

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. Напрямленисть процесів.

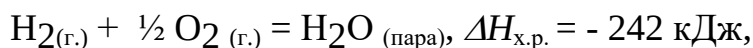
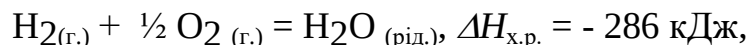
Контрольні запитання і задачі

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 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? Чи можна визначити абсолютне значення ентропії? Чому? Як та чому впливає зміна ентропії системи на напрямленість реакцій?

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

а) лід $\rightarrow$ вода;

б) водяна пара $\rightarrow$ вода;

в) $\text{C(тв.)} + 2\text{H}_2(\text{г.}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{г.})$;

г) $2\text{O}_3(\text{г.}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{г.})$;

д) $\text{Mg(тв.)} + 1/2\text{O}_2(\text{г.}) \rightarrow \text{MgO(тв.)}$; е) $\text{H}_2(\text{г.}) + 1/2\text{O}_2(\text{г.}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(г.)}$.

9. Як впливає зміна ентальпії (ΔH) та зміна ентропії (ΔS) системи на напрямленість процесу? Чому? Що таке енергія Гіббса, як вона змінюється при самочинних процесах?

10. Використовуючи дані, наведені в додатках 3 та 4, розрахуйте для вказаних реакцій тепловий ефект та зміну ентропії. Як впливають ентальпійний та ентропійний фактори на напрямленість заданої реакції? Зробіть висновок чи є оборотною ця реакція. Розрахуйте зміну енергії Гіббса:

а) $\text{N}_2(\text{г.}) + 3\text{H}_2(\text{г.}) = 2\text{NH}_3(\text{г.})$;

б) $2\text{H}_2(\text{г.}) + \text{O}_2(\text{г.}) = 2\text{H}_2\text{O(г.)}$;

в) $4\text{NH}_3(\text{г.}) + 3\text{O}_2(\text{г.}) = 2\text{N}_2(\text{г.}) + 6\text{H}_2\text{O(г.)}$.

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

Стандартні ентальпії утворення ΔH°_{298} деяких речовин кДж/моль

Речовина	ΔH°_{298} , кДж/моль	Речовина	ΔH°_{298} , кДж/моль
AgCl _(к)	-127	HBr	-36
AgNO _{3(к)}	-121	HCl _(г)	-92
Al ₂ O _{3(к)}	-1675	HI _(г)	26
As ₂ O _{5(к)}	-918	H ₂ O _(ж)	-286
BF _{3(г)}	-1110	H ₂ S _(г)	-20
SbH _{3(г)}	145	KCl _(к)	-436
CH _{4(г)}	-75	KClO _{3(к)}	-391
C ₂ H _{2(г)}	227	KI _(к)	-328
C ₂ H _{4(г)}	52	KNO _{3(к)}	-493
C ₂ H _{6(г)}	-85	MgO _(к)	-601
C ₃ H _{6(г)}	20	MnO _(к)	-385
C ₄ H _{10(г)}	-125	NO _(г)	90
CH ₃ OH _(ж)	-239	NO _{2(г)}	34
CO _{2(г)}	-394	Na ₂ O _(к)	-431
CaO _(к)	-635	Na ₂ O _{2(к)}	-511
Cl ₂ O _(г)	76	Na ₂ SO _{4(к)}	-1384
ClO _{2(г)}	105	PCl _{5(г)}	-370
CrO _{3(к)}	-595	SO _{2(г)}	-297
Cu ₂ O _(к)	-167	SO _{3(г)}	-395
Cu ₂ S _(к)	-82	SnO _(к)	-286
Fe ₂ O _{3(к)}	-821	TiO _{2(к)}	-944
FeCl _{3(к)}	-391		

Стандартні ентропії S^0_{298} деяких речовин Дж/(К·моль)

Речовина	S^0_{298} , Дж/(К·моль)	Речовина	S^0_{298} , Дж/(К·моль)
C _{графіт}	5,7	Cl ₂	223
CH ₄ (г)	186	HNO ₃ (р)	156
C ₂ H ₄ (г)	219	KCl _(к)	83
C ₂ H ₆ (г)	230	KClO ₃ (к)	148
C ₂ H ₂ (г)	200	KNO ₂ (к)	117
C ₆ H ₆ (г)	125	KNO ₃ (к)	133
CO (г)	198	N ₂ (г)	192
CO ₂ (г)	214	NH ₃ (г)	193
CH ₃ OH (р)	127	NH ₄ Cl _(к)	95
Ca (к)	42	NO (г)	210
CaO (к)	40	NO ₂ (г)	240
H ₂ (г)	131	N ₂ O (г)	220
HCl (г)	187	N ₂ O ₄ (г)	304
H ₂ O (г)	189	O ₂ (г)	205
H ₂ O (р)	70	H ₂ SO ₄ (р)	157
H ₂ O ₂ (р)	106	(NH ₄) ₂ SO ₄ (к)	220