|  |  |
| --- | --- |
| **Тема:** | Рівняння стану ідеального газу. |
| **Мета заняття:** | Вивести і пояснити залежність між макроскопічними параметрами (Р,V,Т), що характеризують стан газу. Формувати в студентів правильне розуміння природних теплових явищ і внутрішньої будови речовини. Розвивати в студентів логіку мислення при розв’язуванні задач. |
| **Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** |
| Опорні конспекти, проектор, ПК |
|  |

 Час – 80 хвилин

План проведення лекції

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Структура лекції | Відведений час | Методичні вказівки |
| 1 Організаційна частина | 5хв | Привітання, визначення присутності студентів на занятті. |
| 2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів  | 5хв7хв3 хв | * Перевірка домашнього завдання;
* Комбіноване опитування:

1.Назвіть основні положення МКТ;2. Що називають молекулою?3. Які ви знаєте докази існування молекул?4. Що називають атомною масою?5. Що називають молекулярною масою?6. Що таке моль речовини?7. Поясніть що таке ідеальний газ.8. Які значення мають нормальні умови?* Виконання відкритого тесту;
* Оголошення теми заняття;
* Формування мети заняття;
* Оголошення обговорення питань.
 |
| 3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції) | 50 хв | 1. **Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона)**
2. Квазістатичний процес
3. Рішення задач
 |
| 4 Заключна частина  Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми) | 10 хв | * Узагальнення вивченого матеріалу;
* Оцінювання роботи студентів на занятті.

Домашнє завдання: [1] § 45, 46Дати пояснення на продемонстрований дослід |

Література:

1 Сиротюк, В.Д. Фізика підручник для 10 кл. загальноосвітніх навч. закл. [Текст]: (рівень стандарту) / В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий; - К.: Освіта, 2010. – 303 с.

2 Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різнорівневі самостійні та контрольні роботи. [Текст] – Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

**Питання, які виносяться на відкритий тест**

|  |  |
| --- | --- |
| **Питання**  | **Відповідь** |
| 1 | За якою формулою можна визначити масу однієї молекули? | $$m\_{0}=\frac{M}{N\_{A}}$$ |
| 2 | Вкажіть формулу за якою визначають кількість речовини | $$ν=\frac{m}{M}$$ |
| 3 | Запишіть основне рівняння МКТ | $$p=\frac{2}{3}n\overbar{E}\_{k}$$ |
| 4 | Формула для визначення середньої кінетичної енергії руху молекул? | $$\overbar{E}\_{k}=\frac{3}{2}kT$$ |
| 5 | За якою формулою визначається концентрація молекул? | $$n=\frac{N}{V}$$ |
| 6 | Як визначити число молекул в речовині. Формула? | $$N=ν\*N\_{A}$$ |
| 7 | За якою формулою визначається універсальна газова стала? | $$R=N\_{A}\*κ$$ |
| 8 | Як позначається маса? В яких одиницях вимірюється? | m | кг |
| 9 | Як позначається маса однієї молекули (атома)? Одиниці вимірювання? | m0 | а.о.м. |
| 10 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання молярної маси | M | кг/моль |
| 11 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання числа молекул в тілі | N |  |
| 12 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання числа Авогадро | NA | моль-1 |
| 13 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання кількості речовини | $$ν$$ | моль |
| 14 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання концентрації молекул | n | м-3 |
| 15 | Яке числове значення має універсальна газова стала? Одиниця вимірювання | 8.31 | $$\frac{Дж}{К\*моль}$$ |
| 16 | Запишіть числове значення та одиницю вимірювання сталої Больцмана | 1.38\*10-23 | Дж/К |
| 17 | Запишіть числове значення та одиницю вимірювання сталої Авогадро | 6.02\*1023 | моль-1 |
| 18 | Чому дорівнює 1 а.о.м. | 1.66\*10-27 | кг |

|  |
| --- |
| **Варіант 1** |
| № | Питання | Відповідь |
| 1 | Як позначається маса? В яких одиницях вимірюється? |  |  |
| 2 | Вкажіть формулу за якою визначають кількість речовини |  |  |
| 3 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання молярної маси |  |  |
| 4 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання числа Авогадро |  |  |
| 5 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання концентрації молекул |  |  |
| 6 | Запишіть числове значення та одиницю вимірювання сталої Больцмана |  |  |
| 7 | За якою формулою можна визначити масу однієї молекули? |  |  |
| 8 | Вкажіть формулу за якою визначають кількість речовини |  |  |
| 9 | Формула для визначення середньої кінетичної енергії руху молекул? |  |  |

|  |
| --- |
| **Варіант2** |
| № | Питання | Відповідь |
| 1 | Як позначається маса однієї молекули (атома)? Одиниці вимірювання? |  |  |
| 2 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання числа молекул в тілі |  |  |
| 3 | Вкажіть позначення та одиницю вимірювання кількості речовини |  |  |
| 4 | Яке числове значення має універсальна газова стала? Одиниця вимірювання |  |  |
| 5 | Запишіть числове значення та одиницю вимірювання сталої Авогадро |  |  |
| 6 | Чому дорівнює 1 а.о.м. |  |  |
| 7 | За якою формулою визначається концентрація молекул? |  |  |
| 8 | Як визначити число молекул в речовині. Формула? |  |  |
| 9 | За якою формулою визначається універсальна газова стала? |  |  |

**Критерії оцінювання відкритого тесту**

 Тестування проводиться з теми «Властивості газів, рідин, твердих тіл» змістового модуля «Молекулярна фізика і термодинаміка». Завдання розроблені у вигляді відкритого тесту. Тест складається з 9-ти відкритих питань, на які потрібно дати коротку чітку відповідь. Завдання розраховане на 5 хв.

 Питання з 1 до 6 оцінюються в один бал.

 Питання з 7 по 9 оцінюються в 2 бали.

 В сумі за усі правильні відповіді студент отримує максимальну оцінку 12 балів.

Навчальні матеріали лекції

ВСТУП

Ми з вами вивчаємо МКТ, основна її задача знайти зв'язок між макроскопічними параметрами стану і мікроскопічними.

 Для прикладу макроскопічні параметри це об’єм, температура, тиск.

 Мікроскопічні це кінетична енергія хаотичного руху молекул, число молекул в одиниці об’єму (концентрація) і т.д..

 Згадаємо те, що ми уже знаємо: у нас є основне рівняння МКТ ідеального газу.

**1 НАВЧАЛЬНЕ ПИТАННЯ: Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона)**

Для ідеального газу такий макроскопічний параметр, як тиск пов'язаний з двома іншими мікроскопічними параметрами 2/3 концентрації на кінетичну енергію поступального руху $p=\frac{2}{3}n\overbar{E}\_{k}$ (1)

З іншого боку у нас з’явилось ще одне співвідношення між макро та мікро світом, це середня кінетична енергія $\overbar{E}\_{k}=\frac{3}{2}kT$ (2)

З’єднуємо формули (1) та (2)

$p=nkT$ (3)

Ця формула вам вже відома, але подивіться на неї іншими очима, вона поєднує в собі вже 2 макроскопічні параметри p і T.

А які характеристики легше вимірювати мікро чи макропараметри? Було б не погано виразити концентрацію числа молекул в одиниці об’єму n через макропараметри. Тоді у нас буде чудове рівняння, яке пов’язує між собою макроскопічні параметри, які ми можемо легко виміряти на досліді.

Що таке концентрація, це число молекул на об’єм $n=\frac{N}{V}$ (4)

Число молекул ми з вами уміємо розраховувати. Для цього ми кількість речовини множимо на число Авогадро

$N=ν\*N\_{A}$ (5)

А кількість речовини легко виразити через масу та молярну масу речовини
 $ν=\frac{m}{M}$ (6)

Тоді при оберненій підстановці ми отримуємо $N=\frac{m}{M}N\_{A}$ (7)– це добре відома нам формула.

Тоді концентрація молекул, формула (4) запишеться у вигляді:

$n=\frac{mN\_{A}}{MV}$ (8)

І робимо останній крок підставляємо концентрацію молекул, формулу (8) у формулу (3) $p=nkT$ і отримуємо

$p=\frac{mN\_{A}}{MV}\*κT$ (9)

Подивіться уважно, нам зустрівся знайомий вираз $N\_{A}\*κ=R$ **Це робота, яку виконує один моль ідеального газу під час зміни його температури на 1 К при постійному тиску.**

Ми вже знаємо, що воно називається універсальна газова стала R=8,31 [Дж/моль\*К]

Вліво перенесемо об’єм, тому що так традиційно записується вираз

$PV=\frac{m}{M}RT$ ***– рівняння Клапейрона-Менделєєва (10)***

До цього рівняння входять усі макропараметри і воно носить назву рівняння стану ідеального газу.

Іноді ми пишемо у скороченій формі

$PV=νRT$ (10′)

Ми отримали рівняння, яке об’єднує в собі три макропараметри.

Щоб закріпити щойно вивчений матеріал, вирішимо декілька задач.

**РІШЕННЯ ЗАДАЧ**

1. У балоні місткістю 25 л знаходиться суміш газів, що складається з аргону масою 20 г і гелію масою 2 г, при температурі 301 К. Знайти тиск суміші газів на стіни посудини.
2. Знайти масу природного горючого газу об’ємом 64 м3, вважаючи, що об’єм вказаний за нормальних умов. Молярну масу природного горючого газу вважати рівною молярній масі метану (СН4).

**2 НАВЧАЛЬНЕ ПИТАННЯ: Квазістатичний процес**

 Дуже часто бувають випадки у задачах, коли маса газу залишається сталою. Але змінюється тиск, температура та об’єм. Значить змінюється стан.

**Означення:** Будь яка зміна стану системи, називається процесом.

Усякий процес, тобто перехід системи з одного стану в інше пов’язано з порушенням рівноваги системи. Однак нескінченно повільний процес буде складатися з послідовності рівноважних станів. Такий **процес називається рівноважним**. При досить повільному протіканні реальні процеси можуть наближатися до рівноважного. Рівноважний процес є оборотним, тобто система переходить зі стану 1 у стан 2 і назад 2 - 1, проходячи через ті самі проміжні стани. Процес, при якому система, пройшовши ряд проміжних станів, вертається у початковий стан, називається **круговим процесом або циклом**: процес 1-2-3-4-1 на рисунку. Зв'язок між параметрами стану називається **рівнянням стану**.

 Процес це не проста річ. Уявіть собі, що у вас є поршень який закриває циліндр і він почав рухатись вниз з якось швидкістю υ.

 Відстань між молекулами біля поршня зменшилась, тиск збільшився, але знизу ще нічого не змінилось.

 Зверху збільшилось, внизу без змін. Ця хвиля підвищення тиску розповсюджується зі швидкістю звуку, позначимо цю швидкість літерою с. Потім ось ця хвиля звуку з часом опуститься донизу, відіб’ється від дна та знову підніметься і так декілька раз. У результаті що ми отримуємо, те що в різних точках посудини тиск різний, температура різна. Чи можемо ми у такому випадку говорити про стан теплової рівноваги, на жаль ні.

 Якщо не можемо, то формула Клапейрона Менделєєва вже не працює. Але ситуація насправді не настільки фатальна. Що якщо поршень рухається настільки повільно, що звукова поки пройде туди сюди, поршень помітно не зрушиться, а ось коли поршень зрушиться помітно, то хвиля від багаторазового відлунювання затухне, тобто час руху поршню набагато довший ніж час розповсюдження хвилі в циліндрі з газом. Тоді можна вважати, що порушення теплової рівноваги нікчемно мала. Вважатимемо, що ми маємо справу з процесом де в будь який момент часу система знаходиться в стані теплової рівноваги.

 **Процес в ході якого система постійно знаходиться в стані теплової рівноваги називається квазістатичним процесом.**

Таких процесів в природі не існує – це модель. Але і ідеального газу не існує – це також модель, яка чудово працює.

 Розглянемо ще одну форму запису рівняння Клапейрона-Менделєєва для ситуацій, яка дуже часто зустрічається, а саме коли ми маємо справу з одним і тим самим газом і з однією і тією ж масою.

m=const

M=const

R також стала величина

PV=constV (11)

Перепишемо $\frac{PV}{T}=const$ (11′)

Тобто якщо ми маємо діло з квазістатичним процесом в ідеальному газі маса якого стала, то ця комбінація PVT залишається незмінною.

 Частіше за все нас цікавить не весь процес, а його початкова і кінцева стадії. Тоді перепишемо це співвідношення.

$\frac{P\_{1}V\_{1}}{T\_{1}}=\frac{P\_{2}V\_{2}}{T\_{2}}$ – універсальний газовий закон (12)

**РІШЕННЯ ЗАДАЧ**

1. Початковий об’єм газу становить 60 л. Визначте, яким стане об’єм цієї маси газу якщо абсолютна температура підвищиться від 300 К до 450 К, а тиск зменшиться в 2 рази. (із ЗНО 2009 р.)
2. Об’єм газу за тиском 7.2\*105 Па і температурі 288 К дорівнює 0.6 м3. При якій температурі та ж маса газу займе об’єм 1.6 м3, якщо тиск буде дорівнювати 2.25\*105 Па?

Висновки

Рівняння стану ідеального газу (іноді рівняння Клапейрона або рівняння Менделєєва - Клапейрона) - формула, що встановлює залежність між тиском, молярним об'ємом і абсолютною температурою ідеального газу.

Узагальнюючі питання з вивченого матеріалу:

1. Що таке параметри стану системи? Які величини до них належать?

2. В яких одиницях вимірюються тиск, температура та об’єм в системі СІ?

3.Який процес називають квазістатичним?

4. Чому дорівнює універсальна газова стала в СІ?

5. Що демонструє універсальний газовий закон?