

**HƯỚNG DẪN CHẤM THI**

**Câu 1 (5,0 điểm)**

**1.1.** Ba nguyên tố X, Y và R đều thuộc chu kì 2 trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học. Ở trạng thái cơ bản, electron cuối cùng của nguyên tử X có tổng giá trị bốn số lượng tử là 3,5 và X không phải là nguyên tố khí hiếm. Hợp chất M có công thức  $XY_3R_3$  có tổng số hạt mang điện bằng 108. Điện tích hạt nhân của nguyên tử Y gấp 1,5 lần điện tích hạt nhân của nguyên tử X. Tìm công thức hóa học của hợp chất M. (Biết số lượng tử từ  $m_\ell$  nhận các giá trị từ  $-\ell$  qua 0 đến  $+\ell$ ).

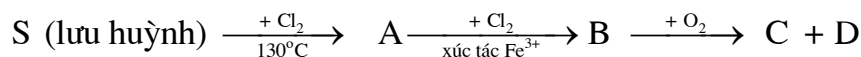
Câu	Đáp án	Điểm
<b>1.1</b> <b>(1,5 đ)</b>	Ta có: X thuộc chu kì 2 $\rightarrow n=2$ Mặt khác, electron cuối cùng của X ở trạng thái cơ bản có tổng giá trị bốn số lượng tử là 3,5 và X không phải là nguyên tố khí hiếm $\rightarrow$ bộ bốn số lượng tử của electron cuối cùng của X là: $n = 2; \ell = 1; m_\ell = 0; m_s = +1/2$	<b>0,5</b>
	$\rightarrow$ cấu hình electron của X là $1s^2 2s^2 2p^2 \rightarrow Z_X = 6$ . Vậy X là Cacbon (C).	<b>0,25</b>
	$Z_Y: Z_X = 1,5 \Rightarrow Z_Y = 1,5 \cdot 6 = 9 \Rightarrow Y$ là Flo (F).	<b>0,25</b>
	Trong hợp chất M: $XY_3R_3$ có tổng số hạt mang điện bằng 108 $\Rightarrow 6 \cdot 2 + 3 \cdot 2 \cdot 9 + 3 \cdot 2 \cdot Z_R = 108 \Rightarrow Z_R = 7 \Rightarrow R$ là Nitơ (N).	<b>0,25</b>
	Vậy công thức hóa học của hợp chất M là $CF_3N_3$ .	<b>0,25</b>

**1.2.** Xác định dạng hình học của các phân tử và ion sau đồng thời cho biết kiểu lai hóa các AO hóa trị của các nguyên tử trung tâm:  $SOF_4$ ,  $TeCl_4$ ,  $BrF_3$ ,  $ICl_4^-$ ?

Câu	Đáp án				Điểm
<b>1.2</b> <b>(1,0 đ)</b>	Chất	Trạng thái lai hóa	Dạng hình học của phân tử	Minh họa	<b>0,25</b>
	$SOF_4$	$sp^3d$	lưỡng tháp tam giác		
	$TeCl_4$	$sp^3d$	bập bênh		
	$BrF_3$	$sp^3d$	hình chữ T cụp		
					<b>0,25</b>
					<b>0,25</b>
					<b>0,25</b>

		ICl <sub>4</sub>	sp <sup>3</sup> d <sup>2</sup>	vuông phẳng			
--	--	------------------	--------------------------------	-------------	--	--	--

**1.3.** a) Hãy dựa vào các thông tin được cung cấp để xác định công thức phân tử của các hợp chất được kí hiệu là A, B, C và D trong sơ đồ dưới đây :



Biết:

- A là một chất lỏng màu vàng chứa 52,5% Cl và 47,5% S (biết phân tử của A chỉ chứa 2 nguyên tử S). Chất A được dùng để sản xuất thuốc nhuộm lưu huỳnh, thuốc diệt côn trùng và cao su tổng hợp.

- B là một chất lỏng màu đỏ dễ hút ẩm. Biết chất B được sử dụng trong các phản ứng tổng hợp hữu cơ.

- C là một chất lỏng không màu chứa 59,6% Cl, 26,95% S và 13,45% O. Biết chất C có trong thành phần của một loại pin Liti.

- D có khối lượng phân tử 135 g.mol<sup>-1</sup>. Chất D có thể được tạo thành từ phản ứng trực tiếp giữa chất C với O<sub>2</sub>.

b) Những thay đổi chính nào có thể xảy ra khi bảo quản lâu dài hai dung dịch: (i) axit sunfuhidric; (ii) dung dịch H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đậm đặc trong hai bình thủy tinh trong suốt riêng biệt (có miệng bình bị hở)? Giải thích bằng phương trình hóa học.

Câu	Đáp án	Điểm
<b>1.3</b>	a) A S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> B SCl <sub>2</sub> C SOCl <sub>2</sub> D SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	<b>1,0</b>
<b>(1,5 đ)</b>	b) (i) Bình chứa dung dịch axit sunfuhidric xuất hiện vẩn đục do có kết tủa lưu huỳnh sinh ra: $\text{H}_2\text{S} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow$	<b>0,25</b>
	(ii) Bình chứa dung dịch H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đậm đặc: có cặn màu đen xuất hiện do sự than hoá các chất bẩn có trong không khí. $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} n\text{C} + m\text{H}_2\text{O}$	<b>0,25</b>

**1.4.** a) Hàm lượng cho phép của tạp chất lưu huỳnh trong nhiên liệu là 0,30%. Người ta đốt cháy hoàn toàn 100,0 gam một loại nhiên liệu và dẫn sản phẩm cháy (giả thiết chỉ có CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> và hơi nước) qua dung dịch KMnO<sub>4</sub> có nồng độ 5,0.10<sup>-3</sup>M thì thấy thể tích dung dịch KMnO<sub>4</sub> đã phản ứng vừa hết với lượng sản phẩm cháy trên là 625 mL. Hãy tính toán và cho biết nhiên liệu trên có được phép sử dụng hay không?

b) Hòa tan 11,6 gam hỗn hợp A gồm Fe và Cu vào 87,5 gam dung dịch HNO<sub>3</sub> có nồng độ 50,4%, sau khi kim loại tan hết thu được dung dịch X và V lit (đkte) hỗn hợp khí B. Cho 500 mL dung dịch KOH 1M vào dung dịch X thu được kết tủa Y và dung dịch Z. Lọc lấy Y rồi nung trong không khí đến khối lượng không đổi thu được 16,0 gam chất rắn. Cô cạn dung dịch Z được chất rắn T. Nung T đến khối lượng không đổi thu được 41,05 gam chất rắn. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tính nồng độ phần trăm của Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> trong dung dịch X.

Câu	Đáp án	Điểm
<b>1.4</b> <b>(1,0 đ)</b>	a) Phương trình phản ứng: $\begin{aligned} \text{S} + \text{O}_2 &\rightarrow \text{SO}_2 & (1) \\ 5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} &\rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 & (2) \end{aligned}$	<b>0,25</b>

	<p>Từ PT (1) và (2) <math>\Rightarrow n_S = n_{SO_2} = \frac{5}{2} n_{KMnO_4} = \frac{5}{2} \times 0,625 \times 0,005 = 7,8125 \cdot 10^{-3} \text{ mol}</math></p>	
	<p><math>\% m_S = \frac{7,8125 \cdot 10^{-3} \times 32}{100} \times 100\% = \mathbf{0,25\%} &lt; 0,30\%</math></p> <p>Vậy nhiên liệu trên <b>được phép</b> sử dụng.</p>	<b>0,25</b>
	<p>b) Ta có : <math>\begin{cases} n_{HNO_3} = 0,7(\text{mol}) \\ n_{KOH} = 0,5(\text{mol}) \end{cases}</math></p> <p>Theo đề bài, 16 gam là oxit</p> <p><math>\xrightarrow{\text{BTKL}} n_{\text{O}}^{\text{Trong oxit}} = \frac{16 - 11,6}{16} = 0,275(\text{mol})</math></p> <p>Và 11,6 <math>\begin{cases} \text{Fe} : a \\ \text{Cu} : b \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{BTKL}} 56a + 64b = 11,6 \\ \xrightarrow{\text{BTE}} 3a + 2b = 0,55 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = 0,15(\text{mol}) \\ b = 0,05(\text{mol}) \end{cases}</math></p> <p>+ Nếu T mà chỉ có <math>KNO_2</math> thì <math>\xrightarrow{\text{BTNT.K}} m_{KNO_2} = 0,5 \cdot 85 = 42,5 &gt; 41,05</math> (Vô lý).</p> <p>Như vậy T là : 41,05 <math>\begin{cases} KNO_2 : x \\ KOH : y \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{BTKL}} 85x + 56y = 41,05 \\ \xrightarrow{\text{BTNT.K}} x + y = 0,5 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,45(\text{mol}) \\ y = 0,05(\text{mol}) \end{cases}</math></p>	<b>0,25</b>
	<p>Vậy X là : <math>\begin{cases} Cu^{2+} : 0,05 \\ Fe^{3+} : t \\ \xrightarrow{\text{BTNT.Fe}} Fe^{2+} : 0,15 - t \\ NO_3^- : 0,45 \end{cases}</math></p> <p><math>\xrightarrow{\text{BTDT}} 0,05 \cdot 2 + 3t + 2(0,15 - t) = 0,45 \rightarrow t = 0,05(\text{mol})</math></p> <p><math>\xrightarrow{\text{BTKL}} 11,6 + 0,7 \cdot 63 = 11,6 + 0,45 \cdot 62 + m_B + 0,35 \cdot 18 \rightarrow m_B = 9,9(\text{gam})</math></p> <p><math>\rightarrow \% Fe(NO_3)_3 = \frac{0,05 \cdot 242}{11,6 + 87,5 - 9,9} = 13,565\%</math></p>	<b>0,25</b>

**Câu 2 (4,0 điểm)**

2.1. Có thể viết cấu hình electron của  $Ni^{2+}$  là:

Cách 1:  $Ni^{2+}[1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8]$ .

Cách 2:  $Ni^{2+}[1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2]$ .

a) Áp dụng phương pháp gần đúng Slater tính năng lượng electron của  $Ni^{2+}$  với mỗi cách viết trên (theo đơn vị eV).

b) Cách viết nào phù hợp với thực tế? Tại sao?

Câu	Nội dung	Điểm
<b>2.1</b> <b>(1 đ)</b>	<p>a) Năng lượng của một electron ở phân lớp l có số lượng tử chính hiệu dụng <math>n^*</math> được tính theo biểu thức Slater: <math>\epsilon_{ls} = -13,6 \frac{(Z-b)^2}{n^*}</math></p> <p>Hằng số chắn b và số lượng tử <math>n^*</math> được tính theo quy tắc Slater. Áp dụng cho <math>Ni^{2+}</math> (<math>Z=28</math>, có 26e) ta có:</p> <p>+ Với cách viết 1 <math>[Ar]3d^8</math>:</p> <p><math>\epsilon_{1s} = -13,6 \frac{(28 - 0,3)^2}{1^2} = -10435,1 \text{ (eV)}</math></p> <p><math>\epsilon_{2s2p} = -13,6 \frac{(28 - 0,85 \cdot 2 - 0,35 \cdot 7)^2}{2^2} = -1934,0 \text{ (eV)}</math></p> <p><math>\epsilon_{3s3p} = -13,6 \frac{(28 - 1 \cdot 2 - 0,85 \cdot 8 - 0,35 \cdot 7)^2}{3^2} = -424,0 \text{ (eV)}</math></p>	<b>0,25</b>
		<b>0,25</b>

$\epsilon_{3d} = -13,6 \frac{(28 - 1.18 - 0,35.7)^2}{3^2} = -86,1 \text{ (eV)}$ $E_1 = 2\epsilon_{1s} + 8\epsilon_{2s2p} + 8\epsilon_{3s3p} + 8\epsilon_{3d} = -40423 \text{ (eV)}$	
<p>+ Với cách viết 2 [Ar]3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>:  <math>\epsilon_{1s}, \epsilon_{2s2p}, \epsilon_{3s3p}</math> có kết quả như trên. Ngoài ra:</p> $\epsilon_{3d} = -13,6 \frac{(28 - 1.18 - 0,35.5)^2}{3^2} = -102,9 \text{ (eV)}$ $\epsilon_{4s} = -13,6 \frac{(28 - 1.10 - 0,85.14 - 0,35)^2}{3,7^2} = -32,8 \text{ (eV)}$	<b>0,25</b>
<p>Do đó <math>E_2 = 2\epsilon_{1s} + 8\epsilon_{2s2p} + 8\epsilon_{3s3p} + 6\epsilon_{3d} + 2\epsilon_{4s} = -40417,2 \text{ (eV)}</math></p>	<b>0,25</b>

**2.2.** Mô hình hạt trong hộp thế một chiều được xây dựng để giải gần đúng bài toán năng lượng của hệ liên hợp carbon mạch thẳng. Trong mô hình này, các electron  $\pi$  bất định xứ có thể di chuyển tự do trên khung carbon của các liên kết liên hợp.

Chiều dài của hộp thế được tính gần đúng bằng công thức  $L = n_C \times 1,40 \text{ \AA}$ , trong đó  $n_C$  là số lượng nguyên tử carbon của mạch liên hợp. Nguyên lý Pauli được áp dụng khi các electron được lấp đầy các mức năng lượng. Mức năng lượng của hạt trong hộp một chiều được tính bằng biểu thức:

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

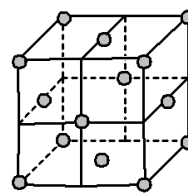
Áp dụng mô hình trên cho phân tử 1,3,5,7-octatetraen, hãy:

- Vẽ sơ đồ mức năng lượng và điền các electron.
- Tính năng lượng tổng cộng cho hệ liên hợp  $\pi$  nói trên theo J.
- Xác định bước sóng (theo nm) tương ứng với bước chuyển năng lượng giữa HOMO và LUMO.

Câu	Nội dung	Điểm
<b>2.2 (1đ)</b>	<p>a) Sơ đồ mức năng lượng:</p>	<b>0,25</b>
	<p>b) Năng lượng cho từng mức:</p> $E_1 = \frac{h^2}{8mL^2} = \frac{(6,62 \cdot 10^{-34})^2}{8,9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8,1,4 \cdot 10^{-10})^2} = 4,8029 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ $E_2 = \frac{4h^2}{8mL^2} = \frac{4 \cdot (6,62 \cdot 10^{-34})^2}{8,9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8,1,4 \cdot 10^{-10})^2} = 1,9211 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $E_3 = \frac{9h^2}{8mL^2} = \frac{9 \cdot (6,62 \cdot 10^{-34})^2}{8,9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8,1,4 \cdot 10^{-10})^2} = 4,3226 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $E_4 = \frac{16h^2}{8mL^2} = \frac{16 \cdot (6,62 \cdot 10^{-34})^2}{8,9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8,1,4 \cdot 10^{-10})^2} = 7,6846 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $E_5 = \frac{25h^2}{8mL^2} = \frac{25 \cdot (6,62 \cdot 10^{-34})^2}{8,9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8,1,4 \cdot 10^{-10})^2} = 1,2007 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ <p>Tổng năng lượng của hệ liên hợp <math>\pi</math> trên là:  <math>E_T = 2 * (E_1 + E_2 + E_3 + E_4) = 2,8817 \times 10^{-18} \text{ (J)}</math></p>	<b>0,5</b>

	(HS có thể áp dụng gộp công thức các mức khi tính $E_T$ , không nhất thiết phải tính từng mức)	
c)	$\lambda = \frac{hc}{E_5 - E_4} = 459,55 \cdot 10^{-9} (m) = 459,55 nm$	<b>0,25</b>

**2.3.** Thực nghiệm cho biết ở pha rắn, vàng (Au) có khối lượng riêng là  $19,4 g/cm^3$  và có mạng lưới lập phương tâm diện. Độ dài cạnh của ô mạng đơn vị là  $4,070 \cdot 10^{-10} m$ . Khối lượng mol nguyên tử của Au là  $196,97 g/mol$ .



Hình.

Một ô đơn vị cơ sở của Au.

a) Tính phần trăm thể tích không gian trống trong mạng lưới tinh thể của Au.

b) Xác định trị số của số Avogadro.

Câu	Nội dung	Điểm
<b>2.3</b> <b>(1 đ)</b>	<p>a) Cạnh hình lập phương = a, khoảng cách hai đỉnh kề nhau:  <math>a = 4,070 \cdot 10^{-10} m</math>  Khoảng cách từ đỉnh đến tâm mặt lập phương là nửa đường chéo của mỗi mặt vuông: <math>\frac{a}{\sqrt{2}} &lt; a</math> đó là khoảng cách gần nhất giữa hai nguyên tử bằng hai lần bán kính nguyên tử Au.  <math>\frac{4,070 \cdot 10^{-10}}{\sqrt{2}} = 2,878 \cdot 10^{-10} m = 2r</math>  r : bán kính nguyên tử Au = <math>1,439 \cdot 10^{-10} m</math>  Mỗi ô mạng đơn vị có thể tích = <math>a^3 = (4,070 \cdot 10^{-10} m)^3</math> và có chứa 4 nguyên tử Au .  Thể tích 4 nguyên tử Au là: 4 nguyên tử x <math>\frac{4}{3} \pi r^3 = 4 \cdot \frac{4}{3} \cdot (3,1416) (1,439 \cdot 10^{-10})^3 \approx 49,927 \cdot 10^{-30} m^3</math>  Độ đặc khít = <math>\frac{49,927 \cdot 10^{-30}}{(4,070 \cdot 10^{-10})^3} = 0,74054 = 74,054\%</math>  Độ trống = <math>100\% - 74,054\% = 25,946\%</math></p> <p>b) Tính số Avogadro  * 1 mol Au = <math>N_A</math> nguyên tử Au có khối lượng 196,97 gam  1 nguyên tử Au có khối lượng = <math>\frac{196,97}{N_A}</math>  Tỉ khối của Au rắn: <math>d = \frac{4 \cdot 196,97}{a^3 \cdot N_A} = 19,4 g/cm^3</math>  <math>\frac{4 \cdot 196,97}{(4,070 \cdot 10^{-10})^3 \cdot 10^6 \cdot N_A} = 19,4</math>  <math>\Rightarrow N_A = 6,02386 \cdot 10^{23}</math></p>	<p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p>

**2.4.** Một mẫu Polonium nguyên chất có khối lượng 2 gam, hạt nhân  $^{210}_{84}Po$  phân rã  $\alpha$  và chuyển thành hạt nhân bền  $^A_ZX$ .

a) Viết phương trình phản ứng và xác định hạt nhân  $^A_ZX$ .

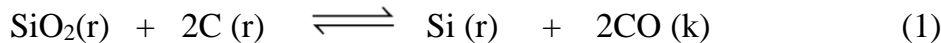
b) Xác định chu kỳ bán rã của Polonium phóng xạ, biết trong 365 ngày nó tạo ra một lượng khí He (đktc) có thể tích  $179 cm^3$ .

c) Tìm tuổi của mẫu chất trên biết rằng tại thời điểm khảo sát tỉ số giữa khối lượng  $^A_ZX$  và khối lượng mẫu chất là 0,4.

Câu	Nội dung	Điểm
2.4 (1 đ)	a) Phương trình phản ứng phân rã: ${}_{84}^{210}\text{Po} \longrightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\alpha$ ${}^A_Z\text{X}$ là ${}_{82}^{206}\text{Pb}$	0,25
	b) Chu kỳ bán rã của Po: $T_{1/2} = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln\left(\frac{n_0}{n}\right)} = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln\left(\frac{n_0}{n_0 - n_{\text{He}}}\right)} = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln\left(\frac{m_0}{\frac{m_0}{210} - \frac{V_{\text{He}}}{22,4}}\right)}$	0,25  0,25
	Thay $t = 365$ ngày; $m_0 = 2\text{g}$ ; $V_{\text{He}} = 0,179 \text{ l}$ ta có $T_{1/2} = 138,5$ ngày	
c) Tại thời điểm $t$ mẫu chuẩn có chứa Pb và Po. Dựa vào đề bài ta có được: $\frac{m_{\text{Pb}/t}}{m_{\text{Pb}/t} + m_{\text{Po}/t}} = 0,4$ $\Rightarrow \frac{m_{\text{Pb}/t}}{m_{\text{Po}/t}} = \frac{0,4}{0,6} = \frac{206 \cdot n_{\text{Pb}/t}}{210 \cdot n_{\text{Po}/t}} \Rightarrow \frac{n_{\text{Pb}/t}}{n_{\text{Po}/t}} = \frac{70}{103}$ $\Rightarrow t = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{n_{\text{Po}/t}^0}{n_{\text{Po}/t}}\right) = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(1 + \frac{n_{\text{Pb}/t}}{n_{\text{Po}/t}}\right) = \frac{138,5}{\ln 2} \cdot \ln\left(1 + \frac{70}{103}\right) = 103,6 \text{ (ngày)}$	0,25	

**Câu 3 (4,0 điểm)**

3.1. Công đoạn đầu tiên của quá trình sản xuất silic có độ tinh khiết cao phục vụ cho công nghệ bán dẫn được thực hiện bằng phản ứng:



a) Không cần tính toán, chỉ dựa vào sự hiểu biết về hàm entropi, hãy dự đoán sự thay đổi (tăng hay giảm) entropi của hệ khi xảy ra phản ứng (1).

b) Tính  $\Delta S^0$  của quá trình điều chế silic theo phản ứng (1), dựa vào các giá trị entropi chuẩn dưới đây:

$$S_{\text{SiO}_2(\text{r})}^0 = 41,8 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}; \quad S_{\text{C}(\text{r})}^0 = 5,7 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}; \quad S_{\text{Si}(\text{r})}^0 = 18,8 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}; \quad S_{\text{CO}(\text{k})}^0 = 197,6 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}.$$

c) Tính giá trị  $\Delta G^0$  của phản ứng trên ở  $25^\circ\text{C}$ . Biết nhiệt hình thành chuẩn  $\Delta H_f^0$  (kJ.mol<sup>-1</sup>) của  $\text{SiO}_2(\text{r})$  và  $\text{CO}(\text{k})$  lần lượt là -910,9 và -110,5.

d) Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận bắt đầu từ nhiệt độ nào ?

(Coi sự phụ thuộc của  $\Delta S$  và  $\Delta H$  vào nhiệt độ là không đáng kể)

Câu	Nội dung	Điểm
3.1 (1,5 đ)	a) Theo chiều thuận, phản ứng (1) tăng 2 mol khí. Trạng thái khí có mức độ hỗn loạn cao hơn trạng thái rắn, tức là có entropi lớn hơn. Vậy khi phản ứng xảy ra theo chiều thuận thì entropi của hệ tăng.	0,25
	b) $\Delta S^0 = 2S_{\text{CO}(\text{k})}^0 + S_{\text{Si}(\text{r})}^0 - 2S_{\text{C}(\text{r})}^0 - S_{\text{SiO}_2(\text{r})}^0 = 2 \cdot 197,6 + 18,8 - 2 \cdot 5,7 - 41,8 = 360,8 \text{ JK}^{-1}$	0,25
	c) $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ , trong đó $\Delta H^0 = \Delta H_{\text{f}(\text{Si}(\text{r}))}^0 + 2\Delta H_{\text{f}(\text{CO}(\text{k}))}^0 - 2\Delta H_{\text{f}(\text{C}(\text{r}))}^0 - \Delta H_{\text{f}(\text{SiO}_2(\text{r}))}^0$ $\Delta H^0 = 2 \cdot (-110,5) + 910,9 = 689,9 \text{ (kJ)}$ $\longrightarrow \Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 689,9 - 298 \cdot 360,8 \cdot 10^{-3} = 582,4 \text{ (kJ)}$	0,5
	d) Phản ứng (1) sẽ diễn ra ưu thế theo chiều thuận khi $\Delta G^0$ bắt đầu có giá trị âm: $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 689,9 - T \cdot 360,8 \cdot 10^{-3} = 0 \longrightarrow T = 1912 \text{ }^\circ\text{K}$ Vậy từ nhiệt độ lớn hơn 1912 °K, cân bằng (1) sẽ diễn ra ưu tiên theo chiều thuận.	0,5

3.2. Nhiệt hóa hơi của  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  ở  $-29,2^\circ\text{C}$  (nhiệt độ sôi của chất này ở áp suất thường) là  $20,25 \text{ kJ.mol}^{-1}$ . Tính áp suất một bình keo xít tốc (thành phần chính là  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) có thể chịu đựng được ở

40°C (là nhiệt độ bình thường của một chai keo dưới ánh nắng mặt trời). Cho rằng nhiệt hóa hơi không phụ thuộc vào nhiệt độ.

Câu	Nội dung	Điểm
<b>3.2</b> <b>(1,0 đ)</b>	<p>Áp dụng phương trình Clausius – Clapeyron ta có:</p> $\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{\Delta H_h}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ $\ln \frac{p_2}{1,000} = \frac{20,25 \cdot 10^3}{8,314} \left( \frac{1}{244} - \frac{1}{312} \right)$ $\Rightarrow p_2 = 9,07 \text{ atm}$	<b>1,0 đ</b>

**3.3.** Cho 1 mol O<sub>2</sub> (k) ban đầu ở nhiệt độ 120K và áp suất 4 atm giãn nở đoạn nhiệt đến áp suất 1 atm và nhiệt độ hạ gần tới nhiệt độ sôi của oxi lỏng là 90K (chỉ hơi lớn hơn nhưng không đáng kể). Giả thiết C<sub>p</sub> (K) = 28,2 J.K<sup>-1</sup> và không đổi trong khoảng nhiệt độ khảo sát, khí O<sub>2</sub> được coi là lý tưởng. Tính Q, A, ΔH (hệ) và ΔS (hệ) trong quá trình này.

Câu	Nội dung	Điểm
<b>3.3</b> <b>(1,5 đ)</b>	<p>Đây là quá trình đoạn nhiệt Q = 0</p> $\Delta U = nC_v \Delta T = n(C_p - R) \Delta T = -597J$ $A = \Delta U - Q = \Delta U = -597J$ $\Delta H = nC_p \Delta T = 28,2(-30) = -846J$ <p>Các quá trình tương đương.</p> $O_2(k) \xrightarrow{(1)} O_2(k) \xrightarrow{(2)} O_2(k)$ <p>120K, 4 atm                      120K, 1 atm                      90K, 1 atm</p> <p>Đối quá trình (1).</p> <p>Ta có : <math>\Delta S_{(1)} = nR \ln \frac{P_1}{P_2} = 1,8,314 (J/K) \cdot \ln 4 = 11,53 J/K</math></p> <p>Đối quá trình (2).</p> <p>Ta có : <math>\Delta S_{(2)} = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 1,28,2 \cdot \ln \frac{90}{120} = -8,11 J/K</math></p> <p>Vậy <math>\Delta S_{\text{quá trình}} = \Delta S_{(1)} + \Delta S_{(2)} = 11,53 - 8,11 = 3,42 J/K</math></p>	<p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p> <p><b>0,25</b></p>

**Câu 4 (3,0 điểm)**

**4.1.** Xét phản ứng sau  $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O$

Vận tốc phản ứng đo được ở 25°C có giá trị theo bảng sau:

Thí nghiệm	I <sup>-</sup> (M)	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (M)	H <sup>+</sup> (M)	Vận tốc v (mol/l.s)
1	0,01	0,1	0,01	0,6
2	0,04	0,1	0,01	2,4
3	0,01	0,3	0,01	5,4
4	0,01	0,1	0,02	2,4

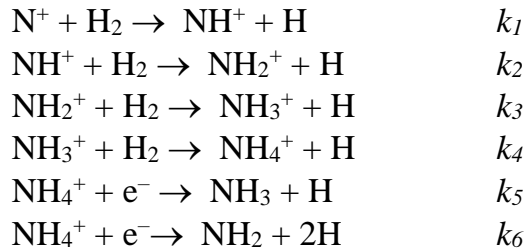
a) Lập biểu thức tính vận tốc phản ứng.

b) Tính hằng số tốc độ của phản ứng.

Câu	Đáp án	Điểm
<b>4.1</b> <b>(1,0 đ)</b>	<p>a) <math>V = k[I^-]^x [IO_3^-]^y [H^+]^z</math></p> <p>Thay các giá trị nồng độ thích hợp ở mỗi thí nghiệm</p> $0,6 = k[0,01]^x [0,1]^y [0,01]^z$ $2,4 = k[0,04]^x [0,1]^y [0,01]^z$	<b>0,25</b>

	$5, 4 = k[0,01]^x [0,3]^y [0,01]^z$ $2, 4 = k[0,01]^x [0,1]^y [0,02]^z$ Giải hệ phương trình này được $x=1; y=2; z=2$ <b>Vậy</b> $v = k[I^-] \cdot [IO_3^-]^2 \cdot [H^+]^2$	<b>0,25</b>  <b>0,25</b>
	<b>b.</b> $k = 6.10^7$	<b>0,25</b>

**4.2** Một cơ chế phản ứng kiểu ion - phân tử trong quá trình tổng hợp amoniac ở vùng trong các đám mây giữa các sao được cho dưới đây:



Sử dụng nguyên lý nồng độ ổn định hãy đề nghị một phương trình tính nồng độ của các tiểu phân trung gian  $NH^+$ ,  $NH_2^+$ ,  $NH_3^+$  và  $NH_4^+$  phụ thuộc vào nồng độ các chất phản ứng là  $[N^+]$ ,  $[H_2]$  và  $[e^-]$ . Xem electron đóng vai trò như một chất phản ứng bình thường.

Câu	Đáp án	Điểm
<b>4.2 (1d)</b>	<b>a)</b> Có thể áp dụng nguyên lý nồng độ ổn định cho $NH^+$ , $NH_2^+$ , $NH_3^+$ và $NH_4^+$ $\frac{d[NH^+]}{dt} = 0 = k_1[N^+][H_2] - k_2[NH^+][H_2]$ $[NH^+] = \frac{k_1[N^+]}{k_2}$ $\frac{d[NH_2^+]}{dt} = 0 = k_2[NH^+][H_2] - k_3[NH_2^+][H_2]$ $[NH_2^+] = \frac{k_2[NH^+]}{k_3} = \frac{k_2 k_1}{k_3 k_2} [N^+] = \frac{k_1}{k_3} [N^+]$ $\frac{d[NH_3^+]}{dt} = 0 = k_3[NH_2^+][H_2] - k_4[NH_3^+][H_2]$ $[NH_3^+] = \frac{k_3[NH_2^+]}{k_4} = \frac{k_1}{k_4} [N^+]$ $\frac{d[NH_4^+]}{dt} = 0 = k_4[NH_3^+][H_2] - k_5[NH_4^+][e^-] - k_6[NH_4^+][e^-]$ $[NH_4^+] = \frac{k_4[NH_3^+][H_2]}{(k_5 + k_6)[e^-]} = \frac{k_1[N^+][H_2]}{(k_5 + k_6)[e^-]}$	<b>0,25</b>  <b>0,25</b>  <b>0,25</b>  <b>0,25</b>

**4.3.** Phản ứng điều chế  $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$  có hằng số cân bằng tại  $500^\circ C$  là

$K_p = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ atm}^{-2}$ . Nếu hỗn hợp đầu có  $N_2$  và  $H_2$  theo tỷ lệ mol 1:3. Hãy tính xem có bao nhiêu phần trăm hỗn hợp ban đầu đã chuyển thành  $NH_3$ , nếu thực hiện ở 500 atm.

Câu	Đáp án	Điểm
<b>4.3 (1d)</b>	<b>a)</b> $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ $K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3} = 1,5 \cdot 10^{-5} \quad (1)$ $P = P_{H_2} + P_{N_2} + P_{NH_3} \quad (2)$	



$P_{H_2} = 3P_{N_2} \quad (3)$ $(2) + (3) \Rightarrow P = 4P_{N_2} + P_{NH_3}, \Rightarrow P_{N_2} = 0,25(P - P_{NH_3})$ $P_{H_2} = 0,75(P - P_{NH_3})$ $\Rightarrow K_p = \frac{P_{NH_3}^2}{0,25(P - P_{NH_3}) \cdot (0,75)^3 (P - P_{NH_3})^3}$ <p>Gọi <math>P_{NH_3}</math> là x. Khi <math>P = 500\text{atm} \Rightarrow 1,26 \cdot 10^{-3} x^2 - 2,26x + 315 = 0</math>  <math>\Rightarrow x = 152\text{atm} = P_{NH_3}</math></p> <p>Gọi a là %N<sub>2</sub> đã chuyển hoá thành NH<sub>3</sub></p> $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ <p style="text-align: center;">Ban đầu:    1     3          Phản ứng   a    3a    2a          :          Cân bằng   1-a   3(1-a)   2a</p> <p>Cùng nhiệt độ, thể tích: <math>\frac{2a}{4-2a} = \frac{152}{500} \Rightarrow a = 0,4662 (= 46,62\%)</math></p>	0,5
<p style="text-align: center;">Cân bằng   1-a   3(1-a)   2a</p> <p>Cùng nhiệt độ, thể tích: <math>\frac{2a}{4-2a} = \frac{152}{500} \Rightarrow a = 0,4662 (= 46,62\%)</math></p>	0,5

**Câu 5 (4 điểm)**

**5.1**

a) Hãy tính pH của dung dịch FeCl<sub>3</sub> 0,010 M. Biết cation Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub><sup>3+</sup> là một đơn axit có K<sub>a</sub> = 6,3.10<sup>-3</sup>.

b) Hãy tính giá trị pH cần thiết lập để dung dịch trên bắt đầu có kết tủa Fe(OH)<sub>3</sub> xuất hiện. Biết tích số tan của Fe(OH)<sub>3</sub> là K<sub>sp</sub> = 6,3 .10<sup>-38</sup>.

c) Hãy tính giá trị pH tại đó sắt được kết tủa hoàn toàn từ 100,0 ml dung dịch FeCl<sub>3</sub> 0,010 M dưới dạng Fe(OH)<sub>3</sub>. Biết rằng quá trình kết tủa được coi là hoàn toàn khi khối lượng sắt còn lại trong dung dịch nhỏ hơn 0,2 mg. Cho Fe = 55,85.

Câu	Đáp án	Điểm
<b>5.1</b> <b>(2 đ)</b>	<p>a) <math>Fe(H_2O)_6^{3+} + H_2O \rightleftharpoons [Fe(H_2O)_5(OH)]^{2+} + H_3O^+</math></p> <p>Có: <math>K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{0,01 - [H_3O^+]} = 6,3 \cdot 10^{-3}</math></p> <p>=&gt; <math>[H_3O^+] = 5,39 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad (\text{pH} = 2,27)</math></p> <p>Kiểm tra: <math>Q = [Fe^{3+}][OH^-]^3 = (0,01 - 5,39 \cdot 10^{-3}) \times (1,855 \cdot 10^{-12})^3 = 2,94 \cdot 10^{-38} &lt; K_{sp}</math>, không có kết tủa xuất hiện.</p>	0,5
	<p>b) <math>Fe^{3+} + H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)^{2+} + H^+</math></p> $K_a = \frac{[Fe(OH)^{2+}][H^+]}{[Fe^{3+}]} = 6,3 \cdot 10^{-3} \quad (1)$ $Fe^{3+} + 3 OH^- \rightleftharpoons Fe(OH)_3 \downarrow$ $K_{sp} = [Fe^{3+}][OH^-]^3 = 6,3 \cdot 10^{-38} \quad (2)$ <p>Có: <math>[Fe^{3+}] + [Fe(OH)^{2+}] = 0,01 \quad (3)</math></p> $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14} \quad (4)$ <p>(2), (4) =&gt; <math>[Fe^{3+}] \left( \frac{10^{-14}}{[H^+]} \right)^3 = 6,3 \cdot 10^{-38}</math></p> <p>=&gt; <math>[Fe^{3+}] = 6,3 \cdot 10^4 [H^+]^3 \quad (5)</math></p> <p>(1), (3), (5) =&gt;</p> $K_a = \frac{(0,01 - 6,3 \cdot 10^4 [H^+]^3)[H^+]}{6,3 \cdot 10^4 [H^+]^3} = 6,3 \cdot 10^{-3}$	0,75



