

Лабораторна робота 5
ЕНЕРГЕТИКА ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

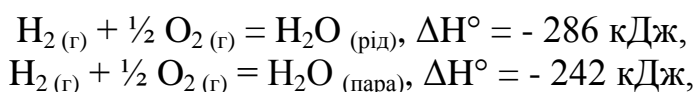
Мета роботи: навчитися визначати теплові ефекти та напрямок перебігу хімічних реакцій.

Теоретичні відомості

Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія та ентальпія. Термохімічні рівняння. Закон Гесса та його використання в термохімічних розрахунках. Теплота утворення. Розрахунок теплових ефектів за теплотами утворення. Другий закон термодинаміки. Поняття про ентропію та енергію Гіббса. Напрявленість процесів.

Контрольні запитання і задачі

1. Що називається внутрішньою енергією системи? Чи можна визначити абсолютне значення внутрішньої енергії? Чому?
2. Що таке ентальпія системи, як вона пов'язана з внутрішньою енергією та тепловим ефектом? Чому значення ΔH° найчастіше використовують у термохімічних рівняннях?
3. Сформулюйте закон Гесса, наведіть приклади, що його ілюструють.
4. Використовуючи термохімічні рівняння :



визначте ΔH° випаровування води. Відповідь мотивуйте.

5. Що називається стандартною теплотою утворення речовини, для яких речовин вона приймається рівною нулю? Використання теплот утворення в термохімічних розрахунках.

6. Складіть термохімічне рівняння горіння сірководню та визначте зміну ентальпії системи, якщо ΔH утворення речовин H_2S , SO_2 та H_2O дорівнюють відповідно +20, -297 і -242 кДж/моль.

7. Що таке ентропія системи, від чого вона залежить? Як та чому впливає зміна ентропії системи на спрявленість реакцій?

8. Як та чому змінюється ентропія системи при таких перетвореннях:

- а) лід \rightarrow вода; б) водяна пара \rightarrow вода; в) $\text{C}_{(\text{тв.})} + 2\text{H}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{CH}_4(\text{r})$;
г) $2\text{O}_{3(\text{r})} \rightarrow 3 \text{O}_{2(\text{r})}$; д) $\text{Fe}_{(\text{тв.})} + 1/2 \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{FeO}_{(\text{тв.})}$;
е) $\text{H}_{2(\text{r})} + 1/2 \text{O}_{2(\text{r})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$.

9. Як впливає зміна ентальпії (ΔH) та зміна ентропії (ΔS) системи на спрявленість процесу, чому? Що таке енергія Гіббса, як вона змінюється під час перебігу самочинних процесів?

10. Використовуючи наведені нижче довідкові дані, розрахуйте для вказаних реакцій тепловий ефект та зміну ентропії. Як впливають ентальпійний та ентропійний фактори на спрявленість заданої реакції? Зробіть висновок чи є оборотною ця реакція. Розрахуйте зміну енергії Гіббса

за стандартних умов. В якому напрямку протікає реакція: за стандартних умов; за низьких температур; за високих температур?

- а) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)}$;
 б) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} = 2H_2O_{(г)}$;
 в) $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} = 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(г)}$.

Речовина	$H_{2(g)}$	$N_{2(g)}$	$O_{2(g)}$	$NH_{3(g)}$	$H_2O_{(г)}$
ΔH_f° , кДж/моль	-	-	-	- 46	- 242
S° , Дж/(моль·К)	131	192	205	192	189

Порядок виконання лабораторної роботи.

Визначення теплового ефекту реакції нейтралізації

Стандартний тепловий ефект реакції нейтралізації - це зміна ентальпії в реакції між одним молем іонів гідрогену й одним молем іонів гідроксилу з утворенням одного моля молекул води за стандартних умов.

Відповідне термохімічне рівняння реакції в іонно-молекулярній формі має вигляд:



Одержіть у викладача завдання, в якому зазначено молярну концентрацію, об'єм та густину розчину кислоти, що буде використаний в досліді. Розрахуйте кількість речовини (кислоти) в молях, що знаходиться у заданому об'ємі розчину:

$$n(\text{кислоти}) = C(\text{кислоти}) \cdot V_{p\text{-ну}}$$

За рівнянням реакції взаємодії кислоти з лугом розрахуйте, яку кількість NaOH необхідно використати для нейтралізації кислоти. Визначте, в якому об'ємі розчину лугу знаходиться необхідна кількість лугу для проведення реакції нейтралізації кислоти.

Заповніть бюретку розчином кислоти та налейте заданий об'єм розчину кислоти у внутрішній стакан калориметра. Виміряйте температуру розчину кислоти термометром та запишіть до лабораторного журналу значення температури:

$$t_1 = \dots \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Використавши мірний циліндр, відміряйте необхідний для проведення нейтралізації об'єм розчину лугу. Додайте розчин лугу у стакан з розчином кислоти, перемішайте вміст стакану термометром та зафіксуйте максимальне значення температури:

$$t_2 = \dots \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Після проведення досліді виконайте необхідні розрахунки:

Визначте, якою була зміна температури при проведенні реакції нейтралізації. $\Delta T = \Delta t = t_2 - t_1$. Розрахуйте сумарну масу двох розчинів, використавши густину кожного розчину та його об'єм:

$$m_{p\text{-ну}} = m_{\text{к.ти}} + m_{\text{лугу}} = V_{\text{к-ти}} \cdot \rho_{\text{к-ти}} + V_{\text{лугу}} \cdot \rho_{\text{лугу}}$$

Розрахуйте кількість теплоти, що виділилася під час проведеного процесу нейтралізації $Q_{\text{нейтр}}$ (кДж), прийнявши теплоємність нейтралізованого розчину такою ж, як і теплоємність води $C_{\text{H}_2\text{O}}$. Тоді

$$Q_{\text{нейтр}} = m_{\text{р-ну}} \cdot \Delta T \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}; \quad C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,18 \cdot 10^{-3} \text{ [кДж/(г} \cdot \text{К)]}.$$

Експериментальне значення стандартного теплового ефекту реакції нейтралізації $\Delta H_{\text{нейтр. експ}}^0$ розрахуйте за формулою:

$$\Delta H_{\text{нейтр. експ}}^0 = \frac{Q_{\text{нейтр}}}{n(\text{NaOH})} \quad (\text{кДж/моль})$$

Розрахуйте абсолютну (Δ , кДж/моль) та відносну (δ , %) похибки експеримента та заповніть таблиці:

$$\Delta = \left| \Delta H_{\text{нейтр. експ}}^0 - \Delta H_{\text{нейтр. теор}}^0 \right| \quad \delta = \frac{\Delta}{\left| \Delta H_{\text{нейтр. теор}}^0 \right|} \cdot 100\%$$

Вихідні дані

Розчин кислоти				Розчин лугу			
Формула кислоти	V, л	C, моль/л	ρ , г/л	Формула лугу	V, л	C, моль/л	ρ , г/л

Результати роботи

$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{р-ну}}, \text{Г}$	$\Delta H_{\text{експ}}^0$, кДж/моль	Похибка	
					Δ , кДж/моль	δ , %