**Тема 10. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА ТА ТЕРМОДІНАМІКА.**

**Закон Максвелла про розподіл молекул ідеального газу за**

**Швидкостями. Число ступенів свободи молекули. Теплоємність. Адіабатичний процес.**

**Основні формули**

1. Закон Максвелла про розподіл молекул ідеального газу за

швидкостями.



****

ймовірність того, що швидкість молекул газу знаходиться в інтервалі від *v*  до *v+dv* .



Середня енергія молекул газу:



Взаємозв’язок середньоквадратичної швидкості руху молекули ідеального газу з абсолютною температурою:



Найбільш ймовірна швидкість молекул ідеального газу:



В загальному випадку середня енергія рухів молекули:

****

де  *i* - кількість ступенів вільності молекули ( *i*=3 ( одноатомна молекула) , *i* =5 ( двоатомна ), *i* =6 ( триатомна )

Внутрішня енергія ідеального газу:



Мольна теплоємність за визначенням:



Питома теплоємність за визначенням:



Мольна теплоємність при постіному обємі:



Мольна теплоємність при постіному тиску



Рівняння Майєра: 

Адіабатичний процес *( dQ=0 )* і рівняння Пуассона:



Де показник адіабати.

Ще форми рівняння Пуассона:



**Приклад 1.** Розрахувати та порівняти середню квадратичну швидкість з імовірною швидкістю молекул при температурах: 270С та - 1730С для гелію.

 

Де m , M - маса молекули газу та його молекулярна маса.

Якщо поділити перше рівняння на друге ( чи навпаки) отримаємо:



**Приклад 2.** У скільки разів кінетична енергія однієї молекули кисню при температурі 270С більша, ніж при температурі 1230С?









**Приклад 3.** Яка частина молекул азоту при 270С має швидкості в інтервалі від 50 до 60 м/с.?



**Приклад 4.** Балон містить 0,5 кг метану при температурі 270С. Визначити кінетичну енергію поступального руху молекул та внутрішню енергію газу.



Розв’язок задачі сховано в параметрі  *i.*

Якщо потрібно знайти частину енергії, що пов’язана з поступовим рухом молекул, то тоді *i*=3 (рухи за осями “X”, “Y”, “Z” )

В випадку необхідності розрахувати всю внутрішню енергію маси газу слід вважати i=6 , тощо молекула метану має 5 атомів в своєму складі.

**Приклад 5.** Розглядаючи оксид вуглецю як ідеальний газ, обчислити його питомі теплоємності.



 *i=6*



**Приклад 6.** Чому дорівнює молярна *С*v і питома *сV* теплоємності газової суміші, яку отримали з 1 моля одноатомного і 4 молів трьохатомного газу, якщо μ1=2 кг/кмоль, μ2=28 кг/кмоль.

Визначимо молярну теплоємність *Сv* газової суміші. Нехай її маса *m*, а маси окремих компонент - *m1* i *m2*. Щоб нагріти вказану суміш на *ΔТ* градусів, необхідно використати теплоту *ΔQ*:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.1 |

,

де і  - молярні теплоємності відповідних газових компонент: ; 

Через молярну теплоємність Сv газової суміші ΔQ дорівнює:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.2 |

де μ - молярна маса суміші.

Порівнюючи (6.1) та (6.1), отримуємо:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.3 |

звідки

|  |  |
| --- | --- |
| **,** | 6.4 |

де ** -** число молів суміші.

Питома теплоємність

|  |  |
| --- | --- |
|  | 6.5 |

причому тут



Тоді з (6.5)



Проведемо розрахунок



**Приклад 7.** Одноатомний ідеальний газ один раз стискується ізотермічно, а другий - адіабатично. Знайти співвідношення тисків після збільшення об’ємів у два рази.

Порівняємо параметри двох процесів: ізотермічного та адіабатичного. Використовуємо формули для цих процесів ( 1 –початок; 2- остаточний стани):

Ізотермічний 

Адіабатичний:



Ізотермічний ( тиск зменьшится в 2 рази):

 

Адіабатичний ( тиск зменьшится в ХХХХ разів):

 

**Приклад 8.** В циліндрі під поршнем знаходиться водень масою *m*=0,02 кг при температурі *Т1*=300 К. Водень спочатку розширився адіабатично, збільшивши свій об’єм в *n1*=5 разів, а потім ізотермічно стиснули так, що об’єм зменшився в *n2*=5 разів. Знайти кінцеву температуру газу.

|  |
| --- |
| ДаноP2 (Р2,V2, T2)3 (Р3,V3, T3)1 (Р1,V1, T1)V5V1V1*m=2⋅10-2 кг**Т1=300 К**n1=5**n2=5* |
| T3-?; A - ? |

**Розв’язування.** Так як при ізотермічному процесі (перехід 2→3) температура постійна, то кінцевою температурою і буде *Т2*, яку можна знайти з рівняння Пуасона (рівняння адіабати):

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

та рівняння Менделєєва-Клаперона

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

з яких отримуємо

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Для газових станів (1,2) це виглядає так:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Звідси



Так як



то

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Враховуючи, що , отримаємо

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Розрахунки шуканих параметрів виконайте самостійно та порівняйте отримані величини з типовими.

Для обговорення та самостійної роботи:

1. З балона, що містить повітря під тиском 4 ат при температурі 300С, випустили 3/4 вагової кількості повітря. Вважаючи процес адіабатичним, визначити кінцеву температуру й тиск.

2. При адіабатичному розширенні 20 г азоту, що має температуру 270С, об’єм збільшився в 10 раз. Обчислити кінцеву температуру газу та роботу розширення.

**Розв’язуйте задачі, що надано в самостійній роботі.**

**Якщо виникають питання, зв’язуйтеся зі мною за адресою.**

**Моя E-mail** **moskvinpavel56@gmail.com**