бұл жағдайда – бұрандалы сызық бойынша. Демек электрондардың бұрандалы сызықтар бойынша күрделі қозғалысын екі қарапайым түрдегі қозғалыстардың жиынтығына, яғни бірқалыпты және айналмалыға әкелуге болады. Сондықтан магнит өрісіне ұшып кірген электрон жылдамдығын екі құраушыға $v_{||}$ және $v_{\perp}$ жіктейміз (суретке қара).



$$v_{||} = v \cos \alpha \quad (1)$$

$$v_{\perp} = v \sin \alpha. \quad (2)$$

МВғынасы бойынша бұрандалы сызықтардың қадамы дегеніміз магнит өрісінің күш сызықтары бойымен электронның жүріп өткен жолы, яғни T периодқа тең уақыт

ішіндегі $v_{||}$ жылдамдықпен өткен жолы:

$$h = v_{||} \cdot T = v \cos \alpha \cdot T. \quad (3)$$

Периодты табамыз:

$$T = \frac{2\pi R}{v_{\perp}}, \quad (4)$$

мұндағы R - күш сызықтары тармақтарының радиусы.

Ньютонның II заңы бойынша:

$$F_L = ma_{ц-с}, \text{ яғни } ev_{\perp}B = \frac{mv_{\perp}^2}{R},$$

$$\text{осыдан } R = \frac{mv_{\perp}}{eB}, \quad (5)$$

$$\text{ал период } T = \frac{2\pi m}{eB}. \quad (6)$$

(6) өрнекті (3) өрнекке қойып, аламыз:

$$h = v \cos \alpha \cdot \frac{2\pi m}{eB}. \quad (7)$$

$$\text{Энергияның сақталу заңы бойынша: } \frac{mv^2}{2} = eU,$$

$$\text{Осыдан } v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}.$$

$$\text{Сонда: } h = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \cos\alpha \frac{2\pi m}{eB} = \frac{2\pi}{B} \sqrt{\frac{2mU}{e}} \cos\alpha. \quad (7')$$

Өлшем бірліктерін тексереміз:

$$[h] = \frac{1}{T_L} \sqrt{\frac{\kappa\sigma \cdot B}{K_L}} = \text{м}.$$

$$h = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 2,9 \cdot 10^{-2}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^3}{1,6 \cdot 10^{-19}}} \approx 2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 2 \text{ см}$$

Жауабы: $h = 2 \text{ см}.$

3-есеп: Үш бірдей жолақ магниттер бір мезгілде бірдей биіктіктен құлайды. Біріншісі еркін, екіншісі құлау уақыты ішінде тұйықталған соленоид арқылы өтеді, үшіншісі - тұйықталмаған соленоид арқылы өтеді. Магниттердің түсу уақыттарын салыстырыңдар.

Алдыңғы екі магнит ауырлық және ауаның кедергі күштерінің әсерінен түседі, сондықтан түсу уақыттары бірдей болады. Үшінші магнитке қосымша Ампер күші әсер етеді, өйткені жолақ магниттің тұйықталған соленоид арқылы өтеуі кезінде онда индукциялық ток пайда болады және де ол Ленц ережесі бойынша өзінің магнит өрісімен соленоидты кесіп өтетін магнит ағынына бөгет жасайды. Үшінші магнит, алғашқы екеуімен салыстырғанда баяу түседі.

19 сабақ

Токтың магнит өрісінің энергиясы. Электромагниттік өріс энергиясы. Тербелмелі контурдағы процестерді сипаттайтын тендеу.

1 есеп: Тербелмелі контурдағы тербеліс периоды 25,12 мс. Осы контурдағы зарядталған конденсатордың энергиясы, бойынан 20 мА ток өтіп жатқан индуктивті катушканың энергиясынан 4 есе артық болатын болса, конденсатордың зарядын анықтаңыз.

Шешуі: Зарядталған конденсатордың және индуктивті катушканың энергиялары мынадай өрнектермен анықталады

$$W_C = \frac{q^2}{2C} \text{ және } W_L = \frac{LI^2}{2}$$

Есептің берілгені бойынша $\frac{W_C}{W_L} = 4$. Онда, конденсатордың заряды

$$q = 2I\sqrt{LC} = 2I \frac{T}{2\pi} = \frac{IT}{\pi} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 25,12 \cdot 10^{-3}}{3,14} = 160 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 160 \text{ мкКл}$$

Жауабы: 160 мкКл.

2 есеп: Катушканың индуктивтілігі 80 мГн, катушка қосылған әсерлі кернеу 100 В, ток жиілігі 1 кГц. Тізбектегі токтың амплитудалық мәнін табыңыз.

Шешуі: Мұндай тізбектегі токтың амплитудалық мәні

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L} = \frac{U_m}{2\pi\nu L}$$

мұндағы кернеудің әсерлік мәніне сәйкес амплитудалық мәні

$$U_m = U\sqrt{2}$$

өрнегімен анықталады. Циклдік жиіліктің $\omega=2\pi\nu$ екенін ескере отырып, тізбектегі токтың амплитудалық мәнін табамыз

$$I_m = \frac{U\sqrt{2}}{2\pi\nu L} = \frac{100 \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^{-3}} = 0,28 \text{ A}$$

Жауабы: 0,28 А.

3 есеп: Катушканы, кернеуі 12 В тұрақты ток тізбегіне қосқан кезде, тізбекте 4 А ток күші пайда болады. Осы катушканы жиілігі 50 Гц, кернеуі 12 В айнымалы ток тізбегіне қосатын болсақ, тізбектегі ток күші 2,4 А-ге тең болады. Тізбектей жалғанған индуктивтілік кедергісі 4 Ом катушкамен, сыйымдылық кедергісі 8 Ом конденсатордан тұратын тізбек тогының актив қуаты неге тең?

Шешуі: Мұндай тізбектегі актив кедергі

$$P = U_a I'_a \cos \varphi$$

мұндағы

$$I'_a = \frac{U_a}{Z} = \frac{U_a}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U_a}{\sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

өрнегімен анықталады.

Катушканың актив кедергісі

$$r = \frac{U_T}{I_T} = \frac{12}{4} = 3 \text{ Ом}$$

Онда

$$I'_a = \frac{12}{\sqrt{9 + (8 - 4)^2}} = 2,4 \text{ A}$$

Ал, кернеу мен токтың лездік мәндерінің арасындағы фазалар айырымы (қуаттың коэффициенті)

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{3}{\sqrt{9 + (8 - 4)^2}} = 0,6$$

Сонымен, тізбек тогының актив қуаты

$$P = 12 \cdot 2,4 \cdot 0,6 = 17,3 \text{ Вт}$$

Жауабы: 17,3 Вт

20 сабақ

Гармониялық тербелістердің амплитудасы, периоды және жиілігі. Томсон формуласы. Тербеліс фазасы. Ток күші мен кернеудің әсерлік мәндері.

1 есеп: Электр тізбегі сыйымдылығы $C=400$ пФ конденсатордан және индуктивтілігі $L=10$ мГн катушкадан тұрады. Кернеу амплитудасы $U_m=500$ В болған кездегі, ток күші амплитудасын I_m табу керек.

$$C = 4 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$$

$$L = 10^{-2} \text{ Гн}$$

$$U_m = 500 \text{ В}$$

$$I_m - ?$$

U_m - конденсатордағы максимал кернеу, ал сыйымдылық кедергісі $X_C = \frac{1}{C\omega}$, бірақ онда Ом заңы бойынша мынаған ие боламыз:

$$I_m = U_m C \omega. \quad (1)$$

Активті кедергі аз болғандықтан (ол есеп шартында да келтірілмеген):

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \quad (2)$$

мұндағы ω_0 - тербелістердің өзіндік циклдік жиілігі.

$$\text{Демек, } I_m = U_m \frac{C}{\sqrt{LC}} = U_m \sqrt{\frac{C}{L}}. \quad (3)$$

$$[I_m] = B \cdot \sqrt{\frac{\Phi}{\Gamma_H}} = A.$$

$$I_m = 5 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-10}}{10^{-2}}} = 0,1 \text{ А}.$$

$$\text{Жауабы: } I_m = 0,1 \text{ А}.$$

2 есеп: Индуктивтілігі 70 Гн катушкadan және сыйымдылығы 70 мкФ конденсатордан тұратын тербелмелі контурдағы тербелістің жиілігін анықтаңыз.

Шешуі: Тербелмелі контурдағы тербелістің жиілігі

$$\nu = \frac{1}{T}$$

теңдігімен анықталады. Ал, тербеліс периодын $T = 2\pi\sqrt{LC}$ өрнегінен анықтаймыз, онда

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \sqrt{70 \cdot 70 \cdot 10^{-6}}} = 2,27 \text{ Гц}$$

Жауабы: 2,27 Гц.

3 есеп: Тербелмелі контур, арасы ауамен толтырылған пластиналарының ауданы 100 см^2 болып келетін конденсатордан және индуктивтілігі 10^{-5} Гн катушкadan тұрады. Контурдағы тербеліс периоды 10^{-7} с болатын болса, конденсатор пластиналарының арақашықтығының қандай болғаны?

Шешуі: Конденсатордың сыйымдылығы

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

мұндағы электр тұрақтысы - $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ ф/м}$, ортаның салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі, біздің жағдайымызда ауаның салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі $\epsilon = 1$ тең.

Бұл теңдіктен, конденсатор пластиналарының арақашықтығының

$$d = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{C}$$

$$C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$$

тең екендігін алуға болады. Ал, конденсатор сыйымдылығын контурдағы тербеліс периодының $T = 2\pi\sqrt{LC}$ өрнегінен анықтайтын болсақ
Онда, конденсатор пластиналарының арақашықтығы келесі өрнекпен анықталады

$$d = \frac{4\pi^2 L \varepsilon_0 \varepsilon S}{T^2} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 10^{-5} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{(10^{-7})^2} = 3,49 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 3,49 \text{ мм}$$

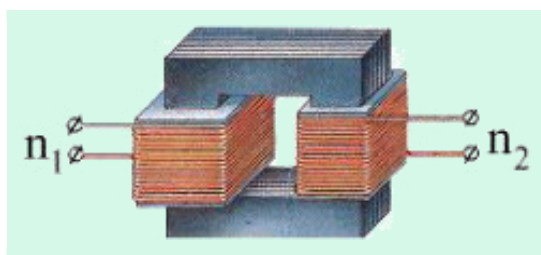
Жауабы: 3,49 мм.

21 сабақ

Айнымалы ток тізбегіндегі конденсатор мен катушка.

Трансформаторлар.

Көптеген жағдайда бір ток көзінен әртүрлі кернеуге арналған құралдарды қоректендіру қажет болады. Мысалы, теледидарды 220 В-тық ток көзіне қосқан кезде оның ішіндегі қыздыру шамдарына 6,3 В, транзисторларға 1-2 В, ал электронды-сәулелендіру түтікшесіне 15000 В кернеу беру қажет. Кернеуді осылай қажетімізше көтеріп немесе төмендету үшін трансформаторлар деп аталатын құралдар пайдаланылады. Трансформаторды алғаш рет 1878 жылы орыс ғалымы П.Н.Яблочков құрастырған. Қарапайым трансформатор ферромагнитті өзекшеге кигізілген өткізгіштердің екі жақты орамдарынан тұрады (12 – сурет).



12- сурет

Трансформатордың жұмыс істеу принципі электромагниттік индукция құбылысына негізделген. Бірінші ретті орамдар арқылы айнымалы ток өткен кезде ферромагниттік өзекшеде айнымалы магнит ағыны пайда болады. Бұл магнит ағыны өз кезегінде екінші ретті орамдарды да тесіп өтетін

болғандықтан осы орамдарда индукциялық ЭҚК-ін туғызады. Егер екінші ретті орамдар тұтынушыларға қосылған болса, онда бұл тізбектен де айнымалы ток өтеді. Ал бұл айнымалы ток өзекшеде қайтадан өзінің айнымалы магнит ағынын туғызады. Екінші орамдардың туғызған магнит ағыны өзекшедегі толық магнит ағынын кемітеді, бұл өз кезегінде бірінші ретті орамдардағы өздік индукция ЭҚК-інің кемуіне алып келеді. Өздік индукция ЭҚК-інің кемуінен бірінші ретті тізбекте ток арта бастайды да, қоректендіруші кернеудің мәні өздік индукция ЭҚК-іне теңескенде жүйеде тепе-теңдік орнайды.

Орамдар санының бір-біріне қатынасын

$$\frac{n_1}{n_2} = K$$

трансформациялау коэффициенті деп атайды. $K > 1$ болғанда трансформаторлар төмендеткіш, ал $K < 1$ болса жоғарылатқыш трансформаторлар болып табылады. Бірінші және екінші орамдардағы ток күші, кернеу мен орам сандарының арасында мынадай байланыс бар

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2} = K$$

Трансформатордың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК)

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Бүгінгі күннің технологиялары ПӘК-і 97-98% болатын трансформаторлар жасауға мүмкіндік береді.

1 есеп: Трансформатор төмендеуі 120 В болғанда 20 А ток береді. Алғашқы кернеуі 22000 В-қа тең. Онда бірінші жүктеменің ПӘК 90 % болса, трансформатордың бастапқы ток күші мен кіріс-шығыс қуаты неге тең?

Берілгені:

$$I_2=20\text{ A}$$

$$U_2=120\text{ В}$$

$$U_1=22000\text{ В}$$

$$\eta=0,9$$

$$I_1=?, P_1=?, P_2=?$$

Шешуі:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} * 100\%; P_2 = I_2 U_2; P_1 = \frac{P_2 * 100\%}{\eta}; I_1 = \frac{P_1}{U_1}$$

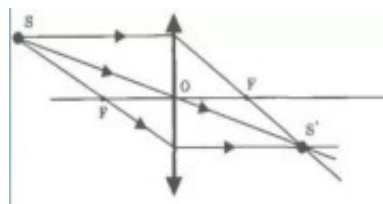
Жауабы: $P_2=2400\text{ Вт}$; $P_1=2667\text{ Вт}$; $I_1=0,12\text{ А}$

22 сабақ

Жарықтың түзу сызықты таралу, шағылу және сыну заңдары. Толық шағылу. Линза. Жарық жылдамдығы. Жарықтың дисперсиясы.

Жұқа линзада кескін салу үшін линзаға келіп түсетін сәулелердің ішінен тек үшеуін қарастырамыз:

1. Бірінші сәуле ретінде оптикалық центрден өтетін сәулені алсақ, ол линзадан өткеннен кейін ол бағытын өзгертпейді;
2. Екінші сәуле ретінде линзаның бас фокусынан өтетін сәулені қарастырсақ, ол линзадан өткеннен кейін бас оптикалық оське параллель болаып кетеді;
3. Үшінші сәуле бас оптикалық оське параллель сәуле. Ол линзадан өткеннен кейін линзаның бас фокусы арқылы өтеді.



1-есеп: Тереңдігі 2 м көлдің түбінде судан шығып тұратын тіреуіш қағылған. Сәулелердің түсу бұрышы 30° болған кездегі көл түбіндегі тіреуіш көлеңкесінің ұзындығын табу керек.

$$h = 2 \text{ м}$$

$$\Delta h = 0,5 \text{ м}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$n = 1,33$$

$x = ?$

табамыз:

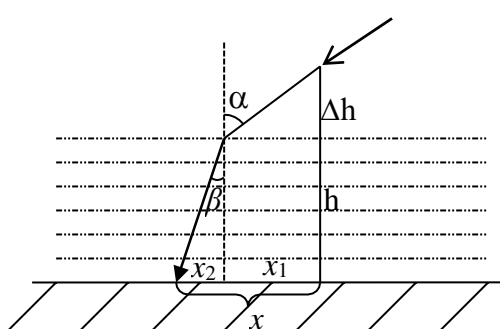
$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{0,5}{1,33} \cong 0,376.$$

$$\beta = 22^\circ; \operatorname{tg} 22^\circ = 0,404; \operatorname{tg} 30^\circ = 0,577.$$

$$x = 0,5 \cdot 0,577 + 2 \cdot 0,404 \cong 1,1 \text{ м}.$$

Ескерту. Бұл жағдайда жалпы түрде аяғына дейін шығарған жөн емес, өйткені ол үшін үлкен тригонометриялық түрлендіру жүргізу қажет болады.

Жауабы: тіреуіш көлеңкесінің ұзындығы 1,1 м.



$$x = x_1 + x_2. (1)$$

$$x_1 = \Delta h \cdot \operatorname{tg} \alpha. (2)$$

$$x_2 = h \cdot \operatorname{tg} \beta. (3)$$

$$x = \Delta h \cdot \operatorname{tg} \alpha + h \cdot \operatorname{tg} \beta. (4)$$

Сыну заңы бойынша β

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n, \quad \text{осыдан}$$

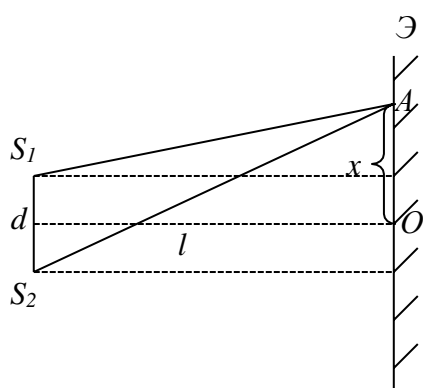
23 сабақ

Жарықтың интерференциясы. Жарық толқынының ұзындығы.

Жарықтың дифракциясы. Дифракциялық тор. Жарықтың поляризациясы.

1. Геометриялық оптика негізінде қандай заңдар жатыр?
2. Әрекеті геометриялық оптикаға негізделген қандай оптикалық приборларды білесіңдер?
3. Кеңістіктік когеренттік шарттары, когеренттік белгілері.
4. Интерференцияны неге жұқа қабықшада бақылады?
5. Жарық дифракциясы неге негізделген?
6. Корпускулярлы-толқындық дуализм деген не?

1-есеп: Екі монохроматтық S_1 және S_2 когерентті көздер бар. Олардың арасындағы арақашықтық d . Жарық көзінен $\square$ арақашықтықта орналасқан экрандағы интерференциялық суреттер көрінісін талдау керек.



AS_1 және AS_2 сәулелерінің интерференция нәтижесін қарастырайық, яғни интерференциялық суреттер көрінісінің центрінен x арақашықтығындағы А нүктесінде (онда максимум бақыланады).

Көрініс төңкерілген болуы үшін, яғни x мүмкіншілігінше үлкен болуы үшін, $d \ll \square$ болуы қажет (кеңістіктік когеренттілік шарты). Бірақ кез келген жағдайда $x \ll \square$.

Суреттен $(AS_2)^2 = \square^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$ екені көрініп тұр.

$$(AS_1)^2 = \Delta^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2. \quad (2)$$

$$(AS_2)_2^2 - (AS_1)_2^2 = (AS_2)_1^2 - (AS_1)_1^2 \quad (AS_2)_1^2 + (AS_1)_1^2 = 2xd. \quad (3)$$

(3) өрнекте $AS_2 - AS_1 = \Delta$ - сәулелер жүрісінің айырымы. $d \ll \Delta$ және $x \ll \Delta$ болғандықтан, $AS_2 \cong AS_1 = \Delta$,
яғни $\Delta \cdot 2\Delta = 2xd$, (3')

$$\text{Осыдан } \Delta = \frac{xd}{\Delta} \quad (4)$$

Мах бақылау үшін, $\Delta = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda$ болғаны керек, осыдан:

$$x = \frac{k\lambda \Delta}{d}. \quad (5)$$

Көрінетін аймақта $\lambda \sim 10^{-6} \text{ м}$, $d \ll \Delta$, $x \ll \Delta$ болсада, ϵ - бүтін сан.

(5) формуласын қолдана отырып, экрандағы интерференциялық көрініс симметриялы орналасқан тах және тіп, ортасында тах бар деген қорытындыға келеміз.

2-есеп: Периоды 2 мкм дифракциялық торға жарық сүзгісі арқылы өткізілген жарық түседі. Сүзгі толқын ұзындығы 500 нм-ден 600 нм болатын жарықты өткізеді. Реттері әртүрлі спектрлер бір-бірін жабады ма?

$d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ $\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ $\lambda_2 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	Дифракциялық тор формуласы: $d \sin \varphi = k\lambda, \quad (1)$ мұндағы φ - дифракция бұрышы, k - (рет) тах номері. Әр толқын үшін $\varphi = \frac{\pi}{2}$ деп, тах спектрдің максимал ретін анықтаймыз $k_{1,\max} = \frac{d}{\lambda_1} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-7}} = 4; \quad k_{2,\max} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-7}} = 3 \quad (\text{реті тек бүтін}$
Спектрлер жабылады ма ?	

болуы мүмкін).

Көршілес реттердің спектрлері қатар орналасады, егер

$$\left. \begin{aligned} d \sin \varphi &= (k+1)\lambda_1 \\ d \sin \varphi &= k\lambda_2 \end{aligned} \right\}, \text{ яғни}$$

$$(k+1)\lambda_1 = k\lambda_2.$$

k табамыз.

$$k\lambda_1 + \lambda_1 = k\lambda_2; \quad \lambda_1 = k(\lambda_2 - \lambda_1), \text{ т.е. } k = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} = 5.$$

Демек, әртүрлі реттегі спектрлер бір-бірін жаппайды, өйткені $k_{1,\max} < 5$;
 $k_{2,\max} < 5$.

3-есеп: Толқын ұзындығы 520 нм монохроматтық жырықты екі когеренттік көздерден алынған интерференциялық суреттер көрінісін бақылау кезінде

экранда 4 см кесіндіде 8,5 жолақ бақыланады. Жарық көздерінің арасындағы арақашықтықты табыңдар, егер олардан экранға дейінгі арақашықтық 2,75 м болса.

$\lambda = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ $L = 0,04 \text{ м}$ $N = 8,5$ $\Delta x = 2,75 \text{ м}$	Екі когеренттік көздерден алынатын интерференциялық суреттер көрінісін есептеу сәйкесті дәрісте (лекцияда) келтірілген. Белгілеулер сақталған. $x = \frac{k\lambda\Delta x}{d}$ - экрандағы көрініс центрінен k-ші реттің таң дейінгі арақашықтық, демек көршілес максимумдардың арасындағы арақашықтық $\Delta x = \frac{\lambda\Delta x}{d}$, яғни
$d - ?$	

$$\frac{L}{\Delta x} = N; \quad N = \frac{L \cdot d}{\lambda \Delta x}, \text{ осыдан } d = \frac{N \lambda \Delta x}{L}$$

$$\text{Есептейміз: } d = \frac{8,5 \cdot 5,2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,75}{4 \cdot 10^{-2}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,3 \text{ мм}.$$

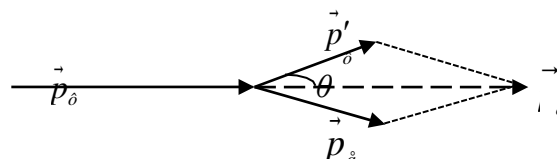
Жауабы: $d = 0,3 \text{ мм}$.

4- есеп: Көрінетін аймақтағы дифракциялық тордың екінші және үшінші ретті спектрлері бір-біріне жартылай жайылады. Толқын ұзындығы 700 нм екінші ретті спектрге үшінші ретті спектрдің қандай толқын ұзындығы сәйкес келеді?

$k_1 = 2$ $\lambda_1 = 700 \text{ нм}$ $k_2 = 3$	$\left. \begin{aligned} d \sin \varphi &= k_1 \lambda_1 \\ d \sin \varphi &= k_2 \lambda_2 \end{aligned} \right\} - \text{жайылу шарты}$ $\frac{k_1 \lambda_1}{k_2} = \lambda_2; \quad \lambda_2 = \frac{2 \cdot 700}{3} = 467 \text{ нм}.$
$\lambda_2 - ?$	

Жауабы: $\lambda_2 = 467 \text{ нм}$

Есеп 5. Толқын ұзындығы 20 пм рентген сәулелері 90° бұрышпен шашырайды. Электрондардың серпімділік импульсін табу керек.

$\lambda = 20 \text{ пм} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ м}$ $\theta = 90^\circ$	 $p_0 = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ - фотонның
$p_e - ?$	шашырауға дейінгі импульсі. $\Delta \lambda = 2\lambda_k \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$ - толқын ұзындығының өзгерісі.

$\lambda' = \lambda + \Delta \lambda$ - фотонның шашырауға дейінгі толқын ұзындығы.

$$p'_0 = \frac{h\nu'}{c} = \frac{h}{\lambda'}; \quad p_e = \sqrt{p_0^2 - p'_0{}^2} = \sqrt{\frac{h^2}{\lambda^2} - \frac{h^2}{\lambda'^2}} = \frac{h}{\lambda\lambda'} \sqrt{\lambda'^2 - \lambda^2}$$

$$\text{Есептейміз: } \Delta \lambda = 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{1}{2} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}.$$

$$\lambda' = \frac{20 \cdot 10^{-12} \text{ м} + 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 22,4 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

$$p_e \cong \frac{2 \cdot 10^{-11} \cdot 2,243 \cdot 10^{-11}}{\sqrt{4 + 5 \cdot 10^{-11}}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{-11} \cdot 3}{2 \cdot 2,243 \cdot 10^{-22}} \cong 4,44 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Жауабы:

электрон серпілісінің импульсі $p_e = 4,44 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

24 сабақ

Сәуле шығару және спектрлер. Электромагниттік толқындар шкаласы. Массаның жылдамдыққа тәуелділігі. Масса мен энергияның байланысы.

1 есеп: Қозғалыс жылдамдығы 0,97 с болатын электронның массасы тыныштықтағы массасынан қанша артық екенін анықтаңыз.

Шешуі: Электронның массасының жылдамдығынан тәуелділігін жазалық:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Бұл өрнектен электронның қозғалыстағы массасының тыныштықтағы массасынан қаншаға артық екендігін табамыз:

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,97^2}} = 4,11$$

Жауабы: 4,11.

2 есеп: Бақылаушыға қатысты дене өлшемі 3 есе кему үшін, оның жылдамдығы қандай болу керек. Бұған дейін дене аталған бақылаушыға қатысты тыныштықта болған.

Шешуі: Бақылаушыға қатысты дене өлшемі келесі түрде өзгереді:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

мұндағы l_0 -тыныштықтағы дененің ұзындығы.

Теңдіктің екі жағын квадраттап, дененің қозғалыс жылдамдығын табамыз.

$$l^2 = l_0^2 \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right)^2 = l_0^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$$

Бұдан, қозғалыстағы дененің жылдамдығы келесі теңдікпен анықталады:

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l}{l_0} \right)^2} = 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{1}{3} \right)^2} \approx 2,8 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Жауабы: $2,8 \cdot 10^8$ м/с

3 есеп: Электрон 0,8 с жылдамдықпен қозғалатын болса, оның кинетикалық энергиясын табыңыз.

Шешуі: Электронның толық энергиясы келесі түрде анықталады:

$$E = E_0 + E_k$$

мұндағы E_0 - электронның тыныштықтағы энергиясы, оны Эйнштейн формуласынан табамыз:

$$E = E_0 = m E_0 c^2 = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8,19 \cdot 10^{-14} \text{ Дж.}$$

Электронның толық энергиясын мынадай өрнекпен анықтаймыз:

$$E = mc^2.$$

Қозғалыстағы электронның массасы келесі түрде табылады:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Бұл өрнекті ескеретін болсақ, электронның толық энергиясы:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{\sqrt{1 - 0,8^2}} \approx 13,68 \cdot 10^{-14} \text{ Дж} \approx 13,7 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$$

Сонымен, электронның кинетикалық энергиясы толық энергиямен тыныштық энергиясының айырымымен анықталады:

$$E_k = E - E_0 = 13,7 \cdot 10^{-14} - 8,19 \cdot 10^{-14} = 5,49 \cdot 10^{-14} \text{ Дж.}$$

Жауабы: $5,49 \cdot 10^{-14}$ Дж

4 есеп: Екі зымыран бір-біріне қарама-қарсы тыныштықта тұрған бақылаушыға қатысты $0,75c$ жылдамдықпен қозғалады. Зымырандардың жақындау жылдамдығын анықтаңыздар.

Шешуі: Бірінші зымыранға қозғалмайтын К координаттар жүйесін байлаймыз.

Щған қатысты зымыран $\vec{v}_1$ жылдамдықпен қозғалады. Екінші зымыранмен, К жүйесіне қатысты Х осінің бойымен ОХ осіне қарама-қарсы, яғни $\vec{v}_2$ жылдамдыққа қарсы қозғалатын К' жүйесін байлаймыз (сурет 5.1).

Онда, жылдамдықтарды қосудың релятивистік заңын пайдаланып, қозғалмайтын координат жүйесіндегі жылдамдық үшін келесі теңдікті жазуға болады

$$v_1 = \frac{u - v_2}{1 - \frac{u \cdot v_2}{c^2}}$$

мұндағы u - зымыранның салыстырмалы жылдамдығы. ($\vec{v}_2$ жылдамдықтың Х осіне проекциясы теріс болғандықтан, формулада v_2 жылдамдық алдында теріс таңба).

Соңғы өрнектен салыстырмалы жылдамдықты табамыз:

$$v_1 \cdot \left(1 - \frac{u \cdot v_2}{c^2} \right) = u - v_2$$

Бірнеше арифметикалық есептеулерден кейін жылдамдық мына теңдікті аламыз:

$$u = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 \cdot v_2}{c^2}} = \frac{0,75c + 0,75c}{1 + \frac{0,75c \cdot 0,75c}{c^2}} = \frac{24}{25}c = 0,96 \cdot 3 \cdot 10^8 = 2,88 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Жауабы: $2,88 \cdot 10^8$ м/с.

25 сабақ

Планк формуласы және тұрақтысы. Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі.

Бұл тақырыпта сөз фотоэффект, фотондар және олардың сипаттамалары туралы болады. Бірақ жарық қасиеттері сәулеленген денелерде де бақыланады және де комптондық шашырауда да.

Қысқа толқынды (серпімді) сәуле жеңіл заттар арқылы өту бақыланатын комптондық шашырауға арналған есептерді талқылайық. Жеңіл заттарда валенттік электрондар атомдармен еркін деп санауға болатындай, әлсіз байланысқан. Сондықтан комптондық шашырау – фотондардың еркін электрондармен серпімді соқтығысуының нәтижесі және бұл процесс екі сақталу заңдарымен сипатталады: релятивистік

жағдайдағы импульс пен энергияның сақталу заңдары, өйткені мәселе вакуумдағы жылдамдықпен салыстыруға келетін жылдамдық туралы болып отыр. Суретте $\vec{p}_\phi$ - фотонның соқтығысқа дейінгі импульсі, $\vec{p}'_\phi$ - соқтығыстан кейінгі; $\vec{p}_e$ - соқтығыстан кейінгі электрон импульсі (соқтығысқа дейін ол тыныштықта болды); θ - шашырау бұрышы. Импульстің сақталу заңы бойынша:

$$\vec{p}_\phi = \vec{p}'_\phi + \vec{p}_e. \quad (1)$$

Энергияның сақталу заңы бойынша:

$$h\nu + m_0c^2 = h\nu' + E_e, \quad (2)$$

мұндағы $h\nu$ - соқтығысқа дейінгі фотон энергиясы, $h\nu'$ - соқтығыстан кейінгі; m_0c^2 - тыныштықтағы электронның энергиясы; E_e - оның соқтығыстан кейінгі энергиясы, яғни

$$E_e = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (3)$$

$$\text{Сәйкесінше импульстер: } p_\phi = \frac{h\nu}{\tilde{n}}; \quad p'_\phi = \frac{h\nu'}{\tilde{n}}; \quad p_e = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Осы формулаларды және косинустар теоремасын қолдананып, толқын ұзындықтарына көшеміз:

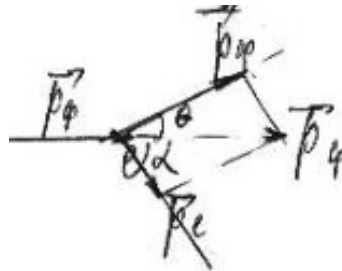
$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2 \frac{h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\theta}{2}, \quad (4)$$

мұндағы $\frac{h}{m_0 c} = \lambda_k$ - комптондық толқын ұзындық.

Сонымен комптондық шашырау кезінде негізгіден басқа компонент бойынша ығыс бақыланады және де толқын ұзындығының өзгеруі заттың қасиетіне байланысты емес, шашырау бұрышына ғана тәуелді.

Есеп 1. Толқын ұзындығы 5 пм рентген сәулелерінің шашырау бұпышы 30° , соқтығу электрондары түсуші сәулелер бағытына 60° бұрышпен қозғалады. Табу керек: а) соқтығу электрондарының импульсін; б) шашыраған сәулелер фотондарының импульсін.

<u>Р. 1136</u>
$\lambda = 5 \cdot 10^{-12} \text{ м}$
$\theta = 30^\circ$
$\alpha = 60^\circ$
$p_e - ? \quad p'_\phi - ?$



Импульстің сақталу заңы бойынша (суретке қара):

$$\vec{p}_\phi = \vec{p}'_\phi + \vec{p}_e, \quad (1)$$

мұндағы $\vec{p}_\phi$ - фотонның электронмен соқтығысқанға дейінгі импульсі, $\vec{p}'_\phi$ - соқтығыстан кейінгі, $\vec{p}_e$ - соқтығыстан кейінгі электронның импульсі (соқтығысқа дейін ол тыныштықта болды)

$$\text{Яғни } \theta + \alpha = \frac{\pi}{2}; \quad \vec{p}'_\phi \perp \vec{p}_e; \quad \vec{p}_\phi = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (2)$$

Комптондық шашырау кезіндегі фотонның толқын ұзындығының өзгерісі:

$$\Delta\lambda = 2\lambda_k \sin^2 \frac{\theta}{2}, \quad (3)$$

мұндағы $\lambda_k = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$ — комптондық толқын ұзындығы (әлемдік тұрақтылардың бірі).

$$\text{Сонымен, } \Delta\lambda = 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \sin^2 15^\circ \cong 3,256 \cdot 10^{-13} \text{ м}.$$

Шашыраудан кейінгі фотонның толқын ұзындығы:

$$\lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 50 \cdot 10^{-13} + 3,256 \cdot 10^{-13} = 53,256 \cdot 10^{-13} \text{ м} = 5,3256 \cdot 10^{-12} \text{ м} \quad (2) \text{ өрнек бойынша:}$$

$$p_\phi = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{50 \cdot 10^{-13}} \cong 1,326 \cdot 10^{-22} \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

$$p_e = \sqrt{p_\phi^2 - p'^2_\phi} = \sqrt{\left(\frac{\partial}{\lambda}\right)^2 - \left(\frac{\partial}{\lambda'}\right)^2} = h \sqrt{\frac{\lambda'^2 - \lambda^2}{(\lambda\lambda')^2}} = \frac{h}{\lambda\lambda'} \sqrt{\lambda'^2 - \lambda^2}.$$

$$\text{Есептейміз: } p_e \cong 6,63 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Жауабы: } p_e \cong 6,63 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}, \quad p'_\phi \cong 1,14 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

26 сабақ

Фотоэффектінің қызыл шекарасы. Фотондар. Жарық қысымы.

Сұрақтар:

Корпускулярлы-толқындық дуализм деген не? Ол тек фотондарға тән ба?

Қандай құбылыстар жарықтың толқындық теориясының көз-қарасынан сапалық және сандық түрде түсіндіріледі?

Қандай құбылыстар кванттық теорияның көзқарасынан сапалық түрде түсіндіріледі?

Фотондардың негізгі сипаттамалары қандай?

Неге фотондардың электрондармен соқтығысы кезінде бір жағдайларда фотоэффект, ал басқа жағдайларда - комптондық шашырау бақыланады?

Жұқа қабықшадағы, ауалық сынадағы интерференцияның мағынасын түсіндіріңдер.

Өтетін және шағылатын жарықтардағы интерференциялық көріністердің айырмашылығы?

Неліктен табиғатта екі тәуелсіз когерентті көздер жоқ?

Неге интерференциялық суреттер көрінісін бақылау үшін қабықша жұқа, ал жарық көздері арасындағы арақашықтық олардан экранға дейінгі арақашықтан аз болуы тиіс?

Монохроматтық жырықта тордағы дифракциялық суреттер көрінісінің түрі қандай?

Дифракциялық спектрдің призмалық спектрден өзгешелігі?

Қандай оптикалық (толқындық) құбылыс жарықтың толқындардың көлденең екендігін дәлелдейді және неге?

Есеп 1. Толқын ұзындығы 520 нм монохроматтық жарықты екі когеренттік көздерден алынған интерференциялық суреттер көрінісін бақылау кезінде экранда 4 см кесіндіде 8,5 жолақ бақыланады. Жарық көздерінің арасындағы арақашықтықты табыңдар, егер олардан экранға дейінгі арақашықтық 2,75 м болса.

$\lambda = 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ $L = 0,04 \text{ м}$ $N = 8,5$ $\Delta = 2,75 \text{ м}$ $d = ?$	Екі когеренттік көздерден алынатын интерференциялық суреттер көрінісін есептеу сәйкесті дәрісте (лекцияда) келтірілген. Белгілеулер сақталған. $x = \frac{k\lambda \Delta}{d}$ - экрандағы көрініс центрінен k -ші реттің max дейінгі арақашықтық, демек көршілес максимумдардың арасындағы арақашықтық $\Delta x = \frac{\lambda \Delta}{d}$, яғни
--	--

$$\frac{L}{\Delta x} = N; \quad N = \frac{L \cdot d}{\lambda \Delta}, \text{ осыдан } d = \frac{N \lambda \Delta}{L}$$

$$\text{Есептейміз: } d = \frac{8,5 \cdot 5,2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,75}{4 \cdot 10^{-2}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,3 \text{ мм}.$$

Жауабы: $d = 0,3 \text{ мм}$.

Есеп 2. Көрінетін аймақтағы дифракциялық тордың екінші және үшінші ретті спектрлері бір-біріне жартылай жайылады. Толқын ұзындығы 700 нм екінші ретті спектрге үшінші ретті спектрдің қандай толқын ұзындығы сәйкес келеді?

$$k_1 = 2$$

$$\lambda_1 = 700 \text{ нм}$$

$$k_2 = 3$$

$$\lambda_2 = ?$$

$$d \sin \varphi = k_1 \lambda_1 \quad \left. \vphantom{d \sin \varphi = k_1 \lambda_1} \right\} \text{ - жайылу шарты}$$

$$d \sin \varphi = k_2 \lambda_2 \quad \left. \vphantom{d \sin \varphi = k_2 \lambda_2} \right\}$$

$$k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 ; \quad \lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{k_2} = \frac{2 \cdot 700}{3} = 467 \text{ нм}.$$

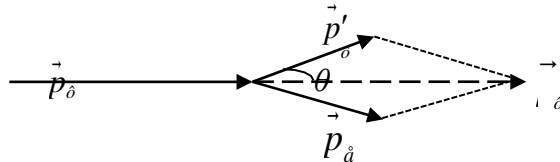
Жауабы: $\lambda_2 = 467 \text{ нм}$

Есеп 3. Толқын ұзындығы 20 пм рентген сәулелері 90° бұрышпен шашырайды. Электрондардың серпімділік импульсін табу керек.

$$\lambda = 20 \text{ нм} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$p_e = ?$$



$$p_0 = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

фотонның

шашырауға дейінгі импульсі.

$$\Delta \lambda = 2\lambda_k \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

- толқын ұзындығының өзгерісі.

$\lambda' = \lambda + \Delta \lambda$ - фотонның шашырауға дейінгі толқын ұзындығы.

$$p'_0 = \frac{h\nu'}{c} = \frac{h}{\lambda'} ; \quad p_e = \sqrt{p_\phi^2 - p_\phi'^2} = \sqrt{\frac{h^2}{\lambda^2} + \frac{h^2}{\lambda'^2}} = \frac{h}{\lambda\lambda'} \sqrt{\lambda'^2 + \lambda^2}$$

$$\text{Есептейміз: } \Delta \lambda = 2 \cdot 2,43 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{1}{2} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}.$$

$$\lambda' = 20 \cdot 10^{-12} \text{ м} + 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 22,4 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

$$p_e \cong \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{2 \cdot 10^{-11} \cdot 2,243 \cdot 10^{-11}} \sqrt{4 + 5 \cdot 10^{-11}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{-11} \cdot 3}{2 \cdot 2,243 \cdot 10^{-22}} \cong 4,44 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Жауабы:

электрон серпілісінің импульсі $p_e = 4,44 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

27 сабақ

Атомның құрылысы. Бордың кванттық постулаттары. Лазерлер.

Қайталау сұрақтары

1. Бор постулатының физика ғылымы үшін маңызы неде?
2. Бордың I постулатын тұжырымдаңдар.
3. Бордың II постулатын тұжырымдаңдар.
4. Энергетикалық диаграммалар дегеніміз не?
5. Энергетикалық деңгей дегеніміз не?
6. Лазер сөзі қай тілден енген және қандай мағынаны білдіреді?
7. Негізгі және қозған күйлерге анықтама беріңдер.
8. Лазер сәулесінің басқа сәулелерден артықшылығы қандай?
9. Лазер сәулесінің түрлері қандай?
10. Лазер сәулесінің күнделікті тұрмыста қолданылуларына мысалдар келтіріңдер.

1 есеп: Кандай да бір металлын бетінен A шығу жұмысын табу керек. Егер металлдың толқын ұзындықтары $\lambda_1 = 0,35$ мкм және $\lambda_2 = 0,54$ мкм болатын электромагниттік сәулеленумен кезек-кезек жарықтандырса, онда фотоэлектрондардың максимал жылдамдығы $\eta = 2,0$ есеге өзгешеленеді. Шешуі: Эйнштейн теңдеуін екі толқын ұзындықтары (жиіліктері) үшін жазамыз:

Мұндағы v_1 және v_2 фотоэлектрондардың максимал жылдамдығы, әрі $v_1 > v_2$,

$$h\nu_1 = A_{\text{ш}} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$h\nu_2 = A_{\text{ш}} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$A = 3,04 \cdot 10^{-12} \text{ эрг} = 1,9 \text{ эВ.}$$

2 есеп: Сутегі атомының бірінші Бор орбитасындағы электронның жылдамдығын анықтаңыздар?

Ол үшін біздің жағдайымызда $n=1$ мен $Z=1$ екенін ескере отырып, формуласын жазамыз:

$$v = 2,2 \cdot 10^6$$

28 сабақ

Радиоактивтілік. Альфа, бета, гамма сәуле шығару.

Радиоактивтік сипаты

Радиоактивтік жағдай кезінде тұрақсыз ядролар бір немесе бірнеше бөліктерге бөлінеді. Жалпы алғанда атом нейтралды болады. Кез келген атомдар нуклидтер деп аталынады. Бірдей Z номерлері бар, бірақ A массалары әртүрлі нуклеидтерді атомдық номерлері Z изотопты элементтер деп аталады. Бірдей элементтердің изотоптарының протондары мен орбиталды электрондарының саны бірдей болады, бірақ нейтрондарының саны химиялық құрамы бұйынша әртүрлі, сондықтан ядроларының қасиеті әртүрлі болады.

Радиоактивтің ыдырауларының негізгі төрт түрін ажыратады: альфа-ыдырауы, бета – ыдырауы, гамма- ыдырауы және спонтанды деп бөлінеді.

Альфа-ыдырау. Химиялық элементтердің радиоактивті ядроларының изотоптары альфа-бөлшектерді бөледі. Ауыр ядролар үшін альфа-ыдырау сипаты тән.

Бета-ыдырау. Бұл кезде ядро изотоптарының элементтері өзбеттерімен электрондарды шығарады.

Гамма-ыдырау. Атомдардың номерлерімен массалар санының өзгертілуінсіз, массасы мен зарядтары жоқ, фотонның элементарлы бөлшектері түріндегі изотоп элементтерінің көп мөлшердегі энергияларының ядролардың қозулары нәтижесінде шығарылатын жағдай.

Спонтанды бөліну. Ядролардың спонтанды бөлінулері кезінде электрондар, гамма кванттар, сонымен қатар нейтрондар бөлінеді. Радиоактивті ыдырау

өнімдеріне тұрақты және радиоактивті изотоптар жатады. γ – сәулелердің фотондары (гамма кванттар) α және β бөлшектер сияқты зарядтары болмайды және де электрлік және магниттік алаңдар бойынша әкетулерге бөлінбейді. Нейтронды сәулелер ауыр ядроларды бөлу кезінде ыдырауы мүмкін.

1-есеп: Толқын ұзындығы 0,48 мкм фотон шығарған кезде, сутегі атомындағы электронның энергиясы қалай өзгереді.

Шешуі: Бір стационар күйден екінші стационар күйге шығарылатын фотонның энергиясы:

$$h\nu = E_2 - E_1 = \Delta E.$$

Сәуле шығару толқын ұзындығы:

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

бұдан, толқын жиілігі

$$\nu = \frac{c}{\lambda}.$$

Онда, фотон шығарған кездегі атомның энергиясының өзгерісі келесі түрде анықталаы:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,48 \cdot 10^{-6}} = 4,1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Жауабы: $4,1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

2-есеп: Двигателінің қуаты $3,2 \cdot 10^7 \text{ Вт}$, пайдалы әсер коэффициенті 17% атомдық мұзжарғыш күніне уран-235 атомының қанша мөлшерін тұтынады. Уран-235 атомының бір ядросы бөлінген кезде 200 МэВ энергия бөлініп шығады.

Шешуі: Пайдалы әсер коэффициенті:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A} \cdot 100\%,$$

мұндағы $A_{\text{п}}$ – пайдалы жұмыс (немесе $E_{\text{п}}$ – пайдалы жұмыс), A – толық жұмыс (немесе E – реакторда бөлінетін толық энергия).

Онда

$$\eta = \frac{E_{\text{п}}}{E} \cdot 100\%.$$

Пайдалы энергия

$$E_{\text{п}} = P \cdot t,$$

мұндағы P – мұзжарғыш қуаты, t – реактордың жұмыс істеу уақыты.

Толық энергия, яғни массасы m уран ыдырау кезінде t уақытта бөліп шығаратын энергиясы:

$$E = E_0 \cdot N,$$

мұндағы

$$N = \frac{mN_A}{\mu}$$

уран мөлшеріндегі атомдар саны. $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ - Авогадро тұрақтысы, $\mu = 235 \cdot 10^{-3} \text{ кг / моль}$ - уранның мольдік массасы.

Онда

$$E = E_0 \cdot \frac{mN_A}{\mu}.$$

Бұдан ПӘК-і:

$$\eta = \frac{P \cdot t \cdot \mu}{E_0 \cdot m \cdot N_A}.$$

Сонымен, бір күнде тұтынылатын уран массасы:

$$m = \frac{P \cdot t \cdot \mu}{\eta \cdot E_0 \cdot N_A}.$$

Сандық мәндерін қоятын болсақ:

$$m = \frac{3,2 \cdot 10^7 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{0,17 \cdot 3,2 \cdot 10^{-11} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} \approx 0,2 \text{ кг}.$$

Жауабы: 0,2 кг.

29 сабақ

Радиоактивтік ыдырау заңы. Жартылай ыдырау.

Жартылай ыдырау кезінде – берілген изотоптардың радиоактивтілігі үшін өсу тұрақты болады. әртрлі изотоптардың жартылай ыдырау кезеңіндегі уақыт бірнеше секундтан бірнеше миллиард жылға дейін ауысып отырады.

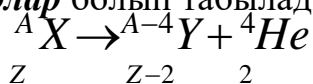
Радиоактивті заттардың сандық сипаты үшін «белсенділік» ұғымы енгізілген. Бір уақытта ыдырайтын ядролар санының белсенділігімен анықталынады. белсенділіктің өлшеу бірлігі – беккерель. Беккерель –(Бк) – 1с уақыттағы 1 белс.ыдырау кезіндегі радиоактивті қайнар көздердегі нуклидтердің белсенділігі. Сонымен қатар өсулер бар: белсенділік үлесі (Бк/кг), белсенділік көлемі (Бк/кг³) және беткейлік белсенділігі – (Бк/кг²).

Иондаушы сәулелердің биологиялық әсері сәулелену энергиясының санымен анықталынады. масса бірлігіне қатынасатын орташа энергия жұтылған дозаны қалыптастырады.

СИ жүйесі бойынша иондаушы сәулелердің жұтылған дозасының өлшем бірлігі грей (Гр=1Дж/кг), бұрынғы бірлігі — рад.

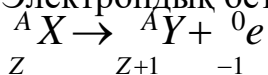
Иондаушы сәулелердің әртүрлі эквиваленттік дозаларын қолдану үшін биологиялық нәтижеліктің салыстырмалы бағасы қолданылады. Эквиваленттік дозалардың бірлігі – зиверт (ЗВ), жүйеден тыс бірлік – бэр (1 бэр = 10x10⁻² ЗВ).

Альфа-ыдырау. Атом ядросының альфа-бөлшек шығарып басқа ядроға өз бетінше айналу процесі **альфа-ыдырау** деп аталады. Реттік нөмірлері $Z > 82$ ауыр элементтердің барлығының дерлік ядролары **альфа-радиоактивті ядролар** болып табылады. Ыдырау төмендегі сызбанұсқа бойынша жүреді:



Бета-ыдырау. Электрондық **бета-ыдырау құбылысы** идеп атом ядросының өз бетінше электронды шығару жолымен басқа ядроға түрленуін айтады.

Электрондық бета-ыдырау мына сызбанұсқа бойынша жүреді:



Қайталау сұрақтары:

1. Радиоактивтік дегеніміз не?
2. Радиоактивтік құбылысын ашқан ғалым кім?
3. Радийдің α -бөлшекке ыдырау кезінде қандай элемент пайда болады?
4. Радиоактивтік ыдырау кезінде атомның қандай бөлігі өзгеріске ұшырайды-ядро әлде электрондық қабықша ма?
5. Радиактивті ыдырау заңын ашқан кім?
6. Жартылай ыдырау периоды деп қандай уақытты атайды?
7. Жартылай ыдырау периодына тең уақытта радиоактивті элемент ядросының қандай бөлігі ыдырайды?
8. Радиактивті ыдырау заңының формуласын жазып мұндағы физикалық шамаларды атап шық.
9. Табиғи радиоактивтілік дегеніміз не?
10. Радиоактивті ыдырау қалай жүреді?
11. Альфа ыдырау деп
12. Бета ыдырау деп

30 сабақ

Радиоактивті изотоптарды алу. Радиация.

Радиация латын тілінде радиус-сәуле деген сөз. Радиацияға күннің сәулесі, ғарыштық сәуле, жердің табиғи радиоактивтік заттарының сәуле шығаруы және жасанды радиоактивті изотоптар жатады. Галактикалық ғарыш сәулелерінің, құрамында протон ағымдары /85%/, альфа-бөлшегі, яғни гелий /13-14%/, электрондар және гамма — кванттары бар. Сол сәуле бөлшектерінде энергия өте жоғары.

1-есеп. Элемент изотопының белгісі ${}_{92}^{238}\text{Э}$. а) элемент атын; ә) ядроның құрамындағы нейтрон мен протон сандарын; б) атомның электрон қабатының құрамындағы электрон сандарын анықта.

Шешуі. Ізделініп отырған элементтің атом ядро зарядының 92 саны периодтық жүйедегі элементтің реттік санымен сәйкес келеді. № 92 элемент — уран, таңбасы — U.

Берілген ядроғағы нейтрон саны

$$N = A - Z = 238 - 92 = 146.$$

Атомдағы электрон саны ядро зарядына тең. бұл жағдайдағы электрон сандары 92 тең.

Элементтердің өздігінен сәуле шығару құбылысы *радиоактивтік* деп, ал өздігінен сәуле шығаратын элементтерді *радиоактивті элементтер* деп атайды.

Жартылай ыдырау периоды ($T_{1/2}$) деп алынған радиоактивті заттың жартысы ыдырауға кететін уақыттың мөлшерін айтады. Бірінші жартылай ыдырау периоды аралығында N_0 изотоп ядро санының $\frac{1}{2}$ бөлігі ыдырайды да $\frac{1}{2}N_0 = 2^{-1}N_0$ ядролары қалады. Екінші период аралығында $2^{-1}N_0$ жартысы ыдырайды да $\frac{1}{2} \cdot 2^{-1}N_0 = 2^{-2}N_0$ ядролары қалады және т.с.с. Соңғы n — жартылай ыдырау периодында бастапқы изотоптың $2^{-n}N_0$ ядросы қалады. осыған ұқсас. Ыдырамаған изотоптың (m) массасының өрнектелуі: $m = 2^{-n}m_0$, мұнда m_0 — изотоптың бастапқы массасы.

2-есеп. Біршама радиоактивті изотоптың жартылай ыдырау периоды 3 сағ тең. Егер изотоптың массасы 200 г құраса, онда оның 18 сағ кейінгі қанша ыдырамаған массасы қалады?

Шешуі. Радиоактивті изотоптың сақталу уақытында $18 / 3 = 6$ жартылай ыдырау периоды өтті. Бұдан 18 сағ сақталынғаннан кейінгі ыдырамаған изотоптың массасы мынаған тең:

$$m = 2^{-n}m_0 = 2^{-6} \cdot 200 = 200 / 64 = 3,125 \text{ г.}$$

Негізгі элементтер изотоптары ядроларының ыдырауының 4 типі белгілі. Оларға α - ыдырау, β^- , β^+ - ыдырау және электрон қосып алу типтері жатады.

α - ыдырау. Гелий ${}^4_2\text{He}$ атом ядросының α - бөлшегі. α - ыдырау кезінде бастапқы элементтің ядросы өзінен α -бөлшегін бөліп шығарады. Осының нәтижесінде бастапқы элемент ядросының массалық саны 4 бірлікке, ал заряды екі бірлікке кемиді.

β^+ - ыдырау немесе позитрондық ыдырау. позитрон немес оң электрон – массасы электрон массасына тең, оң зарядты бөлшек, позитрондық ыдырауға ядросындағы нейтрондарының саны протондарынан аз болатын жеңіл элементтердің изотоптары ұшырайды. Позитрондық ыдырау кезінде элемент ядросының бір протоны мына жүйе бойынша нейтронға айналады: ${}_1^1\text{p} \rightarrow {}_0^1\text{n} + {}_1^0\text{e}^+$.

3-есеп. Радиоактивті ыдырау реакциясы теңдеуін аяқта:

а) ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow \alpha$; ә) ${}_{93}^{239}\text{N} \rightarrow \beta^-$; б) ${}_{27}^{55}\text{Co} \rightarrow \beta^+$; в) ${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow \text{K-қосылу}$.

Шешуі. а) ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{88}^{228}\text{Ra}$; ә) ${}_{93}^{239}\text{N} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e}^- + {}_{94}^{239}\text{Pu}$; б) ${}_{27}^{55}\text{Co} \rightarrow {}_{1}^0\text{e}^+ + {}_{26}^{55}\text{Fe}$; в) ${}_{19}^{40}\text{K} + {}_{-1}^0\text{e}^- \rightarrow {}_{18}^{40}\text{Ar} + \text{h}\nu$.

31 сабақ

Атом ядросының құрылысы. Атом ядросының байланыс энергиясы.

Қайталау сұрақтары:

1. Атом ядросы дегеніміз?
2. Атом ядросының құрамы қандай?
3. Изотоптар дегеніміз?
4. Ядолық күштер дегеніміз?
5. Массалар ақауы дегеніміз?
6. Протон мен нейтронның арасында қандай айырмашылық бар?
7. Нуклондар дегеніміз?
8. Массалық сан дегеніміз не?
9. Ядроның байланыс энергиясы нені анықтайды?
10. Меншікті байланыс энергиясының мәнін түсіндіріңдер.

Ядроның байланыс энергиясы. Масса ақауы.

Ядролардың массаларын масса – спектографтар көмегімен жүргізілген дәл өлшеулер кез келген ядроның массасы оны құрайтын нуклондар массаларының қосындысынан кем екенін көрсетеді:

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

Ядроның $\Delta E_{\text{б}}$ – байланыс энергиясы деп оны құрамдас нуклондарға бөлу үшін қажетті энергияның ең аз мөлшерін айтады. Энергияның сақталу заңына сәйкес нуклондардан ядро түзілгенде ядроның байланыс энергиясына тең энергия бөлініп шығуы тиіс. Ядроның байланыс энергиясы еркін протондар мен нейтрондардың толық энергиясы мен ядроның толық энергиясының айырымына тең:

$$\Delta E_{\text{б}} = Zm_p c^2 + Nm_n c^2 - M_{\text{я}} c^2 = \Delta m c^2,$$

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

мұндағы Δm масса ақауы деп аталады.

Ядроның байланыс энергиясының ядродағы нуклондар санына қатынасымен анықталатын шаманы ядроның *меншікті байланыс* энергиясы деп атайды:

$$\varepsilon = \Delta E_b / A$$

Ядроның меншікті байланыс энергиясы барлық ядролар үшін бірдей емес.

Атом ядросындағы протондар мен нейтрондарды байланыстыратын тартылас күштерін *ядролық күштер* деп атайды. Ядролық тартылыс протондардың электростатикалық тебілісінен анағұрлым күшті болады да, үлкен ядроның байланыс энергиясын туғызады және оның орнықтылығын қамтамасыз етеді. Ядролық күштер – гравитациялық күштер. Нуклондар арасындағы өзара әсерлесу элементар бөлшектер арасындағы күшті әсерлесулердің мысалы болып табылады.

1 есеп: Магнийдің үш изотоптарының: $^{24}_{12}\text{Mg}$; $^{25}_{12}\text{Mg}$; $^{26}_{12}\text{Mg}$ ядроларының құрамына енетін нейтрондар мен протондардың санын табу керек.

2 есеп: Литий ^7_3Li изотопы ядросының байланыс энергиясын табу керек?

3 есеп: Гелий ^4_2He атомы ядросының байланыс энергиясын табу керек?

4-есеп: $^{17}_8\text{O}$ ядросының массалар ақауын және байланыс энергиясын табыңыз.

Шешуі: Ядроның массалар ақауы:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_x$$

мұндағы m_p – протон, m_n – нейтрон, M_x – ядро массасы. Олардың сандық мәндері төмендегідей:

$$m_p = 1,6724 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, M_x = 28,2282 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

$^{17}_8\text{O}$ элементіндегі массалық сан $A=17$, реттік саны $Z=8$, яғни оттегі ядросының құрамында 8 протон және $N-Z=9$ нейтрон бар.

Онда

$$\Delta m = 8 \cdot 1,6724 \cdot 10^{-27} + (17 - 8) \cdot 1,6748 \cdot 10^{-27} - 28,2282 \cdot 10^{-27} = 0,1656 \cdot 10^{-27} \approx 1,6 \cdot 10^{-28} \text{ кг}.$$

Ал, $^{17}_8\text{O}$ ядросының байланыс энергиясы:

$$E_b = [Zm_p + (A - Z)m_n - M_x] \cdot c^2 = \Delta m \cdot c^2 = 1,6 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 14,4 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}.$$

Жауабы: $\Delta m = 1,6 \cdot 10^{-28}$, $E_b = 14,4 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$.

32 сабақ

Ядролық реакциялар. Ядролық реактор. Термоядролық реакциялар.

Термоядролық реакция, термоядролық синтез - миллиондаған градус температурада жүзеге асатын ядролық бірігу реакциясы деп аталады.

Жеңіл элементтерді (сутек, гелий, литий, т. б.) жүздеген миллион градусқа дейін қыздырғанда, олардың бейтарап атомдары тұтастығын жойып, ядролар мен электрондарға ыдырайды.

Нәтижесінде оң зарядты ядролардан, теріс зарядты электрондардан тұратын ерекше орта — *жоғарғы температуралық плазма* пайда болады. Мұндай плазмада ядролар кулондық тебіліс бөгетін (барьерін) жеңе алатын кинетикалық энергияға ие болады:

$$E_k = \frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}mv^2$$

мұндағы k —Больцман тұрақтысы; T —плазманың температурасы; m және v — бөлшектің массасы мен жылдамдығы.

Температурасы жүздеген миллион градус болатын ыстық плазмадағы ядролар аса үлкен жылдамдықпен бір-біріне жақындап, ядролық күштердің әрекет аймағына енеді. Сол сәтте-ақ тегеурінді ядролық күш оларды біріктіріп, жаңа ядроны түзеді. Бұл кезде пайда болған m масса ақауы есебінен аса мол энергия босап шығады.

Жер бетінде алғаш рет термоядролық реакциялар 1950 жылдардың басында Қазақстанда (Семей полигоны) сутек бомбасын жару арқылы жүзеге асырылды. Қажетті жоғары температура атом бомбасын алдын ала жару үстінде алынды. Термоядролық бомбаның ішіне жоғары температура алу үшін атом бомбасының заряды және жеткілікті мөлшерде сутек изотоптары (мысалы, дейтерий) орналастырылады. Термоядролық жарылыста әуелі атом бомбасының заряды іске қосылады да, температура миллиондаған градусқа көтеріліп, сутек изотоптарының ядролары жаппай біріге бастайды. Осылайша лезде атом бомбасының жарылысы сутек бомбасының жарылысына ұласады. Қолдан басқарылатын термоядролық реакцияларды іске асыру зор қиындықтарға кезікті. Оларды жүзеге асыру үшін, негізінен, үш мәселені шешу керек.

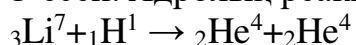
Біріншіден, сутек газын қыздыру арқылы ыстық плазманың температурасын ондаған миллион градусқа көтеру қажет.

Екіншіден, термоядролық реакцияны тұтандыру үшін ыстық плазманы суытпай, белгілі бір көлемде кем дегенде $10^{-10} \sim 10^{-2}$ с ұстап тұру қажет.

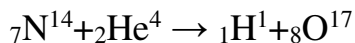
Үшіншіден, термоядролық реакция қарқынды жүріп, энергия шығыны қажетінше мол болуы үшін ыстық плазмадағы дейтерий ядроларының тығыздығы белгілі бір шамадан кем болмауы тиіс, яғни 1 м^3 көлемде 10^{22} бөлшек болуы керек.

Осы үш шарт қатарынан орындалса ғана басқарылатын термоядролық реакцияны іске асыруға болады. Алайда плазма заттың ең орнықсыз күйі болып табылады, сондықтан бұл шарттарды бір мезгілде орындау мәселесі әлі күнге шешуін таппай отыр

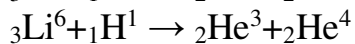
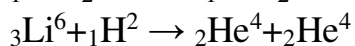
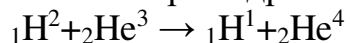
1-есеп: Ядролық реакция уақытында босап шығатын энергияны табындар?



2-есеп: Реакция уақытындағы жұтылып алынатын энергияны табу керек?



3-есеп: Термоядролық реакцияларда бөлініп шығатын энергияны табу керек?



33-34 сабақ

Тестілеу - оқушылардың жетістіктерінің деңгейін максимал әділдікпен бағалауға және осы мүмкіншіліктерді сандық түрде өрнектеуге мүмкіндік беретін жұмыс түрі.

Тест тапсырмаларын келесі түрлерге бөлуге болады:

1. *Жабық түрі:*

а) бір дұрыс жауапты (екі, үш, төрт және т.б. ішінен) таңдау мүмкіндігімен;

б) бірнеше дұрыс жауаптарды таңдау мүмкіндігімен.

2. *Ашық түрі.* Жауап қажетті орныға жазылады.

3. Көптеген элементтердің бірінің басқасына сәйкестігін орнату.

4. Іс әрекеттердің тізбегін орнату.

Тест тапсырмаларының аталған түрлеріне мысал қарастырайық:

1. Бір дұрыс жауап таңдалатын жабық тест түрі. Бұл жағдайда дұрыс таңдалған жауап 1 балл деп бағаланады.

Тапсырма. Дұрыс жауаптың дөңгелектеп белгілеңіз.

Спирттік термометрдің жұмыс істеуінің негізінде қандай физикалық құбылыс жатыр?

1. Қыздырған кезде сұйықтардың ұлғаюы.

2. Қыздырған кезде сұйықтардың булануы.

3. Қыздырған кездегі сәулелену.

4. Қыздырған кездегі сұйықтардағы конвекция.

Жауап нұсқасы көп болған сайын, ойлап табу ықтималдылығы азаяды (мысалға, егер жауап саны 4 болса, онда ойлап табу ықтималдылығы 25%).

Бірнеше дұрыс жауап таңдалатын жабық тест түрі. *Тапсырма.* Дұрыс жауаптардың барлығын дөңгелектеп белгілеңіз.

Физикалық шамаларға жатады: 1). Күш; 2). Метр; 3). Қысым; 4). Диффузия; 5). Масса; 6). Көлем.

Бұл жағдайда әрбір дұрыс таңдалған жауапты 1 балл деп бағалауға болады. Мысалға, келтірілген тапсырмада толық дұрыс орындалған жағдайда 4 балл беруге болады.

2. *Ашық түрі.* Осындай тапсырмаларды құрастыру кезінде барлық тұжырымдамаларды мүмкіндігінше қысқа етіп, яғни сынақтан өтуші мүмкіндігінше аз сөз жазатындай етіп жасау қажет және де қосылатын сөзді тапсырманың соңына қарай қойған жөн.

Тапсырма: Өзара әсерлесетін екі дене арасындағы күштер _____ жағынан тең, ал _____ жағына қарама-қарсы.

3. Көптеген элементтердің бірінің басқасына сәйкестігін орнату.

Тапсырма: Сәйкестікті орнат:

формула	Есептеуге арналған
1. q/U	A) Ток көзінің ЭҚК.-н
2. q/t	B) Электр сыймдылығын.
3. A/q	C) Ток күшін.
4. F/q	D) Электр өрісінің
5. qU	кернеулігін.
	E) Кернеуді.
	G) Электр өрісі күшінің
	жұмысын
	K) Потенциалды.
	M) Конденсатордың
	энергиясын.

Жауаптары: 1B, 2C, 3K, 4D, 5G

Оң жақ бағанадағы элементтер саны сол жақтағыдан көп болуы тиіс. Бірінші бағанадағы элементтерді мүмкіндігінше біртекті етіп таңдау қажет.

4. Іс әрекеттердің тізбегін орнатуға арналған тапсырмаларды әртүрлі әрекеттердің алгоритмін тексеру барысында қолдануға болады. Физика үшін бұл ақыл әрекетінің тізбегі болуы мүмкін.

Тапсырма. Белгілердің ішіне цифрларды қоя отырып, дұрыс тізбекті табыңыз.

Динамика есептерін шығаруда:

- Санақ жүйесін таңдау
- Ньютонның екінші заңын жазу
- Ньютонның екінші заңын скалярлық түрде жазу
- Теңдеулер жүйесін шешу
- Денеге әрекет ететін күштерді графиктік түрде кескіндеу
- Жауапқа талдау жасау
- Теңдеулер жүйесін алу
- Сұлбалық суретін жасау

Тестқа қосылған барлық тапсырмалар бір біріне тәуелсіз болуы қажет, яғни бір тапсырмаға жауап беру ықтималдылығы басқасынан тәуелді болмауы тиіс. Осы талапты қанағаттандырмайтын тапсырмалар тобыда бар. Әдетте оларды материалды алғаш рет бекіту кезінде қолдануға болады. Осындай тапсырмаларға, мысалға *тізбектік* және *тақырыптық* тапсырмалар жатады.

1. Тізбектік тапсырмалар - келесі тапсырманың дұрыс жауабы алдыңғыға тәуелді болатын тапсырмалар.

Мысал:

Егер бөлшекте:

- 1) электрондар саны протондар санына тең болса,
- 2) электрондар саны протондар санынан аз болса,
- 3) электрондар саны протондар санынан көп болса, онда бөлшек ... болып табылады:

- а) теріс ион,
- б) оң ион,
- в) бейтарап.

2. *Тақырыптық тапсырмалар* - оқытылған тақырыптың бірі бойынша білімін тексеруге арналған кез келген түрдегі тапсырмалар жиынтығы.

Мысал.

1. *Берілген температурада зат молекулаларының орташа кинетикалық энергиясы:*

- а) өзгермейді;
- б) өзгереді.

2. *Булану кезінде сұйықтан ұшып шығады:*

- а) ең баяу молекулалар;
- б) ең тез молекулалар;
- в) жылдамдығына тәуелсіз кез келген молекулалар.

3. *Сұйықты суытқан кезде оның булану қарқындылығы:*

- а) өзгермейді;
- б) артады;
- в) төмендейді.

Қорытынды

Әдістемелік құралда барлығы 5 тарау қамтылды. Барлық тарауларға қосымша теориялық шолу жасалып, есептер мен тест тапсырмалары берілді. Осы әдістемелік оқу құралы физика пәнін оқытуда мектеп бағдарламасына қосымша құрал ретінде қолданылса, оқушылар мен жоғары оқу орнына дайындалып жүрген талапкерлерге тиімділігі көп. Өйткені оқулықта материалдар жеткілікті деңгейде берілгенмен, 40 минуттық сабақта оқушылар түгел есепті шығарса да, деңгейлік тапсырмаларды орындауға уақыт жетпей жатады. Қосымша қолданбалы курс өту барысында, мұғаліммен еркін жұмыс жасап, толық түсініп шығаруларына мүмкіндік мол.

Берілген есепті график, сурет, сызба түрінде салып түсінуге арналған тапсырмаларда бар. Әр тақырыптың соңында есеп шығару үлгілері, шешімдері толық берілген есептер мен тақырыпқа байланысты тест сұрақтары орналастырылды. Бұл тест сұрақтарының шешімдерінің сатылы түрде берілуі оқушы мен талапкердің жеке бір тақырыпты жақсы түсінуіне қолайлы жағдай туғызады.

ПАЙДАЛАНУҒА ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Мұғалімдер үшін:

1. Физика-10 сынып, авторлар: Б.Кронгарт, Д.Қазақбаева, О.Имамбеков, Т.Қыстаубаев, Алматы «Мектеп», 2019
2. Физика-11 сынып, авторлар: С.Тұяқбаев, Ш.Насохова, Б.Кронгарт, Алматы «Мектеп», 2015
3. Аққошқарова Қ., Қойшыбаев Н. Физика «Теория. Есептер мен тест сұрақтары және оның шешу жолдары»
4. «Физика және Астрономия» Республикалық ғылыми-әдістемелік, педагогикалық журнал.

Оқушылар үшін:

1. А. П. Рымкевич – «Физика есептерінің жинағы», Алматы «Рауан», 1998 ж
2. Башаров Р. Б., Мәженова А. Б., Қабақанова С. Ш. – «Физикадан жазбаша жұмыстар және оларды тексеру әдістері», Алматы «Рауан», 1996 ж
3. Тұяқбаев С. Тынтаева Ш., Бақынов Ж., «Физика есептер жинағы», Алматы «Мектеп», 2006ж