

Câu 1. (1,0 điểm)

- Viết tất cả những số lượng tử của hai electron nằm trên obitan 4s.
- Xác định nguyên tử mà electron cuối cùng điền vào có các số lượng tử sau:

a) $n = 2 ; l = 1 ; m = 0 ; m_s = +\frac{1}{2}$

b) $n = 3 ; l = 2 ; m = 0 ; m_s = -\frac{1}{2}$

Câu 2. (2,0 điểm)

- Năng lượng tính theo eV ($1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$) của hệ gồm 1 hạt nhân và 1 electron phụ thuộc vào số lượng tử n (nguyên dương) theo biểu thức:

$$E_n = -13,6 \times \frac{Z^2}{n^2} \text{ trong đó } Z \text{ là số đơn vị điện tích hạt nhân.}$$

- Một nguyên tử hydro ở trạng thái kích thích ứng với $n=6$. Tính bước sóng (λ theo nm) dài nhất và ngắn nhất có thể phát ra từ nguyên tử hydro đó?
- Một nguyên tử hydro khi chuyển từ trạng thái kích thích $n=5$ về $n=2$ phát ra ánh sáng màu xanh. Một ion He^+ trong điều kiện nào sẽ phát ra ánh sáng màu xanh giống như vậy?

Cho: Hằng số Plank $h=6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

Vận tốc ánh sáng trong chân không: $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

- Năng lượng ion hóa thứ nhất và thứ hai của Na và Mg theo eV (sắp xếp không theo thứ tự) là: 5,1; 7,6; 47,3; 15,0. Hãy xác định các giá trị I_1, I_2 của từng nguyên tố và giải thích.

Câu 3. (1 điểm) Một nguyên tử X có bán kính bằng $1,44 \text{ \AA}$, khối lượng riêng thực là $19,36 \text{ g/cm}^3$.

Nguyên tử này chỉ chiếm 74% thể tích của tinh thể, phần còn lại là các khe rỗng.

- Xác định khối lượng mol nguyên tử của X.
- Biết nguyên tử X có 118 neutron và khối lượng mol nguyên tử bằng tổng số khối lượng proton và neutron. Tính số electron có trong X^{3+} .

Câu 4. (1,0 điểm) X và Y là các nguyên tố thuộc phân nhóm chính, đều tạo hợp chất với hydro có dạng RH (R là kí hiệu của nguyên tố X hoặc Y). Gọi A và B lần lượt là hidroxit ứng với hóa trị cao nhất của X và Y. Trong B, Y chiếm 35,323% khối lượng. Trung hòa hoàn toàn 50 gam dung dịch A 16,8% cần 150 ml dung dịch B 1M. Xác định các nguyên tố X và Y.

Câu 5. (1 điểm)

Cho biết nhiệt nóng chảy của nước đá bằng $\lambda = 334,4 \text{ J/g}$, nhiệt dung riêng của nước lỏng $C_p = 4,18 \text{ J/g}$. Tính biến thiên entropy của quá trình trộn 10g nước đá ở 0°C với 50g nước lỏng ở 40°C trong hệ cô lập.

Câu 6. (1,5 điểm)

Cho phản ứng và các số liệu sau: $\text{COCl}_2(\text{k}) \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{k}) + \text{CO}(\text{k})$

Chất	$\text{COCl}_2(\text{k})$	$\text{Cl}_2(\text{k})$	$\text{CO}(\text{k})$
$\Delta H_{298 \text{ t.t}}^0 (\text{Kcal.mol}^{-1})$	- 53,3	0	-26,42
$S_{298}^0 (\text{cal.mol}^{-1}.\text{K}^{-1})$	69,13	53,28	47,3
$C_p (\text{cal.mol}^{-1}.\text{K}^{-1})$	14,51	8,11	6,96

- Tính hiệu ứng nhiệt đẳng áp và đẳng tích của phản ứng ở 25°C ?
- Xét chiều phản ứng ở 25°C ?
- Tính hiệu ứng nhiệt đẳng áp của phản ứng ở 1000K?

Câu 7. (1,5 điểm)

Cho phản ứng: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$; $K_p = 1,27 \text{ atm}$ (tại 63°C)

- Xác định độ phân li (α) của N_2O_4 khi:
 - + Áp suất chung bằng 1atm.
 - + Áp suất chung bằng 10 atm.
- Từ kết quả phần a) rút ra kết luận về ảnh hưởng của áp suất đến sự chuyển dịch cân bằng.
- Tại 50°C , hằng số cân bằng $K_p = 0,9 \text{ atm}$. Tính ΔH^0 (coi ΔH^0 không phụ thuộc vào nhiệt độ).

Câu 8. (1 điểm)

Cho phản ứng $\text{I}_2 (\text{k}) + \text{H}_2(\text{k}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{k})$

Hằng số tốc độ phản ứng ở 418K là $1,12 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-2}.\text{s}^{-1}$ và ở 737K là $18,54 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Xác định năng lượng hoạt hóa và hằng số tốc độ phản ứng ở 633,2K.

.....**Hết**.....

Câu	Nội dung	Điểm											
1.1	<p>2 e có cùng 3 số lượng tử $n = 4 ; l = 0 ; m_l = 0$</p> <p>và khác nhau số lượng tử $m_s = \pm \frac{1}{2}$</p>	0,5											
1.2	<p>a) Cấu hình $1s^2 2s^2 2p^2$ là $6C$</p> <p>b) Cấu hình $[18Ar] 3d^8 4s^2$ là $28Ni$</p>	0,25 0,25											
2.1	<p>a. Bước sóng dài nhất:</p> $\lambda_{\max} = hc/(E_6 - E_5) = 7465\text{nm}$ <p>Bước sóng ngắn nhất:</p> $\lambda_{\min} = hc/(E_6 - E_1) = 93,84\text{nm}$ <p>b. Ta có:</p> $-13,6 (1/25 - 1/4) = -13,6 \times 4 (1/n_t^2 - 1/n_s^2).$ <p>Hay $1/25 - 1/4 = 1/(n_t/2)^2 - 1/(n_s/2)^2$</p> <p>$\Rightarrow n_t/2 = 5$ và $n_s/2 = 2 \Rightarrow He^+$ chuyển từ $n = 10$ về $n = 4$.</p>	0,5 0,5											
2.2	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Nguyên tố</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">I_1</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">I_2</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Na:</td> <td style="text-align: center;">5,1</td> <td style="text-align: center;">47</td> <td rowspan="3" style="vertical-align: middle; text-align: center;">0,25</td> </tr> <tr> <td>Mg:</td> <td style="text-align: center;">7,6</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> </table> <p>- Với mỗi nguyên tố, $I_2 > I_1$ vì I_1 tách electron ra khỏi nguyên tử trung hòa còn I_2 tách electron khỏi ion dương.</p> <p>- $I_1(\text{Na}) < I_1(\text{Mg})$ do điện tích hạt nhân tăng, lực hút của hạt nhân với electron trên cùng phân lớp tăng.</p> <p>- $I_2(\text{Na}) > I_2(\text{Mg})$ vì bút electron thứ 2 của Na trên phân lớp bão hòa $2p^6$, còn của Mg trên $3s$.</p>	Nguyên tố	I_1	I_2		Na:	5,1	47	0,25	Mg:	7,6	15	0,25 0,25 0,25
Nguyên tố	I_1	I_2											
Na:	5,1	47	0,25										
Mg:	7,6	15											
3	<p>a) Khối lượng riêng trung bình của nguyên tử X là: $d = \frac{d'}{0,74} = \frac{19,36}{0,74} \text{ g/cm}^3$.</p> <p>Mật khác, $m = V \cdot d = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot d = \frac{4}{3} \times 3,14 \times (1,44 \cdot 10^{-8})^3 \times \frac{19,36}{0,74} = 32,7 \cdot 10^{-23}$.</p> <p>Vậy khối lượng mol nguyên tử X = $6,023 \cdot 10^{23} \times 32,7 \cdot 10^{-23} \approx 197 \text{ g/mol}$</p> <p>b) Theo giả thiết: $p + 118 = 197 \rightarrow p = 79 \rightarrow$ số e = 76</p>	0,25 0,25 0,5											
4	Hợp chất với hidro có dạng RH nên Y có thể thuộc nhóm IA hoặc VIIA.												

	<p>Trường hợp 1 : Nếu Y thuộc nhóm IA thì B có dạng YOH</p> <p>Ta có : $\frac{Y}{17} = \frac{35,323}{64,677} \Rightarrow Y = 9,284$ (loại do không có nghiệm thích hợp)</p> <p>Trường hợp 2 : Y thuộc nhóm VIIA thì B có dạng HYO₄</p> <p>Ta có : $\frac{Y}{65} = \frac{35,323}{64,677} \Rightarrow Y = 35,5$, vậy Y là nguyên tố clo (Cl).</p> <p>B (HClO₄) là một axit, nên A là một bazơ dạng XOH</p> $m_A = \frac{16,8}{100} \times 50 \text{ gam} = 8,4 \text{ gam}$ <p>XOH + HClO₄ → XClO₄ + H₂O</p> $\Rightarrow n_A = n_{\text{HClO}_4} = 0,15\text{L} \times 1 \text{ mol/L} = 0,15 \text{ mol}$ $\Rightarrow M_X + 17 \text{ gam/mol} = \frac{8,4 \text{ gam}}{0,15 \text{ mol}}$ $\Rightarrow M_X = 39 \text{ gam/mol}, \text{ vậy X là nguyên tố kali (K).}$	0,25
		0,25
		0,5
5	<p>Gọi t (°C) là nhiệt độ thu được sau khi trộn 10g nước đá ở 0°C với 50g nước lỏng ở 40°C trong hệ cô lập. Quá trình trộn có thể được chia làm 3 giai đoạn:</p> <p>Gđ 1: 10g nước đá ở 0°C → 10g nước lỏng ở 0°C trao đổi nhiệt Q₁</p> <p>Gđ 2: 10g nước lỏng ở 0°C → 10g nước lỏng ở t°C trao đổi nhiệt Q₂</p> <p>Gđ 3: 50g nước lỏng ở 40°C → 50g nước lỏng ở t°C trao đổi nhiệt Q₂</p> <p>Có $Q_1 = m_1 \times \lambda = 10 \times 334,4 = 3344 \text{ (J)}$</p> $Q_2 = m_1 \cdot C_p \cdot \Delta t = 10 \cdot 4,18 \cdot (t - 0) = 41,8t \text{ (J)}$ $Q_3 = m_2 \cdot C_p \cdot \Delta t = 50 \cdot 4,18 \cdot (t - 40) = 209t - 8360 \text{ (J)}$ <p>Vì hệ cô lập nên $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow t = 30 \text{ (}^\circ\text{C)}$</p>	0,5
	<p>Có $\Delta S_1 = \frac{\Delta H_1}{T_1} = \frac{3344}{273} = 12,25 \text{ J.K}^{-1}$</p> $\Delta S_2 = m_1 \cdot C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 10 \cdot 4,18 \cdot \ln \frac{303}{273} = 4,36 \text{ J.K}^{-1}$ $\Delta S_3 = m_2 \cdot C_p \ln \frac{T_2}{T_3} = 50 \cdot 4,18 \cdot \ln \frac{303}{313} = -6,79 \text{ J.K}^{-1}$ <p>Vậy $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 9,82 \text{ J.K}^{-1}$</p>	0,5
6a	<p>Nhiệt đẳng áp:</p> $\Delta H^0_{298} = \Delta H^0_{298}(\text{Cl}_2) + \Delta H^0_{298}(\text{CO}) - \Delta H^0_{298}(\text{COCl}_2) = 26,88 \text{ kcal}$ <p>Nhiệt đẳng tích:</p> $\Delta U^0_{298} = \Delta H^0_{298} - \Delta n \cdot RT = 26,84 - 1 \cdot 1,987 \cdot 298 \cdot 10^{-3} = 26,29 \text{ kcal}$	0,5
6b	<p>Ta có: $\Delta S^0_{298} = S^0_{298}(\text{Cl}_2) + S^0_{298}(\text{CO}) - S^0_{298}(\text{COCl}_2) = 31,45 \text{ cal.K}^{-1}$.</p> $\Rightarrow \Delta G^0_{298} = \Delta H^0_{298} - T \cdot \Delta S^0_{298} = 17,51 \text{ kcal} > 0$ <p>⇒ Phản ứng tự diễn biến (xảy ra) theo chiều nghịch).</p>	0,5

6c	$\Delta C_p = C_p(\text{Cl}_2) + C_p(\text{CO}) - C_p(\text{COCl}_2) = 0,56 \text{ cal.K}^{-1}$ $\Delta H^0_T = \Delta H^0_{298} + \Delta C_p (T - 298) = 27,27 \text{ kcal}$	0,5
7a	<p>Tại 63°C: $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$; $K_p = 1,27$</p> <p>Ban đầu: a mol 0 mol</p> <p>Phản ứng: $a.\alpha \text{ mol} \rightarrow 2a.\alpha \text{ mol}$</p> <p>Cân bằng: a(1-α) mol 2a.α mol $\Rightarrow n_{\text{hỗn hợp CB}} = a(1 + \alpha) \text{ mol}$</p> <p>Thời điểm CB: $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{a(1-\alpha)}{a(1+\alpha)} \cdot P_{\text{hệ}} = \frac{(1-\alpha)}{(1+\alpha)} \cdot P_{\text{hệ}}$; $P_{\text{NO}_2} = \frac{2a\alpha}{a(1+\alpha)} \cdot P_{\text{hệ}} = \frac{2\alpha}{(1+\alpha)} \cdot P_{\text{hệ}}$</p> $K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times P_{\text{hệ}}$	0,5
	<p>❖ Tại $P_{\text{hệ}} = 1 \text{ atm} \Rightarrow \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times 1 = 1,27 \Rightarrow \alpha = 0,491$ (vì $\alpha > 0$)</p> <p>❖ Tại $P_{\text{hệ}} = 10 \text{ atm} \Rightarrow \frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \times 10 = 1,27 \Rightarrow \alpha = 0,1754$ (vì $\alpha > 0$)</p>	0,25
7b	<p>Từ phần a) khi áp suất tăng (từ 1atm đến 10atm) thấy α giảm hay cân bằng chuyển dịch theo chiều nghịch (chiều làm giảm số mol khí làm cho áp suất chung của hệ giảm).</p> <p>Vậy khi thay đổi áp suất của hệ phản ứng tại thời điểm cân bằng thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm sự thay đổi đó.</p>	0,25
7c	<p>Theo phương trình Van't Hoff: $\ln \frac{K_{P,T_2}}{K_{P,T_1}} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$</p> <p>Tại $T_1 = 63 + 273 = 336\text{K}$ có $K_{P,T_1} = 1,27 \text{ atm}$</p> <p>Tại $T_2 = 50 + 273 = 323\text{K}$ có $K_{P,T_2} = 0,9 \text{ atm}$</p> <p>$\Rightarrow \Delta H^0 = 23902 \text{ J} = 23,902 \text{ kJ}$.</p>	0,5
8	<p>Áp dụng phương trình: $\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$</p> <p>Với $T_1 = 418\text{K}$, $T_2 = 737\text{K}$ và $k_1 = 1,12 \cdot 10^{-5}$, $k_2 = 18,54 \cdot 10^{-5}$ ta có:</p> $\ln \frac{18,54 \cdot 10^{-5}}{1,12 \cdot 10^{-5}} = \frac{-E_a}{8,314} \left(\frac{1}{737} - \frac{1}{418} \right) \Rightarrow E_a = 22,522 \text{ kJ/mol}$	0,5
	<p>Cũng áp dụng phương trình: $\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$</p> <p>Với $T_1 = 418\text{K}$, $T_2 = 633,2\text{K}$ và $k_1 = 1,12 \cdot 10^{-5}$, $E_a = 22,522 \text{ kJ/mol}$</p> <p>ta có: $\ln \frac{k_2}{1,12 \cdot 10^{-5}} = \frac{-22522}{8,314} \left(\frac{1}{633,2} - \frac{1}{418} \right) \Rightarrow k_{633,2\text{K}} = 10,114 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$</p>	0,5