

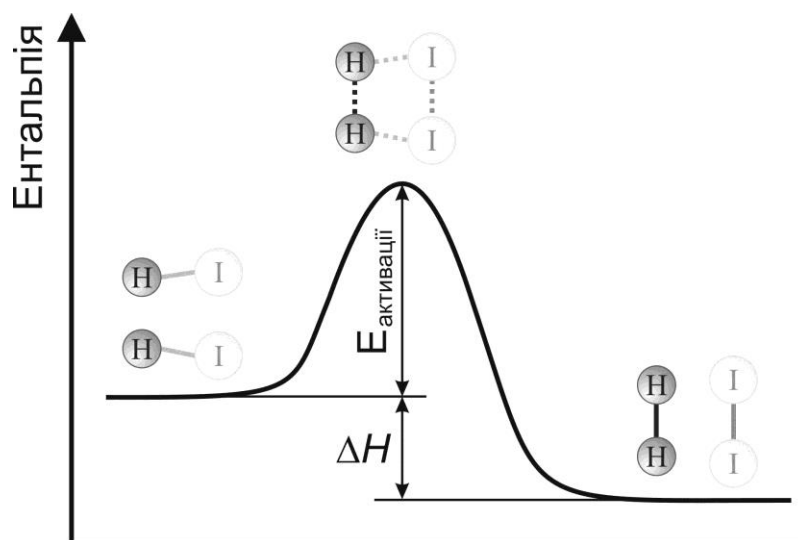
До § 18

Дізнайтеся більше

Ентальпія реакції та енергія активації

Для ілюстрації енергетичних ефектів у хімічних реакціях часто використовують енергетичні діаграми, як зображено на малюнку. На цій діаграмі завжди є максимум, що відповідає енергії активації, яку необхідно надати системі, щоб ініціювати хімічну реакцію. Так, під час розкладання йодоводню з утворенням йоду і водню ($2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$), для утворення продуктів спочатку необхідно розірвати хімічні зв'язки в молекулах йодоводню, для чого необхідно витратити енергію. Після цього утворюються нові зв'язки між атомами Гідрогену і Йоду, завдяки чому енергія виділяється. Тепловий ефект цієї реакції фактично дорівнює різниці енергії розриву хімічних зв'язків йодоводню і енергії утворення зв'язків в молекулах йоду і водню:

$$\Delta H = -2E_{\text{зв.}}(\text{HI}) + E_{\text{зв.}}(\text{H}_2) + E_{\text{зв.}}(\text{I}_2)$$

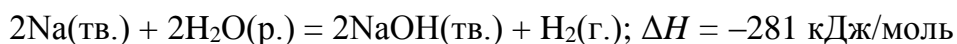


Малюнок. Енергетична діаграма реакції утворення йодоводню

Розрахунки за термохімічним рівняннями

Тепловий ефект хімічної реакції належить до тих кількостей речовини, що відповідають коефіцієнтам у рівнянні реакції. Наприклад, для реакції натрію з водою 281 кДж теплоти виділяється, якщо в реакцію вступає 2 моль натрію і 2 моль

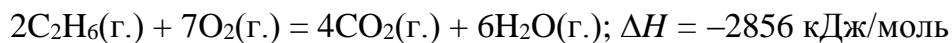
води.



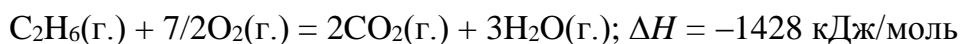
Кількість теплоти прямо пропорційна кількості речовини: якщо в цю реакцію вступає 1 моль натрію, то теплоти виділяється в 2 рази менше, а якщо 10 молей натрію — у 5 разів більше.

Під час аналізу табличних даних та умов задач, завжди необхідно уважно аналізувати дані щодо теплових ефектів, оскільки залежно від формулювання задачі, тепловий ефект може відноситися до рівнянь хоча і однієї реакції, але записаної по-різному.

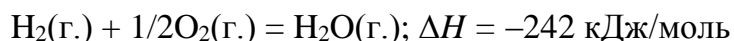
Наприклад, *тепловий ефект реакції горіння етану* 2856 кДж відноситься до реакції:



А *теплота згоряння етану* 1428 кДж відноситься до тієї самої реакції, але в якій бере участь 1 моль етану. У цьому випадку коефіцієнти в рівнянні можуть бути дробовими:



Теплота утворення води з простих речовин 242 кДж відноситься до реакції горіння водню, в якій утворюється 1 моль води:



Приклад 1. Дано термохімічне рівняння згоряння метану:



Обчисліть кількість теплоти, що виділиться під час згоряння метану кількістю 2 моль. Який об'єм метану (н. у.) потрібно спалити, щоб скип'ятити 1 л води, якщо для цього необхідно витратити 335 кДж?

Розв'язання:

Кількість теплоти прямо пропорційна кількості речовини, що вступили в реакцію. Під час згоряння 1 моль CH_4 за термохімічним рівнянням виділяється 802 кДж теплоти, а під час згоряння 2 моль CH_4 виділяється теплоти у два рази більше, тобто

$$802 \text{ кДж/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 1604 \text{ кДж}$$

Оскільки під час згоряння 1 моль, тобто 22,4 л метану, виділяється 802 кДж,

то для виділення 335 кДж необхідно:

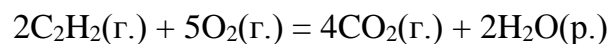
$$\frac{335 \text{ кДж}}{802 \text{ кДж/моль}} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 9,36 \text{ л}$$

Відповідь: 1602 кДж; 9,36 л.

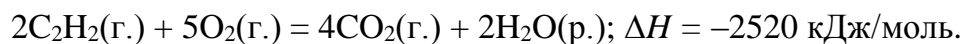
Приклад 2. Теплота згоряння ацетилену C_2H_2 за стандартних умов дорівнює 1260 кДж/моль. Складіть термохімічне рівняння горіння ацетилену і визначте кількість теплоти, що виділяється під час згоряння $1,0 \text{ м}^3$ ацетилену (н. у.).

Розв'язання:

Складемо термохімічне рівняння горіння ацетилену. Для цього спочатку зазначимо в рівнянні реакції агрегатні стани речовин (вода за стандартних умов — рідина):



Теплота згоряння завжди відноситься до 1 моль речовини, а в термохімічному рівнянні горіння має бути зазначена теплота, що відповідає кількостям речовин, визначеним коефіцієнтами в рівнянні реакції, тобто для згоряння 2 моль ацетилену ($2 \cdot 1260 = 2520$). Отже, термохімічне рівняння:



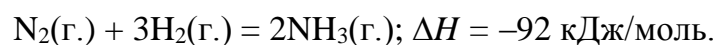
Обчислимо тепер кількість теплоти, що утворюється під час згоряння 1 м^3 ацетилену:

$$\frac{1000 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \cdot 1260 \text{ кДж/моль} = 56\,250 \text{ кДж} = 56,25 \text{ МДж}$$

Відповідь: 56,25 МДж.

Завдання для засвоєння матеріалу

1. Використовуючи термохімічне рівняння синтезу амоніаку обчисліть, скільки теплоти виділиться під час утворення амоніаку кількістю: а) 10 моль; б) 10 г; в) 10 л (н. у.) амоніаку.



2. Теплота згоряння вугілля дорівнює 393,5 кДж/моль. Запишіть термохімічне рівняння реакції. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться під час згоряння 1 кг вугілля. Який об'єм вуглекислого газу (н. у.) утвориться, якщо під час згоряння вугілля виділилося 157,4 кДж теплоти?

3. Термохімічне рівняння реакції розкладання води на прості речовини:
 $2\text{H}_2\text{O}(\text{г.}) = 2\text{H}_2(\text{г.}) + \text{O}_2(\text{г.}); \Delta H = 484 \text{ кДж/моль}$. Скільки теплоти необхідно затратити для розкладання 90 г газуватої води?

4. Теплота згоряння метану CH_4 і ацетилену C_2H_2 дорівнює відповідно 802 і 1260 кДж/моль. Теплота якого з двох газів більша під час згоряння: а) 1 кг; б) 1 м³ (н. у.) речовини?

5. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться під час згоряння 1 м³ (н. у.) природного газу, що містить 90 % метану CH_4 , 8 % етану C_2H_6 і 2 % пропану C_3H_8 (за об'ємом). Теплота згоряння метану, етану і пропану дорівнює відповідно 802, 1428 і 2045 кДж/моль.

6. Теплота згоряння фосфору 760,1 кДж/моль. Запишіть термохімічне рівняння та обчисліть кількість теплоти, що утвориться під час згоряння 55 г фосфору.

7. Обчисліть кількість теплоти, що поглинається під час взаємодії водню об'ємом 5,6 л (н. у.) з йодом, якщо тепловий ефект реакції дорівнює $\Delta H = 50,8 \text{ кДж/моль}$.

8. Під час згоряння вугілля кількістю 1 моль утворюється 393,5 кДж теплоти. Обчисліть кількість теплоти, що утворюється під час згоряння вугілля масою 700 г, якщо масова частка Карбону у вугіллі — 95 %.