

Лабораторна робота 5

ХІМІЧНА РІВНОВАГА

Запитання та задачі

1. Для наведених нижче реакцій запишіть вирази констант рівноваги K_C та K_P . Як ці константи зв'язані між собою? Користуючись принципом Ле-Шательє, обґрунтуйте, у якому напрямку зміститься рівновага цих реакцій при:

- почерговому додаванні до системи вказаних речовин;
- при вказаній зміні температури
- при вказаній зміні тиску.

Чи зміняться при цьому значення констант рівноваги?

В який бік спрямовують ці реакції, ентропійний та ентальпійний фактори? Як змінюється знак ΔG при підвищенні температури і як це впливає на положення рівноваги? Відповіді обґрунтуйте.

Варіант	Умови завдання
1	а) $\text{CaO}_{(т)} + \text{CO}_2_{(г)} \leftrightarrow \text{CaCO}_3_{(т)}$; $\Delta H < 0$; додавання CO_2 , CaCO_3 , підвищення температури, підвищення тиску.
	б) $2\text{H}_2\text{O}_{(г)} \leftrightarrow 2\text{H}_2_{(г)} + \text{O}_2_{(г)}$; $\Delta H < 0$; додавання H_2O , O_2 , зниження температури, зниження тиску.
2	а) $2\text{NO}_2_{(г)} \leftrightarrow 2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_2_{(г)}$; $\Delta H > 0$; додавання NO_2 , O_2 , підвищення температури, підвищення тиску.
	б) $\text{FeCl}_2_{(т)} + 2\text{HCl}_{(г)} \leftrightarrow \text{FeCl}_3_{(т)} + \text{H}_2_{(г)}$; $\Delta H < 0$; додавання FeCl_2 , H_2 , зниження температури, зниження тиску.
3	а) $2\text{CO}_{(г)} + 2\text{H}_2_{(г)} \leftrightarrow \text{CH}_4_{(г)} + \text{CO}_2_{(г)}$; $\Delta H < 0$; додавання CO_2 , CO , підвищення температури, зменшення об'єму системи.
	б) $\text{CH}_4_{(г)} \leftrightarrow \text{C}_{(т)} + 2\text{H}_2_{(г)}$; $\Delta H > 0$; додавання C , CH_4 , підвищення температури, збільшення об'єму системи.
4	а) $\text{SO}_2\text{Cl}_2_{(г)} \leftrightarrow \text{SO}_2_{(г)} + \text{Cl}_2_{(г)}$; $\Delta H > 0$; додавання SO_2 , SO_2Cl_2 , зниження температури, зниження тиску.
	б) $4\text{Fe}_3\text{O}_4_{(т)} + \text{O}_2_{(г)} \leftrightarrow 6\text{Fe}_2\text{O}_3_{(т)}$; $\Delta H < 0$; додавання O_2 , Fe_2O_3 , підвищення температури, зменшення об'єму системи.
5	а) $2\text{HI}_{(г)} \leftrightarrow \text{H}_2_{(г)} + \text{I}_2_{(г)}$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , HI , підвищення температури, зменшення об'єму системи.
	б) $2\text{Mn}_2\text{O}_3_{(т)} + \text{O}_2_{(г)} \leftrightarrow 4\text{MnO}_2_{(т)}$; $\Delta H < 0$; додавання O_2 , MnO_2 , зниження температури, зменшення тиску в системі.
6	а) $4\text{CuO}_{(т)} \leftrightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}_{(т)} + \text{O}_2_{(г)}$; $\Delta H > 0$; додавання CuO , O_2 , підвищення температури, збільшення тиску.

	б) $2\text{NO}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4 (\text{r})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання NO_2 , N_2O_4 , підвищення температури, зменшення тиску.
7	а) $2\text{SO}_3 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{SO}_2 (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання SO_2 , SO_3 , зниження температури, зниження тиску. б) $\text{Fe}_3\text{O}_4 (\text{т}) + \text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 3\text{FeO} (\text{т}) + \text{H}_2\text{O} (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання FeO , H_2 , підвищення температури, збільшення тиску.
8	а) $\text{CO} (\text{r}) + \text{Cl}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{COCl}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання COCl_2 , CO , зниження температури, збільшення тиску. б) $\text{NH}_4\text{Cl} (\text{т}) \leftrightarrow \text{NH}_3 (\text{r}) + \text{HCl} (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання NH_4Cl , HCl , підвищення температури, збільшення тиску.
9	а) $\text{CO}_2 (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{CO} (\text{r}) + \text{H}_2\text{O} (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання CO , H_2 , підвищення температури, збільшення об'єму системи. б) $4\text{VO}_2 (\text{т}) + \text{O}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{V}_2\text{O}_5 (\text{т})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання VO_2 , O_2 , підвищення температури, збільшення об'єму системи.
10	а) $\text{C}_2\text{H}_6 (\text{r}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання C_2H_6 , H_2 , зниження температури, зменшення тиску. б) $\text{CaO} (\text{т}) + \text{H}_2\text{O} (\text{r}) \leftrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{т})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_2O , зниження температури, зменшення тиску.
11	а) $\text{BaCO}_3 (\text{т}) \leftrightarrow \text{BaO} (\text{т}) + \text{CO}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання BaCO_3 , CO_2 , зниження температури, зменшення об'єму системи. б) $2\text{NO} (\text{r}) + \text{Cl}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{NOCl} (\text{r})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання NO , NOCl , зниження температури, збільшення тиску.
12	а) $4\text{HCl} (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{Cl}_2 (\text{r}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{r})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання Cl_2 , O_2 , підвищення температури, збільшення об'єму системи. б) $2\text{Mn}_2\text{O}_3 (\text{т}) \leftrightarrow 4\text{MnO} (\text{т}) + \text{O}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання Mn_2O_3 , O_2 , зниження температури, зменшення об'єму системи.
13	а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} (\text{r}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 (\text{r}) + \text{HCl} (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$, HCl , зниження температури, зменшення тиску. б) $6\text{FeO} (\text{т}) + \text{O}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 (\text{т})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання Fe_3O_4 , O_2 , зниження температури, зменшення тиску.
14	а) $\text{N}_2 (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{NO} (\text{r})$; $\Delta\text{H} > 0$; додавання N_2 , NO , зниження температури, зменшення тиску. б) $\text{CoO} (\text{т}) + \text{CO} (\text{r}) \leftrightarrow \text{Co} (\text{т}) + \text{CO}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання CoO , CO_2 , зниження температури, зменшення тиску.
15	а) $\text{C}_2\text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{C} (\text{т}) + \text{H}_2 (\text{r})$; $\Delta\text{H} < 0$; додавання C_2H_2 , C , підвищення температури, збільшення тиску.

	б) $\text{PCl}_5 (\text{r}) \leftrightarrow \text{PCl}_3 (\text{r}) + \text{Cl}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання Cl_2 , PCl_5 , підвищення температури, зменшення тиску.
16	а) $\text{N}_2 (\text{r}) + 3\text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3 (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , NH_3 , підвищення температури, збільшення тиску. б) $\text{C} (\text{r}) + \text{H}_2\text{O} (\text{r}) \leftrightarrow \text{CO} (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання H_2O , CO , підвищення температури, збільшення тиску.
17	а) $2\text{V}_2\text{O}_3 (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 4\text{VO}_2 (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання VO_2 , O_2 , підвищення температури, зменшення об'єму системи. б) $\text{CH}_4 (\text{r}) + \text{H}_2\text{O} (\text{r}) \leftrightarrow \text{CO} (\text{r}) + 2\text{H}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання H_2O , CO , підвищення температури, збільшення об'єму системи.
18	а) $\text{C}_3\text{H}_8 (\text{r}) \leftrightarrow \text{C}_3\text{H}_6 (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання C_3H_8 , H_2 , зниження температури, зменшення тиску. б) $2\text{PbO} (\text{r}) + 2\text{Cl}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{O}_2 (\text{r}) + 2\text{PbCl}_2 (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання PbO , O_2 , зниження температури, зменшення тиску.
19	а) $\text{CO} (\text{r}) + 2\text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{CH}_3\text{OH} (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , CH_3OH , підвищення температури, збільшення тиску. б) $2\text{Pb}_3\text{O}_4 (\text{r}) \leftrightarrow 6\text{PbO} (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання PbO , O_2 , підвищення температури, збільшення тиску.
20	а) $2\text{NiCl}_2 (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{NiO} (\text{r}) + 2\text{Cl}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання NiCl_2 , Cl_2 , зниження температури, зменшення тиску. $\text{C}_2\text{H}_6 (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{CH}_4 (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , CH_4 , зниження температури, зменшення тиску.
21	а) $2\text{Co}_3\text{O}_4 (\text{r}) \leftrightarrow 6\text{CoO} (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання Co_3O_4 , O_2 , зниження температури, зменшення об'єму системи. б) $\text{C}_2\text{H}_2 (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , CH_4 , зниження температури, зменшення об'єму системи.
22	а) $\text{NH}_3 (\text{r}) + \text{HBr} (\text{r}) \leftrightarrow \text{NH}_4\text{Br} (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання NH_3 , NH_4Br , підвищення температури, зменшення об'єму системи. б) $2\text{CO}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{CO} (\text{r}) + \text{O}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання CO_2 , O_2 , підвищення температури, зменшення об'єму системи.
23	а) $2\text{CrCl}_3 (\text{r}) + \text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow 2\text{CrCl}_2 (\text{r}) + 2\text{HCl} (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання CrCl_2 , H_2 , зниження температури, зменшення об'єму системи. б) $\text{H}_2 (\text{r}) + \text{C}_2\text{H}_2 (\text{r}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 (\text{r})$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , C_2H_4 , зниження температури, зменшення об'єму системи.
24	а) $\text{ZrI}_4 (\text{r}) \leftrightarrow \text{Zr} (\text{r}) + 2\text{I}_2 (\text{r})$; $\Delta H > 0$; додавання I_2 , Zr , зниження температури, зменшення тиску.

	б) $C_2H_2 (r) + 3H_2 (r) \leftrightarrow 2CH_4 (r)$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , CH_4 , зниження температури, зменшення тиску.
25	а) $Fe_3O_4 (r) + CO (r) \leftrightarrow 3FeO (r) + CO_2 (r)$; $\Delta H > 0$; додавання Fe_3O_4 , CO , підвищення температури, зменшення тиску. б) $2CO (r) + 2H_2 (r) \leftrightarrow CH_4 (r) + CO_2 (r)$; $\Delta H < 0$; додавання CO_2 , CO , підвищення температури, зменшення тиску.
26	а) $2SO_2 (r) + O_2 (r) \leftrightarrow 2SO_3 (r)$; $\Delta H < 0$; додавання O_2 , SO_3 , підвищення температури, збільшення об'єму системи. б) $2ZnCl_2 (r) + O_2 (r) \leftrightarrow 2ZnO (r) + 2Cl_2 (r)$; $\Delta H > 0$; додавання O_2 , Cl_2 , підвищення температури, збільшення об'єму системи.
27	а) $NO_2 (r) + CO (r) \leftrightarrow NO (r) + CO_2 (r)$; $\Delta H < 0$; додавання NO , NO_2 , зниження температури, зменшення об'єму системи. б) $MgCO_3 (r) \leftrightarrow MgO (r) + CO_2 (r)$; $\Delta H > 0$; додавання CO_2 , $MgCO_3$, зниження температури, зменшення об'єму системи.
28	а) $H_2 (r) + I_2 (r) \leftrightarrow 2HI (r)$; $\Delta H > 0$; додавання H_2 , I_2 , підвищення температури, зменшення тиску. б) $FeO (r) + CO (r) \leftrightarrow Fe (r) + CO_2 (r)$; $\Delta H < 0$; додавання CO_2 , FeO , підвищення температури, зменшення тиску.
29	а) $4VO_2 (r) \leftrightarrow 2V_2O_3 (r) + O_2 (r)$; $\Delta H > 0$; додавання V_2O_3 , O_2 , підвищення температури, зменшення об'єму системи. б) $C_2H_4 (r) + HCl (r) \leftrightarrow C_2H_5Cl (r)$; $\Delta H < 0$; додавання C_2H_5Cl , C_2H_4 , підвищення температури, зменшення об'єму системи.
30	а) $COCl_2 (r) \leftrightarrow CO (r) + Cl_2 (r)$; $\Delta H > 0$; додавання $COCl_2$, Cl_2 , підвищення температури, зменшення тиску. б) $2TiCl_4 (r) + H_2 (r) \leftrightarrow 2TiCl_3 (r) + 2HCl (r)$; $\Delta H < 0$; додавання H_2 , HCl , підвищення температури, зменшення тиску.

Експериментальна частина

Вивчення зміщення хімічної рівноваги

У пробірку внесіть по 3-5 крапель розчинів $FeCl_3$ та $KNCS$. Одержаний розчин розведіть водою до світло-червоного кольору і розлийте у чотири пробірки. У першу пробірку додайте краплю розчину $FeCl_3$ в другу - краплю розчину $KNCS$, в третю внесіть трохи кристалічного KCl . Порівняйте інтенсивність забарвлення розчинів у цих пробірках з кольором вихідного розчину (еталон - четверта пробірка). Зробіть висновок про вплив зміни концентрацій вихідних речовин та продуктів реакції на стан хімічної рівноваги в системі:

