

**ĐỀ CHÍNH THỨC**

(Đề thi có 5 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:**  $N(Z=7)$ ;  $F(Z=9)$ ;  $Cl(Z=17)$ ;  $Br(Z=35)$ ;  $I(Z=53)$ ;  $K(Z=19)$ ;  $O(Z=8)$ .

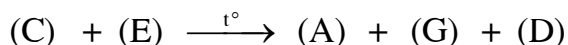
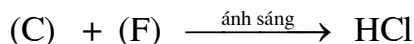
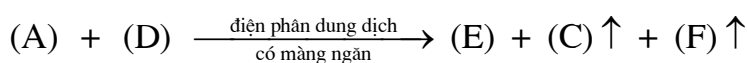
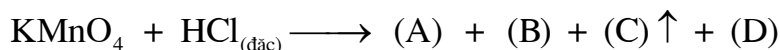
**Cho biết:**  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} J.s$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 m.s^{-1}$ ;  $R = 8,314 J.K^{-1}mol^{-1}$ ;  $1u = 1,6605 \cdot 10^{-27} kg$ ;  $1pm = 10^{-12} m$ ;  $1e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ ;  $1 bar = 10^5 Pa$ ;  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}$ ;  $T(K) = t^{\circ}C + 273$ ;  $\pi = 3,14$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

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

**Câu 1 (5,0 điểm)**

**1.1.(1,5 đ)** Hợp chất  $M_2X$  ở điều kiện thường là chất rắn, màu trắng, tan nhiều trong nước và được sử dụng rộng rãi trong ngành sản xuất xi măng và sản xuất phân bón. Trong phân tử  $M_2X$  có tổng số các hạt proton, neutron và electron là 140 hạt, trong đó tổng số hạt mang điện nhiều hơn tổng số hạt không mang điện là 44 hạt. Số neutron của ion  $M^+$  lớn hơn số khối của ion  $X^{2-}$  là 4. Tổng số hạt trong ion  $M^+$  nhiều hơn trong ion  $X^{2-}$  là 31 hạt. Hãy xác định số hiệu nguyên tử của  $M$  và  $X$ , từ đó suy ra công thức phân tử của hợp chất  $M_2X$ .

**1.2.(1,0 đ)** Hoàn thành các phương trình hóa học theo sơ đồ sau:



**1.3.(1,5 đ)** Cho biết  $K_a(CH_3COOH) = 1,78 \cdot 10^{-5}$ . Hãy tính pH của các dung dịch X và Y sau:

a) Dung dịch X chứa đồng thời  $CH_3COOH$  0,1M và  $CH_3COONa$  0,1M.

b) Dung dịch Y thu được sau khi thêm khí HCl vào dung dịch X cho đến khi nồng độ HCl bằng 0,01M.

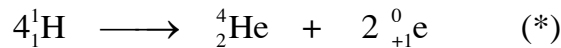
**1.4.(1,0 đ)**

a) Lưu huỳnh đioxit ( $SO_2$ ) là chất gây ô nhiễm chính do các nhà máy nhiệt điện sử dụng nhiên liệu than thải ra. Khi  $SO_2$  được giải phóng bởi một nhà máy nhiệt điện, nó có thể bị giữ lại do phản ứng với  $MgO$  trong ống khói để tạo thành  $MgSO_4$ . Nếu 140 tấn  $SO_2$  do một nhà máy nhiệt điện thải ra mỗi ngày, thì cần phải cung cấp bao nhiêu tấn  $MgO$  để loại bỏ hết lượng  $SO_2$  này và bao nhiêu tấn  $MgSO_4$  được tạo ra?

b) Nung nóng 49,15 gam hỗn hợp gồm  $Fe_3O_4$ ,  $CuO$  và  $Al$  trong môi trường không có không khí đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được hỗn hợp rắn X. Chia X làm 2 phần không bằng nhau. Phần 1 tác dụng vừa đủ với dung dịch chứa 0,09 mol  $NaOH$ , thu được 0,015 mol khí  $H_2$  và m gam các chất rắn. Hòa tan hoàn toàn phần 2 trong dung dịch  $HNO_3$  loãng, dư thì thu được 197,45 gam sản phẩm, trong đó có 0,3 mol khí  $NO$  (không còn khí nào khác) và 167,12 gam hỗn hợp muối khan. Tính giá trị của m.

**Câu 2 (4,0 điểm)**

**2.1.(1,0 đ)** Theo tính toán hiện nay, mặt trời có đường kính  $1,392 \times 10^6$  km và có khối lượng riêng khoảng  $1,408 \text{ g/cm}^3$  bao gồm 73,46% (theo khối lượng) là hiđro. Năng lượng của mặt trời hoàn toàn sinh ra từ sự kết hợp của hiđro tạo heli theo phản ứng:



Năng lượng này có cường độ rất mạnh là  $3,846 \times 10^{26} \text{ J/s}$  cho toàn bộ mặt trời. Biết:

Nguyên tử/ Hạt	${}^1_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^0_{+1}\text{e}$	${}^0_{-1}\text{e}$
Khối lượng (theo u)	1,00783	4,002604	0,00054858	0,00054858

a) Tính khối lượng hiđro đã tham gia vào phản ứng (\*) trong 1 giây.

b) Với lượng hiđro trên mặt trời hiện tại, sau bao lâu thì mặt trời sẽ ngừng chiếu sáng?

Biết:  $1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $1\text{u} \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$ ; một năm có 365 ngày.

**2.2.(1,0 đ)**

a) Năng lượng E của hạt trong hộp thế 2 chiều được tính theo công thức sau:

$$E_{n_x, n_y} = \frac{h^2}{8m} \left( \frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right).$$

Với  $h$  là hằng số Plank;  $n_x$  và  $n_y$  là các số lượng tử chính (1, 2, 3, ...);  $m$  là khối lượng của hạt;  $L_x, L_y$  là chiều dài hộp thế.

Hãy xây dựng và vẽ giản đồ năng lượng biểu diễn thứ tự tương đối của 10 obitan có mức năng lượng thấp nhất. Biết chiều dài hộp thế  $L_x = L_y = L$ .

b) Tương tự, năng lượng E của hạt trong hộp thế 3 chiều được tính theo công thức sau:

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{h^2}{8m} \left( \frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} + \frac{n_z^2}{L_z^2} \right).$$

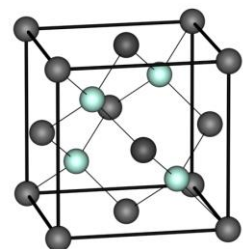
Với  $h$  là hằng số Plank;  $n_x, n_y, n_z$  là các số lượng tử chính (1, 2, 3, ...);  $m$  là khối lượng của hạt;  $L_x, L_y, L_z$  là chiều dài hộp thế.

Xem xét một hạt trong hộp thế dạng lập phương, tính bậc suy biến (số trạng thái) của mức năng lượng có năng lượng gấp  $\frac{21}{3}$  lần năng lượng thấp nhất của hệ.

**2.3.(1,0 đ)** Khoáng chất tự nhiên cứng nhất là kim cương. Tính cứng này có được là bởi cấu trúc tinh thể trong đó mỗi nguyên tử cacbon tạo bốn liên kết cộng hóa trị với bốn nguyên tử cacbon xung quanh. Nhờ độ cứng và chỉ số khúc xạ cao mà kim cương là loại đá quý được đánh giá rất cao.

Một trong những viên kim cương lớn nhất trên thế giới có tên là Koh-i-Noor (nghĩa là “Đôi Ánh sáng”), sau khi được chế tác nó nặng khoảng 105,6 carats (carat là đơn vị đo khối lượng trong ngành đá quý, 1 carat = 200 mg). Viên Koh-i-Noor này là một trong những đồ trang sức của Hoàng gia Anh quốc từ năm 1850 và ban đầu nó được gắn trong một chiếc trâm cài của Nữ hoàng Victoria. Năm 2002 khi Thái hậu Elizabeth I qua đời, viên Koh-i-Noor đã được đính trên chiếc vương miện đặt ở quan tài của bà.

Hãy tính thể tích của viên Koh-i-Noor, biết độ dài cạnh của ô mạng đơn vị cơ sở của kim cương (Hình 1) là 356 pm.



Hình 1. Ô mạng đơn vị cơ sở của kim cương.

**2.4.(1,0 đ)** Cacbon tự nhiên chứa 2 đồng vị bền là  $^{12}\text{C}$  (chiếm 98,9% khối lượng) và  $^{13}\text{C}$  (chiếm 1,1% khối lượng) cùng lượng vết đồng vị phóng xạ  $^{14}\text{C}$  (phân rã  $\beta^-$ , chu kỳ bán rã  $t_{1/2} = 5730$  năm). Hoạt độ phóng xạ riêng của cacbon trong cơ thể sống là  $230 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . Năm 1983, các nhà khảo cổ học tìm thấy một con thuyền cổ chìm ngoài khơi Đại Tây Dương. Cacbon trong gỗ của con thuyền này có hoạt độ phóng xạ riêng là  $180 \text{ Bq.kg}^{-1}$ .

a) Tỷ lệ số nguyên tử giữa các đồng vị  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  trong cơ thể sống là bao nhiêu?

b) Cây để dùng làm gỗ đóng thuyền trên được đốn hạ vào năm nào?

**Câu 3 (4,0 điểm)**

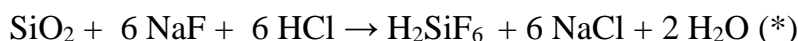
**3.1.(1,5 đ)** Vì nguy cơ biến đổi các thành phần bên trong, vắc-xin luôn cần phải được làm lạnh khi bảo quản. Điều này gây tăng giá thành và khiến việc phân bố, vận chuyển vắc-xin trở nên khó khăn. Một quy trình được phát triển gần đây có tên gọi là bọc silica hóa đã cải tiến mạnh mẽ độ ổn định thành phần của vắc-xin. Cụ thể, bọc silica hóa có thể giúp lưu trữ vắc xin ở nhiệt độ phòng và không bị suy biến khi gia tăng nhiệt độ lên đến  $100^\circ\text{C}$ .



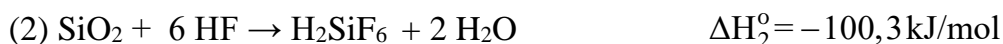
Quá trình bọc silica hóa bắt đầu bằng phản ứng thủy giải etyl orthosilicat  $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4$  để tạo thành axit orthosilixic  $\text{Si}(\text{OH})_4$  và etanol (quá trình 1). Sau đó, một dung dịch protein được thêm vào làm xúc tác để hợp chất  $\text{Si}(\text{OH})_4$  này bị phân hủy thành  $\text{SiO}_2$  và nước (quá trình 2).

a) Viết phương trình hóa học của quá trình 1 và quá trình 2.

b) Ở cuối quá trình 2, hỗn hợp huyền phù của các hạt nano  $\text{SiO}_2$  mang protein được hình thành. Protein có thể được gỡ ra khi dùng dung dịch  $\text{NaF}$  và  $\text{HCl}$  để phá vỡ hạt nano  $\text{SiO}_2$  (quá trình 3) theo phương trình sau:



Hãy tính biến thiên entanpy chuẩn của phản ứng (\*) dựa vào dữ kiện sau đây:



c) Quá trình 2 thuận lợi về mặt nhiệt động học nhưng diễn ra chậm vì vậy cần có chất xúc tác.

Hằng số cân bằng cho phản ứng này là  $k = \frac{1}{[\text{Si}(\text{OH})_4]}$ , cho biết  $\ln[\text{Si}(\text{OH})_4] = -\frac{1680}{T} - 0,605$

với  $[\text{Si}(\text{OH})_4]$  là nồng độ cân bằng ( $\text{mol.dm}^{-3}$ ),  $T$  là nhiệt độ (K).

Hãy tính biến thiên entanpy  $\Delta H^\circ$  theo kJ/mol và biến thiên entropy  $\Delta S^\circ$  theo J/mol của quá trình 2.

**3.2.(1,0 đ)** Cho 150 gam khí  $\text{CO}_2$  ở  $273,15 \text{ K}$  và  $1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Hãy xác định các giá trị nhiệt và công (theo kJ) trong các quá trình sau đây được tiến hành thuận nghịch nhiệt động:

a) Giãn nở đẳng nhiệt đến thể tích 300 lít.

b) Giãn nở đẳng áp đến thể tích 200 lít.

Chấp nhận rằng  $\text{CO}_2$  là khí lí tưởng và nhiệt dung đẳng áp của nó không đổi trong điều kiện khảo sát và bằng  $37,1 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Biết  $1 \text{ atm} = 1,0132 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $1 \text{ L.atm} = 101,32500 \text{ J}$ .

**3.3.(1,5 đ)** Axit photphoric được dùng trong công nghiệp dược phẩm, sản xuất phân bón, nhuộm vải và sản xuất men sứ. Đây là một axit ba nấc và có độ mạnh trung bình.

a) Hãy tính  $\Delta G^\circ$  của phản ứng trung hoà từng nấc  $\text{H}_3\text{PO}_4$  bằng  $\text{OH}^-$  ở  $25^\circ\text{C}$ .

b) Hãy tính hằng số phân li axit nấc thứ nhất của  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ở  $25^\circ\text{C}$ .

c) Ở 25°C, trộn lẫn dung dịch H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,1 M và NaOH 0,1 M, thu được 25 mL dung dịch hỗn hợp hai muối NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> và nhiệt lượng toả ra là 90 J. Hãy tính thể tích của mỗi dung dịch đã đem trộn.

Cho các đại lượng nhiệt động sau ở 25°C:

	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (dd)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (dd)	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (dd)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (dd)	H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> O	H <sup>+</sup>
ΔH° (kJ.mol <sup>-1</sup> )	- 1288	- 1296	- 1292	- 1277	-56	0
ΔS° (J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	158	90	- 33	- 220	81	0

#### Câu 4 (3,0 điểm)

4.1.(1,0 đ) Nghiên cứu phản ứng phân hủy clo dioxit trong môi trường kiềm:



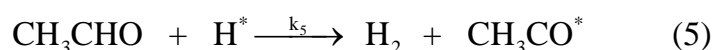
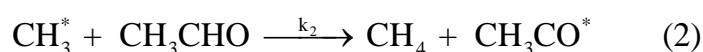
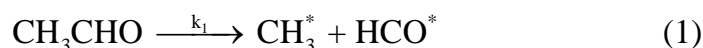
Các số liệu thực nghiệm thu được ở bảng sau:

Thí nghiệm	[ClO <sub>2</sub> ] <sub>o</sub> , mol/L	[OH <sup>-</sup> ] <sub>o</sub> , mol/L	Tốc độ đầu, mol/(L.s)
1	0,005	0,010	5,75 x 10 <sup>-5</sup>
2	0,010	0,010	2,30 x 10 <sup>-4</sup>
3	0,010	0,005	1,15 x 10 <sup>-4</sup>

a) Xác định bậc riêng phần của ClO<sub>2</sub>, OH<sup>-</sup>. Viết biểu thức tốc độ phản ứng.

b) Xác định hằng số tốc độ của phản ứng (1) và cho biết đơn vị của hằng số tốc độ phản ứng.

4.2.(1,5 đ) Sự nhiệt phân etanal tiến hành theo cơ chế đã được đơn giản hóa như sau:



Dùng phương pháp gần đúng các trạng thái nồng độ ổn định của hợp chất trung gian để tìm công thức tính nồng độ của các dạng HCO<sup>\*</sup>, H<sup>\*</sup>, CH<sub>3</sub><sup>\*</sup> và CH<sub>3</sub>CO<sup>\*</sup> theo nồng độ etanal.

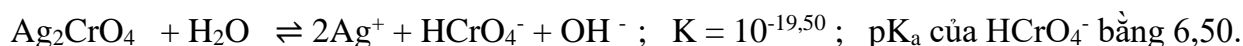
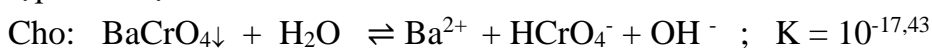
4.3.(0,5 đ) Vi khuẩn Mycobacterium avium – thường là nguyên nhân gây ra các bệnh về đường hô hấp và chống lại được hầu hết các tác nhân kháng khuẩn – có thể được phát hiện trong nước bể bơi. Do đó, phương pháp xử lý nước bằng ClO<sub>2</sub> thường được sử dụng để loại bỏ vi khuẩn này. Các nhà nghiên cứu đã xác định được ở nhiệt độ 5°C hằng số tốc độ vô hoạt mầm bệnh là 0,267 L.mg<sup>-1</sup>.ph<sup>-1</sup> và ở nhiệt độ 30°C là 3,45 L.mg<sup>-1</sup>.ph<sup>-1</sup>. Hãy tính năng lượng hoạt hóa E<sub>a</sub> của quá trình này. Biết E<sub>a</sub> không đổi trong suốt quá trình.

#### Câu 5 (4 điểm)

5.1.(1,5 đ) Dung dịch A gồm Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,060 M và AgNO<sub>3</sub> 0,012 M.

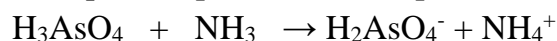
a) Thêm từng giọt K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> vào dung dịch A cho đến dư. Cho biết hiện tượng xảy ra và bằng tính toán hãy giải thích điều đó.

b) Thêm 50,0 mL K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 0,270 M vào 100,0 mL dung dịch A. Tính nồng độ các ion trong hỗn hợp thu được.



### 5.2.(2,0 đ)

a) Hãy trình bày cách thiết lập sơ đồ pin sao cho khi pin hoạt động thì xảy ra phản ứng:



b) Tính sức điện động của pin ở điều kiện tiêu chuẩn ( $E^\circ_{\text{pin}}$ ).

c) Biết  $C_{\text{H}_3\text{AsO}_4} = 0,025 \text{ M}$ ;  $C_{\text{NH}_3} = 0,010 \text{ M}$ .

i) Tính sức điện động của pin.

ii) Tính thế của từng điện cực khi hệ đạt trạng thái cân bằng.

Cho:  $\text{pK}_{\text{a}_1}(\text{H}_3\text{AsO}_4) = 2,13$ ;  $\text{pK}_{\text{a}_2}(\text{H}_3\text{AsO}_4) = 6,94$ ;  $\text{pK}_{\text{a}_3}(\text{H}_3\text{AsO}_4) = 11,50$ ;  $\text{pK}_{\text{a}(\text{NH}_4^+)} = 9,24$  ( $\text{pK}_{\text{a}} = -\lg K_{\text{a}}$ ,

với  $K_{\text{a}}$  là hằng số phân li axit);  $p_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$ ; ở  $25^\circ\text{C}$  thì  $2,303 \cdot \frac{RT}{F} = 0,0592$ .

### 5.3.(0,5 đ) Phương án thực hành

a) Trong một phép chuẩn độ, để xác định nồng độ của một dung dịch NaOH (đựng trong buret) bằng phép chuẩn độ với dung dịch kali hiđro o-phtalat đã biết nồng độ chính xác (đựng trong bình tam giác) và sử dụng chỉ thị là dung dịch phenolphthalein. Tại thời điểm dung dịch trong bình tam giác đổi màu, thể tích đọc được trên buret là 8,54 mL và có một giọt dung dịch còn treo ở đầu dưới của buret. Một học sinh cho rằng cần lấy giọt dung dịch này vào bình tam giác. Một học sinh khác lại cho rằng nên bỏ giọt dung dịch này. So sánh ảnh hưởng của hai cách làm này đến nồng độ NaOH được tính từ kết quả phép chuẩn độ trên.

b) Cho các dụng cụ được sử dụng trong thí nghiệm chuẩn độ như: buret, erlen, ống đong và bình định mức. Trong các dụng cụ trên thì dụng cụ nào cần phải tráng lại bằng chính dung dịch mà nó chứa bên trong khi thực hành chuẩn độ?

----- 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: .....