

ĐỀ DỰ BỊ

(Đề thi có 4 trang, gồm 5 câu)

Môn thi: **HÓA HỌC**

Ngày thi: **16/09/2023 (Buổi thi thứ nhất)**

Thời gian: **180 phút (không kể thời gian phát đề)**

Thí sinh không được sử dụng bảng hệ thống tuần hoàn.

Cho biết nguyên tử khối của: $H=1$; $C=12$; $N=14$; $O=16$; $F=19$; $Na=23$; $Mg=24$; $Al=27$; $Si=28$; $P=31$; $S=32$; $Cl=35,5$; $K=39$; $Mn=55$; $Fe=56$; $Cu=64$; $Br=80$; $I=127$.

Cho biết số hiệu nguyên tử: $N(Z=7)$; $F(Z=9)$; $Cl(Z=17)$; $Br(Z=35)$; $I(Z=53)$; $K(Z=19)$; $O(Z=8)$.

Cho biết: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} J.s$; $c = 3 \cdot 10^8 m.s^{-1}$; $R = 8,314 J.K^{-1}mol^{-1}$; $1u = 1,6605 \cdot 10^{-27} kg$; $1pm = 10^{-12} m$; $1e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$; $1 bar = 10^5 Pa$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}$; $T(K) = t^{\circ}C + 273$; $\pi = 3,14$.

Kí hiệu: r : rắn; l : lỏng; k : khí; h : hơi.

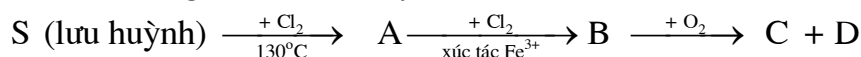
Câu 1 (5,0 điểm)

1.1.(1,5 đ) 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_ℓ nhận các giá trị từ $-\ell$ qua 0 đến $+\ell$).

1.2.(1,0 đ) 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^- ?

1.3.(1,5 đ)

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 $135 g.mol^{-1}$. Chất D có thể được tạo thành từ phản ứng trực tiếp giữa chất C với O_2 .

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_2SO_4 đậm đặc trong hai bình thủy tinh trong suốt riêng biệt (có miệng bình bị hở)? Giải thích bằng phương trình hóa học.

1.4.(1,0 đ)

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_2 , SO_2 và hơi nước) qua dung dịch $KMnO_4$ có nồng độ $5,0 \cdot 10^{-3} M$ thì thấy thể tích dung dịch $KMnO_4$ 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_3 có nồng độ 50,4%, sau khi kim loại tan hết thu được dung dịch X và V (lit) (đktc) 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 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ trong dung dịch X.

Câu 2 (4,0 điểm)

2.1.(1,0 đ) Có thể viết cấu hình electron của Ni^{2+} là:

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

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

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?

2.2.(1,0 đ) Mô hình hạt trong hộp thể 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 π bất định xứ có thể di chuyển tự do trên khung carbon của các liên kết liên hợp.

Chiều dài của hộp thể 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:

a) Vẽ sơ đồ mức năng lượng và điền các electron.

b) Tính năng lượng tổng cộng cho hệ liên hợp π nói trên theo J.

c) Xác định bước sóng (theo nm) tương ứng với bước chuyển năng lượng giữa HOMO và LUMO.

2.3.(1,0 đ) Thực nghiệm cho biết ở pha rắn, vàng (Au) có khối lượng riêng là $19,4 \text{ g/cm}^3$ và có mạng lưới lập phương tâm diện. Độ dài cạnh của ô mạng đơn vị là $4,070 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Khối lượng mol nguyên tử của Au là $196,97 \text{ g/mol}$.

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

b) Xác định trị số của số Avogadro.

2.4.(1,0 đ) Một mẫu Polonium nguyên chất có khối lượng 2 gam, hạt nhân ^{210}Po phân rã α và chuyển thành hạt nhân bền ^A_ZX .

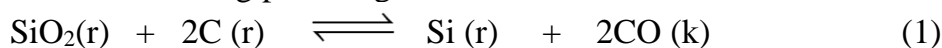
a) Viết phương trình phản ứng và xác định hạt nhân ^A_ZX .

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 .

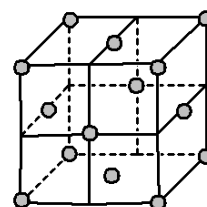
c) Tìm tuổi của mẫu chất trên biết rằng tại thời điểm khảo sát tỉ số giữa khối lượng ^A_ZX và khối lượng mẫu chất là 0,4.

Câu 3 (4,0 điểm)

3.1.(1,5 đ) 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).



Hình. Một ô đơn vị cơ sở của Au.

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

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

c) Tính giá trị ΔG^0 của phản ứng trên ở 25°C. Biết nhiệt hình thành chuẩn ΔH_f^0 (kJ.mol⁻¹) của SiO₂ (r) và CO (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 ΔS và ΔH vào nhiệt độ là không đáng kể)

3.2.(1,0 đ) Nhiệt hóa hơi của CF₂Cl₂ ở -29,2°C (nhiệt độ sôi của chất này ở áp suất thường) là 20,25 kJ.mol⁻¹. Tính áp suất một bình keo xịt tóc (thành phần chính là CF₂Cl₂) 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.

3.3.(1,5 đ) Cho 1 mol O₂ (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 Cp(K) = 28,2 J.K⁻¹ và không đổi trong khoảng nhiệt độ khảo sát, khí O₂ được coi là lý tưởng. Tính Q, A, ΔH (hệ) và ΔS (hệ) trong quá trình này.

Câu 4 (3,0 điểm)

4.1.(1,0 đ) Xét phản ứng sau $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

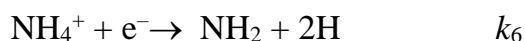
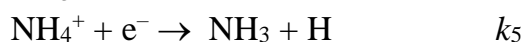
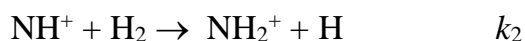
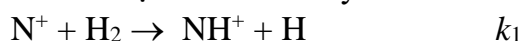
Vận tốc phản ứng đo được ở 25°C có giá trị theo bảng sau:

Thí nghiệm	I ⁻ (M)	IO ₃ ⁻ (M)	H ⁺ (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.

4.2.(1,0 đ) 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:



a) Sử dụng nguyên lý nồng độ ổn định hãy đề nghị một phương trình tính nồng độ của các tiểu phân trung gian NH⁺, NH₂⁺, NH₃⁺ và NH₄⁺ phụ thuộc vào nồng độ các chất phản ứng là [N⁺], [H₂] và [e⁻]. Xem electron đóng vai trò như một chất phản ứng bình thường.

b) Chứng minh rằng biểu thức tốc độ phản ứng tổng quát của sự hình thành amoniac có dạng như sau:

$$\frac{d[\text{NH}_3]}{dt} = k_{2\text{nd}}[\text{N}^+][\text{H}_2]$$

Với k_{2nd} là hằng số vận tốc của phản ứng bậc hai. Viết biểu thức k_{2nd} phụ thuộc vào các hằng số tốc độ phản ứng của các bước sơ cấp từ k₁ đến k₆.

4.3.(1,0 đ) Phản ứng điều chế NH₃: $\text{N}_2(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{k})$ có hằng số cân bằng tại 500°C là K_p = 1,5.10⁻⁵ atm⁻². Nếu hỗn hợp đầu có N₂ và H₂ theo tỷ lệ mol 1:3. Hãy tính xem có bao nhiêu phần trăm hỗn hợp ban đầu đã chuyển thành NH₃, nếu thực hiện ở 500 atm.

Câu 5 (4 điểm)

5.1.(2,0 đ)

a) Hãy tính pH của dung dịch FeCl_3 0,010 M.

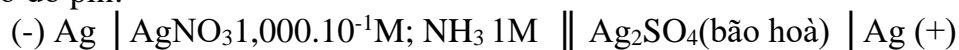
Biết cation $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ là một đơn axit có $K_a = 6,3 \cdot 10^{-3}$.

b) Hãy tính giá trị pH cần thiết lập để dung dịch trên bắt đầu có kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ xuất hiện. Biết tích số tan của $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là $K_{sp} = 6,3 \cdot 10^{-38}$.

c) Hãy tính giá trị pH tại đó sắt được kết tủa hoàn toàn từ 100,0 ml dung dịch FeCl_3 0,010 M dưới dạng $\text{Fe}(\text{OH})_3$. 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 $\text{Fe} = 55,85$.

5.2.(2,0 đ)

a) Cho sơ đồ pin:

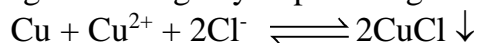


Tính hằng số tạo phức $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$.

Biết $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,800 \text{ V}$; $K_s(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,100 \cdot 10^{-5}$; $E_{\text{pin}} = 0,390 \text{ V}$.

b) Một dung dịch chứa CuSO_4 0,1M; NaCl 0,2M; Cu dư và CuCl dư.

i) Chứng minh rằng xảy ra phản ứng sau ở 25°C :



ii) Tính hằng số cân bằng của phản ứng trên.

Biết $K_s(\text{CuCl}) = 10^{-7}$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0,15 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0,52 \text{ V}$.

----- **HẾT** -----

(Thí sinh không được sử dụng tài liệu – Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm)

Họ và tên thí sinh: Số báo danh:

Chữ kí của CBCT 1: Chữ kí của CBCT 2: