**12 Дәріс. Молекулалық физика бөлімін оқыту әдістемесі**

**Жоспар**

1. Кіріспе. Молекулалық физика тарауының мазмұны.
2. Молекула-кинетикалық теория (МKT) негіздерін оқыту әдістемесі.

3. Идеал газ.

4. Газ зандарын оқыту әдістемесі.

**1. Молекулалық физика тарауының мазмұны.** "Молекулалық физика" бөлімін оқып-үйренудің үлкен білін аларлық маңызы бар. Оқушылардың негізгі мектептің 7-9 сыныптард алған бастапқы қарапайым мәліметтері (заттың құрылысы және қасиеттері, жылулық құбылыстары және т.б.) бағдарлы мектепе бөлімді оқыту кезінде қайталанады және оқушылар үшін жана мәліметтермен толықтырылады. Бұл бөлімде қарастырылатын негізі ұғымдар мен шамалар молекуланың өлшемін, жылдамдығын, массасын өлшеудегі әдістер, заттың мөлшері және мольдік масса, оның өлшем бірлігі, бөлшектің концентрациясы, бөлшектің орташа квадраттық жылдамдығы, бөлшектің орташа кинетикалық энергиясы термодинамикалық жүйе, жылулық тепе-теңдік, күй параметрлері, қысым, көлем, температура, жұмыс, жылу мөлшері, ішкі энергия. Негізінен жоғарғы сыныптағы молекулалық физика бөлімінде газдардың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуімен, термодинамикамен (жылулық құбылыстарды макроскопиялы деңгейде түсіндіретін) және төменгі сыныптарға қарағанда тереңірек газдардың, сұйықтардың және қатты денелердің қасиеттерімен танысады. Молекулалық физика бөліміндегі құбылыстар: диффузия, жылу сыйымдылық, тұтқырлық, броундық қозғалыс, жылулық теп- теңдік, заттың агрегаттық күйлерінің өзгеруі. Механика бөлімінен кейін молекулалық физика бөлімін оқудың өзінде үлкен бір мән жатыр. Өйткені бұл бөлімде оқушылар механикадағы қозғалыстан ерекше қозғалыспен танысады.

Молекулалық физика бөлімін оқытуда мұғалімнің негізгі мақсаты жылулық қозғалыстың механикалық қозғалыстан айырмашылығын түсіндіру кезінде динамика заңдарының қолдану шегін айқында жөне де оқушыларды жылулық құбылыстар мен процестерді қарастыратын статистикалық жөне термодинамикалық әдістермен таныстыру, Бұл екі өдіс бір дененің күйін әр түрлі жолмен түсіндіргендіктен бірін-бірі толықтырады. Осыған байланысты мұғалім температура, ішкі энергия, идеал газ т.б. ұғымдарды термодинамикалық және статистикалық тұрғыдан олардың мазмұнын аша білуі керек. Физиканың қазіргі бағдарламасына сәйкес "Молекулалық физика" тарауын бағдарлы мектепте оқытуға берілген сағат мөлшері 1-кестеде көрсетілген. Кестеде міндетті түрде өткізілетін зертханалық жұмыстар мен көрсетілімдер берілген.

1-кесте

**Жалпы білім беретін бағдарлы мектептегі "Молекулалық физика" бөліміндегі тақырыптар, зертханалық жүмыстар және көрсетілімдер**

|  |  |
| --- | --- |
| Жаратылыстану-математика бағдарлы мектеп | Қоғамдық-гуманитарлық бағдарлы мектеп |
| *Молекула-кинетикалық теория*  *негіздері (20 сағ)*  1. Молекулалардың массасы мен  өлшемі.  2. МКТ негізгі қағидалары.МКТ негізінде жатқан теориялар.  3.Газдың қасиеттер. Газдардың  техникада қолданылуы.  4. Идеал газ. Идеал гадың қысымы.  5. Температура және оны өлшеу тәсілдері. Абсолюттік нөл. (Максвелл  таралуы).  6. Идеал газ күйінің теңдеуі.  7. Газдардағы изопроцестер*. (Реал газдар. Ван-дер-Ваальс теңдеуі).*  8. Бақылау жұмысы.  9. Булану және конденсация.  10. Қаныққан және қанықпаған бу,  11. Салыстырмалы ылғалдылық.  12. Сұйықтың беттік қасиеттері.  13. Капиллярлық құбылыстар.  14. Кристалл және аморф денелер.  *(Қатты денелердің механикалық қасиеттері).*  15.Табиғаттағы кристалдар. Кристалдар және өмір. *(Кристалдарды алу және қолдану, Сұйық кристалдар).*  16.Тестік бақылау жұмысы.  Термодинамика негіздері (6 сағ)  1. Идеал газдың ішкі энергиясы.  2. Темодинамиканың бірінші заңы. Изопроцестерге термодинамиканың бірінші заңын қолдану. (*Адиабаттық процесс. Пуассон теңдеуі. Бұлттардың пайда болуы. Жауын-шашындар).*  3. Термодинамиканың екінші заңы және оның статикалық мағынасы. Жылулық процестердің қайтымсыз- дылығы. *(Жылу машиналарының құрылысы мен жұмыс істеу өрекеті).*  4. Жылу машиналары және табиғатты қорғау.  5. Молекулалық физика бөлімін жалпылап қайталау.  6. Бақылау жұмысы. | ***Молекула-кинетикалық теория негіздері (9 сағ)***  1. Молекулалардың массасы мен өлшемі.  2. МКТ негізгі қағидалары. Броундық  қозғалыс.  3. Идеал газ.  4. Газдардың кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі.  5. Газ заңдары. Газдардағы изо- процестер.  6. Идеал газ күйінің теңдеуі.  7. Жылу табиғаты. Жылулық тепетеңдік. Температура жылулық қозғалыстың орташа энергиясының өлшемі  ретінде.  8. Термометр түрлері. Термометрді жасаудың тарихы.  9. Бақылау жұмысы.  **Термодинамика негіздері (6 сағ)**  1. Ішкі энергия. Термодинамикалық процесс.  2. Термодинамиканың бірінші заңы.  3. Термодинамиканың екінші зақы Табиғаттағы процестердің қайтымсыздығы.  4. Жылу қозғалтқыштары. Жылу машиналары және экология.  5. Тестік бақылау жұмысы.  6. "Молекулалық физика" бөлімін жалпылап қайталау. |

**Зертханалық жұмыстар**

|  |  |
| --- | --- |
| Изопроцестерді зерделеу.  1.Заттардың меншікті жылу сыйымдылығын өлшеу.  2. Газдың қысымын өлшеу.  3. Беттік керілу коэффициентін анықтау. | 1.Металдың жылу сыйымдылығын анықтау. |

**Көрсетілімдер**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Денелердің ішкі энергиясының жұмыс істеу және жылу берілу кезіндегі  өзгеруі.  2. Газ заңдары.  3.Сұйықтардың қайнау температурасының тұрақтылығы.  4. Судың төменгі қысымда қайнауы.  5. Ауаның ылғалдылығын өлшеу.  6. Кристалдар.  7. Сүйықтардағы беттік керілу. Сабын көпіршіктері.  8. Кристалл денелердің балқуы және қатаюы.  9. Адиабаттық ұлғаю және сығылу кезіндегі ауаның температурасын  өлшеу.  10. Карбюраторлық қозғалтқыш моделі.  11. Гигрометр. | 2. Броундық қозғалыстың механикалық моделі.  3. Диффузияны бақылау.  4. Судың төменгі қысымда қайнауы.  5. Газ заңдары. |

1. **Молекула-кинетикалық теория (МКТ) негіздерін оқыту әдістемесі.** Оқушылардың 7-9 сыныптағы физика және 8-9 сыныптағы химия курсынан алған білімдерін негізге ала отырып МКТ негіздерін оқытуды заттың құрылысынан бастаған дұрыс. Окушылар молекула және атомның құрылысы, элементар бөлшектер (протон, нейтрон, электрон және т.б.) жөніндегі алғашқы мағлұматтарына сүйене отырып, зат дегеніміз бөлшектерден тұратының және ол материяның бір түрі екенін анықтаймыз. Оқушыларға молекула, атом, ион, атом ядросы, элементар бөлшектер (протон, нейтрон, электрон және т.б.) заттың әр түрлі құрылымдық формасы екенін түсіндіру керек. Өйткені көптеген оқушылар зат дегеніміз тек молекуладан ғана құралады деп есептейді, бірақ бұл қате.

Зат құрылысының МКТ негізі ретінде әрқайсысы тәжірибе жүзінде дәлелденген үш қағида алынады: 1) зат ұсақ бөлшектерден тұрады; 2) бұл бөлшектер бір-бірімен өзара әсерлеседі; 3) бөлшектер үнемі қозғалыста болады.

XIX ғасырдың аяғында көптеген ғалымдар молекула мен атомның нақты бар екеніне күмән келтіреді. Мысалы, Людвиг Оствальд былай дейді: "Атом мен молекула тек кітапхана шаңдарында ғана болады".

Бөлшектердің екі түрін молекула (корпускула) мен атом (элемент) анықтаған алғашқы ғалым М.В.Ломоносов (1711-1765ж.) екенін окушылардың есіне түсіріп айта кеткен жөн. Оның болжамы бойынша корпускула біртекті және әртекті болып бөлінеді. Және де М.В.Ломоносов жылуды затты құрап тұрған бөлшектердің айнымалы қозғалысы ретінде қарастырады.

МКТ негіздері тақырыбындағы негізгі ұғым молекула ұғымы оны оқушылардың түсінуінің қиындығы сонда бұл бар нәрсе, бірақ оны қарапайым түрде бақылауға болмайды. Сондықтан да мұғалім окушыларға бар екенін, оны танып білуге болатынын дәлелдеп шығуы тиіс.

Негізінен молекулалардың бар болуының шыңдығына көз жеткізу үшін олардың өлшемдерін анықтайтын және олардың қозғалыста болатынын дәлелдейтін классикалық тәжірибелерге көбірек көңіл бөліп оқытқан жөн.

1) Молекулалардың өлшемін ең алғаш рет Рэллейдің жасаған тәжірибесінен көруге болады: Мүнда үлкен ыдысқа қүйылған зәйтүн майының жайылуын қарастырып молекуланың диаметрі анықталады

V = dS => d = d = 1,7\*10^-7 см

2) Молекулалардың массасын француз ғалымы Ж.Пэрреннің (187) -1943 ж.) жасаған тәжірибесінен анықтауға болады (суда шайыр тамшысы ауадағы молекулар сияқты қозғалыста болады). Перрен 0. 0001 см эмульсия қабатындағы шайыр тамшыларының санын микроскоп арқылы санаған h = 3\*10^-5 м биіктікте ыдыс түбімен салыстырғанда тамшылар саны екі есеге азайған. Осы зандылықты ауадағы оттегі молекулаларына қолданып, оттегі молекуласының массасын анықтады.

==>m=

Мұнда М =8, 5\*10^-18 кг шайырдың бір тамшысының массасы. H = 5 км атмосфераның биіктігі. Шамалардың мәндерінде оттегі молекуласының массасы т = 5,1\*10^-26 кг екендігін есептеп тапқан.

Қазіргі кезде молекуланың массасы өте дәлдікпен анықталған. кг, сутегі. Мысалы, оттегі молекуласының массасы 5,31\*10^-26 молекуласының массасы 3,3\*10^-26 кг.

3) Молекуланың жылдамдығын Штерн 1920 жылы анықтаған. Молекула 1 секундта 500 метр жер жүреді. Штерн тәжірибесінің үлгісін "Айналмалы диск" арқылы көрсетуге болады.

4) Зат мөлшері ұғымдары енгізіліп, формуласы беріледі.V=; және ;μ-мольдік масса, БХБЖ зат мөлшері мольмен өрнектеледі. Бір моль бүл массасы 0,012 кг көміртегіндегі қанша атом болса, сонша молекуласы немесе атомы бар заттың мөлшері. Кез келген заттың 1 моліндегі атомдар, иондар немесе молекулаларсаны бірдей. Бір молдегі атомдар саны деп белгілейді және оны итальян ғалымы (XIX ғасыр) құрметіне *Авагадро тұрақтысы* деп аталады және = 6,02\*10^23 моль^-1 тең.

5) Заттың молдік массасы деп бір мольдің мөлшерінде алынған заттың массасын айтамыз. Ал .-заттың массасы. Мольдік масса былай анықталады:μ = 10^-3 кг/моль,мұндағы -заттың салыстырмалы массасы. Заттағы молекулалар саны мына формулаларымен анықталады

Молекулалардың қозғалыста болатынын Броунның (ағылшын ботанигі) бақылауларын айта отырып түсіндіру керек. Ол кезде Броундық қозғалысқа дүрыс түсініктеме берілмеген еді, тек 80 жылдан кейін А.Эйнштейн (1905 ж.) және М. Смолуховский (1909 ж.) теория жүзінде түсіндірді, ал Ж. Перрен эксперимент жүзінде дәлелдеп берді.

Броундық қозғалысты бақылаудан шығатын қорытындылар:

a) қалқыған броундық бөлшектердің қозғалысы молекулалардың

соқтығысқанынан пайда болады;

ә) броундық бөлшектердің қозғалысы үздіксіз және бейберекет

қозғалыста болады, ол сол заттың қасиеттеріне тәуелді;

б) қалқыған бөлшектердің броундық қозғалысы молекулалардың

қозғалысын көрсетеді;

b) бөлшектердің броундық қозғалысы молекулалардың бар екенін, олардың үнемі бей-берекет қозғалыста болатынын дәлелдейді.

Қазіргі кезде молекулалардың бар екеніне ешкім күдік тудырмайды. Техниканың өсіп жетілуіне байланысты, электрондық микроскоптар ірі молекулаларды бақылауға мүмкіндік туғызды

**3. Идеал газ.** 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 әсерлеспейтін, соқтығысқан кезде абсолют серпімді соқтығыс болатын газды айтады. Газ молекулаларының арасында жылулық тепе-теңдік орнағанда ғана идеал газ деп айтуға болатынын окушыларға 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.

2-кесте

**"Идеал газ" үғымын қалыптастыруға арналған жалпы жоспар**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.Нысанның жалпы сипаттамасы. | Молекулалар арасындағы өзара әсер өлшеусіз өте аз және молекулалардың кинетикалық энергиясы өзара әсерлесудің потенциалдық энергиясынан әлдеқайда көп болатын газ. |
| 2.Қандай басқа нысаналарға кіреді | Ауасы сиретілген барлық физикалық құралдарга кіреді. |
| 3.Қандай нысаналардан тұрады | Бір-бірінен тұрады  алшақ орналасқан молекулалар немесе атомдардан тұрады. |
| 4.Пайда болу шарттары | Нақты газды сирету арқылы аламыз. |
| 5. Нысананың физикалық қасиеттері | 1. Сиретілген газды идеал газ ретінде тек жылулық тепе-теңдік болғанда ғана қарастыруга болады.  2. Идеал газ ретінде аз қысымдағы, қалыпты температурадағы газды алуға болады. |
| 6.Сапалық сипаттамалары | 1. Идеал газ молекулалары немесе атомдары бір-бірінен алшақ орналасады.  2. Идеал газдың молекулалары немесе атомдары өзара өсерлеспейді.  3. Олар соқтығысқан кезде деформацияланбайды. |
| 7.Үлгі | Газ бей-берекет қозғалыста болатын материялык нүктелерден тұрады, соқтығысқан кезде серпімді шаралар сияқты әсерлеседі. |
| 8.Нысананы сипаттайтын негізгі теңдеулер | ; |
| 9.Оның мүмкін күйлері | T=*const* және PV=*const*  P=*const* болғанда =*const*  V=*const* болғанда |
| 10.Онымен өтетін құбылыстар | Изопроцестер: изотермдік, изобарлық, изохорлық. |
| 11.Практикада қолданылуы | 1. Реал газдардағы өтетін әр түрлі процестерді және оның макро-микро параметрлерін өзара байланыстыру үшін идеал газ қолданылады.  2. Ішінен ауасы сорылған физикалық құралдарда пайдаланылады. |

**4. Газ заңдарын оқыту әдістемесі.** *Газ заңдарын оқыту әдістерінің*

*ерекшеліктері*. Газ заңдарын оқытуда *индуктивтік* және *дедуктивтік* әдістерді қолдануға болады.

*Индуктивтік* әдісте бірінші газ заңдары оқытылып, күйінің теңдеуі газ заңдарының негізінде қорытылып шығарылады. Мүнда газ заңдарын оқытуды олардың ашылуына байланысты бірінші Бойль-Мариот заңынан бастайды.

Газ зандарын оқытуда мынандай жоспарды ұсынуға болады:

1) процестің анықтамасы; 2) процестің орындалу шарты;

3) формуласы жөне заңның тұжырымдамасы; 4) процестің графиктік бейнеленуі; 5) заңның тәжірибе жүзінде тексерілуі; 6) заңдылықты МКТ тұрғысынан түсіндіру; 7) заңның қолданылу шегі.

Мысалға изотермдік процесті қарастырайық. (Термос жылу деген грек сөзі).

1) *Температура тұрақты болғанда термодинамикалық жүйе өзгеру процесін изоттермиялық деп атайды.*

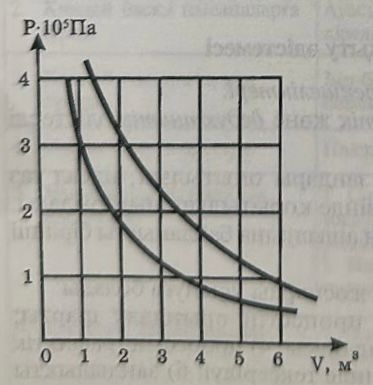
2) *Бұл заңды төжірибе жүзінде ағылшын ғалымы Бойль жөне француз галымы Мариотт ашты (1662 ж). Бойль-Мариот заңы кез келген газдар үшін, сондай-ақ газдар қоспасы үшін де (мысалы, ауа үшін де) дұрыс. Тек атмосфералық қысымнан бірнеше мың есе жоғары қысымдарда ғана бұл заңнан ауытқу елеулі түрде байқалады.*

3) *Егер газдың температурасы өзгермесе, онда оның берілген массасы үшін газ қысымының оның көлеміне көбейтіндісі тұрақты болады.*

T=const 1) PV=const 2) 3)

*4) Тұрақты температурада газ қысымының көлемге тәуелділігі график түрінде изотерм деп аталатын қисық сызық арқылы кескінделеді. Газдың изотермі қысым мен көлемнің арасындагы кері пропорционал тәуелділіктікті өрнектейді. Қисық сызықтың мұндай түрі гипербола деп атайды (21-сурет).*

5) Монометрмен қосылған герметикалық кеңірдекті приборды пайдаланып Бойль-Мариотт заңын тәжірибе жүзінде тексеруге болады.

6) Бойль-Мариотт заңын МКТ тұрғысынан түсіндіру: газдың қысымы ыдыс қабырғаларына соғылатын молекулалар санына байланысты, ал соқтығысу саны газ концентрациясына тәуелді . Ыдыстағы газдың көлемі үлкен болғанда концентрациясы аз болады, көлемі азайған сайын, ыдыстағы молекулалардың концентрациясы көбейеді, олай болса қысым артады.

7) Бойль-Мариотт заңы көлем мен қысымды баяу өзгерткенде ғана дұрыс, әрі газдың массасы тұрақты және химиялық құрамы өзгермеген жағдайда орындалады.

Ал *дедуктивтік әдісте* газ заңдары идеал газ күйі теңдеуінің салдары ретінде қарастырылады.

Менделеев-Клапейрон теңдеуін қорытып шығару үшін газ қысымын оның температурасымен байланыстыратын тендеуді аламыз.

(1)

Мұндағы n-газ молекулаларының концентрациясы;ол .

Ал N-молекулалар саны теңдеуімен анықталады.Мұндағы m-газ массасы, μ-мольдік масса, -Авагадро тұрақтысы сонымен Осы мәнді (1) теңдеуге қойсақ Авагадро тұрақтысы -Больцман тұрақтысының көбейтіндісін R-униыерсал газ тұрақтысы деп атайды.

=8,31 Дж

(2)

Бұл теңдеуде газдың тегіне тәуелді шама μ. (2)-теңдеуден кез келген екі күйдегі идеал газдың қысымы, көлемі және температурасы арасындағы байланыс келіп шығады.

және

Осы теңдеулердің оң бөліктері бірдей. Демек олардың сол бөліктері де тең болуға тиіс.

Бұл күй тендеуі немесе Клапейрон теңдеуі деп аталады және де газдың екі күйін сипаттайды.

(2) теңдеудегі күй теңдеуін бірінші рет ұлы орыс ғалымы Д.М.Менделеев алған. Газдың бір күйін сипаттайды.

***Изопроцестер немесе газ заңдары***. Параметрлердің біреуінің мән өзгермей қалған кезде өтетін процестер *изопроцестер* деп аталады. "Изос" грек сөзі "тең" деген мағынаны білдіреді.

***Изобарлық процесс.*** Қысым тұрақты болғанда, термодинамикалык жүйе күйінің өзгеру процесі *изобарлық* деп аталады. Грек сөзінен алынған "Барос" - ауырлық, салмақ. *Егер газ қысымы өзгермесе, берілген массалы газ үшін көлемнің температураға қатысы тұрақты болады.* Бұл газ заңын эксперименттік түрде 1802 жылы Гей-Люссак (француз ғалымы) тағайындаған.

Күй теңдеуінeн:P=*const* болғанда 1) 2)

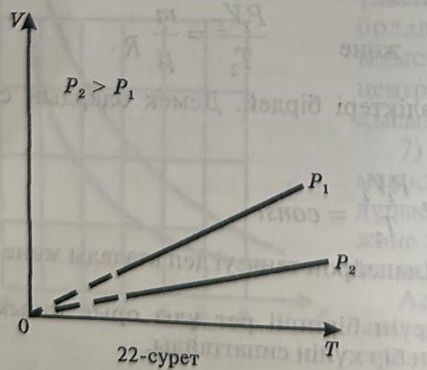
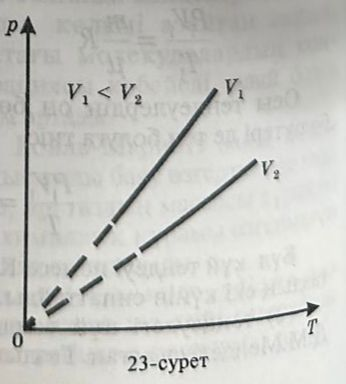
3) графигі *изобар* деп аталады (22-сурет).

Әр түрлі қысымға әр түрлі изобара сәйкес келеді. Тұрақты температурада қысым артқан сайын газдың көлемі кішірейеді.

Төменгі температурада идеал газдың барлық изобаралары Т = 0 нүктесінде түйіседі, бірақ бұл нақты газдың көлемі шынында да нөлге айналатындығын білдірмейді. Барлық газдар қатты суығанда сұйыққа айналады, ал күй теңдеуі сұйықтарға қолданылмайды.

**Изохорлық процесс**. (Грек сөзінен алынған хорема іштілігі, сыйымдылығы). *Көлем тұрақты болғанда термодинамикалық жүйе күйінің өзгеру процесі изохоралық деп аталады*. Күй теңдеуінен

V = *const* болғанда

1) 2) 3)

Егер газ көлемі газдың берілген массасы үшін қысымның температураға қатысы тұрақты болады. Бұл газ заңын 1787 жылы француз физигі Ж. Шарль ашқан. Бұл тәуелділік график түрінде изохор деп аталады (23-сурет).

Сабақтың соңында мынандай кестені толтыру арқылы тақырыпты қорытындылап, оқушылардың білімдерін белгілі жүйеге келтірген жөн.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Процесс | Тұрақты параметрлер | Айналмалы параметрлер | Заң | Формула | График |
| 1.Изотермдік | *T,m,μ* | *P,V* | Бойль-Мариотт | PV=*const* |  |
| 2.Изобарлық | *P,m,μ* | *T,V* | Гей-Люссак | =*const* |  |
| 3.Изохорлық | P,m,μ | *P,T* | Ж.Шарль | =*const* |  |

**Дәрісті бекіту сұрақтары**

**Әдебиеттер:**

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

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

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

4. Научные основы школьного курса физики / Под ред. С.Я. Шамаша, Э.Е. Эвенчик. М.: Педагогика, 1985.

5. Бергер Н.М. Изучение тепловых явлений в курсе физики средней школы. М.: Просвещение, 1981.

6. МПФ в средней школе. Молекулярная физика. Электродинамика / Под ред. С.Я.Шамаша. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1987.

7. Свитков Л.П. Термодинамика и молекулярная физика. Факультативный курс, М.: Просвещение, 1986.

8. Бағдарламалар. "Физика және астрономия". Алматы: 2000, 31- 52 бб. М. Молекулалық физика.

**Студенттердің өзіндік жұмысына тапсырма:**

1. Жылу құбылыстарын оқып-үйренудегі "Статистикалық және термодинамикалы әдістер" тақырыбына реферат жазып келу.

2. "МКТ-ның негізгі теңдеуі" тақырыбы бойынша семинар сабағына дайындалып келу.