



ĐỀ CHÍNH THỨC

MỖI CÂU THÍ SINH LÀM TRÊN MỘT TỜ GIẤY THI

Cho: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$; $F = 96485 \text{ C/mol}$; $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$; $P_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

CÂU 1 (2,5 điểm)

1.1. Polonium-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) là một nguyên tố phóng xạ được phát hiện lần đầu tiên vào năm 1898 bởi Marie Curie. Có thể điều chế Polonium-210 bằng cách bắn phá hạt nhân Bismuth-209 ($^{209}_{83}\text{Bi}$) bằng dòng neutron. Quá trình này tạo ra hạt nhân Bismuth-210 kém bền, tiếp tục bị phân hủy tạo thành Polonium-210 và phát ra tia β . Biết chu kỳ bán rã của Polonium-210 là 138,4 ngày và khi phân rã phát ra tia α .

- Viết cấu hình electron đầy đủ của polonium và cho biết vị trí của nó trong bảng hệ thống tuần hoàn.
- Viết các phản ứng hạt nhân xảy ra trong quá trình điều chế Polonium-210 từ Bismuth-210.
- Viết phản ứng hạt nhân xảy ra trong quá trình phân rã Polonium-210.
- Hãy tính thời gian cần thiết để một mẫu Polonium-210 bị phân rã 75% so với lượng ban đầu.
- Một thiết bị phát hiện được độ phóng xạ nhỏ nhất là $10^{-4} \mu\text{Ci}$. Tính lượng Polonium-210 nhỏ nhất (theo gam) mà thiết bị này có thể phát hiện được. Cho biết: $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

1.2. Biết năng lượng cần cung cấp để tách cả hai electron ra khỏi nguyên tử He là 79,0 eV. Khi chiếu một bức xạ có bước sóng 40,0 nm vào nguyên tử He thì thấy có 1 electron thoát ra. Tính vận tốc của electron này. Cho biết: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

1.3. Sắp xếp theo chiều tăng dần năng lượng ion hoá thứ nhất của các nguyên tố: $_{11}\text{Na}$, $_{12}\text{Mg}$, $_{13}\text{Al}$, $_{14}\text{Si}$, $_{15}\text{P}$, $_{16}\text{S}$, $_{17}\text{Cl}$. Giải thích.

CÂU 2 (2,5 điểm)

2.1. Xenon có thể tạo được nhiều hợp chất, trong đó có XeF_2 , XeF_4 .

Viết công thức Lewis và dự đoán dạng hình học của các phân tử theo mô hình VSEPR.

2.2. a) Vẽ giản đồ MO cho các phân tử B_2 và O_2 .

b) Lập luận ngắn gọn để so sánh năng lượng ion hóa thứ nhất của mỗi phân tử với năng lượng ion hóa thứ nhất của các nguyên tử tương ứng.

2.3. Hợp kim của titanium và iron có công thức Ti_xFe_y . Trong mạng tinh thể này, các nguyên tử Fe tạo thành mạng lập phương đơn giản và các nguyên tử Ti nằm ở tâm của mạng lập phương đơn giản đó.

a) Vẽ ô mạng cơ sở của Ti_xFe_y và cho biết tỉ số $x : y$.

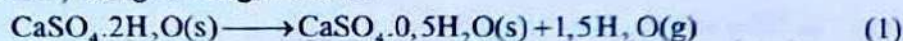
b) Tinh thể Ti_xFe_y được sử dụng để tích trữ hydrogen. Biết các nguyên tử hydrogen có thể chiếm tất cả các lỗ trống được tạo bởi 4 nguyên tử Fe và 2 nguyên tử Ti. Xác định công thức của hydride thu được khi bão hòa hydrogen trong các lỗ trống này.

c) Tính khối lượng nhỏ nhất của tinh thể Ti_xFe_y để có thể tích trữ tối đa 10,08 kg hydrogen.

Cho biết: $\text{Fe} = 55,85 \text{ g/mol}$; $\text{Ti} = 47,88 \text{ g/mol}$; $\text{H} = 1,008 \text{ g/mol}$.

CÂU 3 (2,5 điểm)

3.1. Thạch cao nung ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) dùng trong xây dựng được sản xuất bằng cách nung thạch cao sống ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) trong lò nung ở 450 K:



a) Tính enthalpy chuẩn của phản ứng ở 298 K và ở 450 K.

b) Tính năng lượng cần thiết để sản xuất ra 40 kg thạch cao nung, nếu thạch cao sống ở 298 K được đưa vào lò nung ở 450 K.

c) Năng lượng cần thiết để thực hiện phản ứng (1) được cung cấp bởi quá trình đốt cháy than ở 450 K, 1 bar bằng không khí. Giả sử: than chỉ chứa 75% carbon, còn lại là chất trơ; không khí được lấy sao cho lượng O_2 gấp 2 lần lượng cần thiết cho phản ứng đốt cháy; hỗn hợp than-không khí ban đầu ở 298K; khí đi ra khỏi lò nung ở 450 K, 1 bar; chỉ 80% lượng nhiệt tỏa ra bởi quá trình đốt cháy than được sử dụng cho phản ứng nung thạch cao sống. Tính khối lượng than cần thiết để sản xuất được 40 kg thạch cao nung.

Cho biết:

- Không khí gồm O_2 và N_2 với tỉ lệ thể tích $O_2/N_2 = 1/4$.
- Nhiệt hình thành chuẩn ở 298 K, và nhiệt dung đẳng áp (không phụ thuộc T) của các chất:

Chất	$CaSO_4 \cdot 2H_2O(s)$	$CaSO_4 \cdot 0,5H_2O(s)$	$H_2O(g)$	$CO_2(g)$	$O_2(g)$	$N_2(g)$	$C(s)$
$\Delta_f H_{298}^\circ$ (kJ/mol)	-2022,62	-1576,74	-241,83	-393,51	-	-	-
C_p (J/K.mol)	186,2	120,2	33,6	36,4	29,3	29,1	8,6

- Nhiệt dung đẳng áp của chất tro trong than: $C_{tr} = 0,8 \text{ J/K.g}$

3.2. Ở 25°C, 1 bar, pyridine là một chất lỏng, không màu có mùi khó chịu, có công thức cấu tạo thu gọn như hình bên.



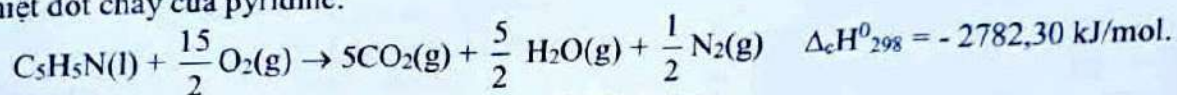
a) Tính nhiệt hình thành chuẩn $\Delta_f H_{298}^\circ$ của pyridine:

- từ nhiệt đốt cháy và nhiệt hình thành của các chất
- từ năng lượng liên kết.

b) So sánh 2 giá trị tính được từ a) và cho biết giá trị tin cậy hơn. Giải thích.

Cho biết:

- Nhiệt hình thành chuẩn $\Delta_f H_{298}^\circ$ của $H_2O(l)$, $CO_2(g)$ và $C(g)$ lần lượt là: -285,83 kJ/mol; -393,51 kJ/mol và 716,70 kJ/mol.
- Nhiệt đốt cháy của pyridine:



- Nhiệt hóa hơi ở 298K của pyridine: $\Delta H_{hh}^\circ = 40,20 \text{ kJ/mol}$.
- Năng lượng của các liên kết:

Liên kết	H-H	C-C	C=C	C=N	C-N	C-H	N≡N
E_b (kJ/mol)	436	345	615	615	305	415	945

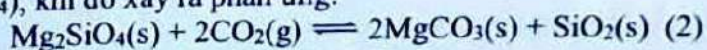
CÂU 4 (3,0 điểm)

4.1. Ở nhiệt độ cao, N_2O bị phân hủy theo phản ứng: $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + 1/2 O_2(g)$ (1). Động học của phản ứng này được nghiên cứu bằng cách cho một lượng $N_2O(g)$ vào một bình kín (ban đầu không chứa chất nào khác) và đo áp suất của hệ theo thời gian ở 873 K như sau:

t (phút)	0	10	25	45	65	90
P (mmHg)	200,0	210,5	224,2	239,4	251,2	263,5

- Chứng minh rằng phản ứng tuân theo quy luật động học bậc 1.
- Tính hằng số tốc độ phản ứng và thời gian bán phân ứng ở 873 K.
- Tính áp suất của bình phản ứng tại thời điểm $t = 80 \text{ s}$.
- Biết năng lượng hoạt hóa của phản ứng là 280 kJ/mol. Tính hằng số tốc độ của phản ứng và thời gian bán phân ứng ở 1200 K.
- Nitrous kit có thể được sử dụng để tăng công suất của động cơ đốt trong của ô tô. Kit này sẽ đưa một lượng khí N_2O vào buồng đốt. Biết thời gian của giai đoạn nén hỗn hợp khí trong buồng đốt thường vào khoảng vài chục mili giây và ở cuối quá trình nén, nhiệt độ của buồng đốt đạt khoảng 1200 K. Giải thích về mặt vật lý tác dụng tăng công suất động cơ đốt trong của nitrous kit.

4.2. Đến nay, các nhà khoa học đã nghiên cứu và đề xuất nhiều giải pháp khác nhau để thu hồi và lưu trữ CO_2 . Một trong số đó là sử dụng đá bazan, dự án này đã được thử nghiệm ở Iceland. Theo đó khí thải giàu CO_2 được bơm vào đá bazan. Xét bài toán mô hình hóa với đá bazan được mô tả tương tự như Forsterite (Mg_2SiO_4), khi đó xảy ra phản ứng:



- Tính hằng số cân bằng K_p của phản ứng ở 380 K.
Biết phản ứng (2) có: $\Delta H_{380}^\circ = -134,04 \text{ kJ.mol}^{-1}$; $\Delta S_{380}^\circ = -344,26 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Trong một thí nghiệm người ta cho x mol $Mg_2SiO_4(s)$ vào một bình rỗng dung tích không đổi bằng 10 L, ban đầu không chứa chất nào khác và bơm khí CO_2 vào bình và chờ cho đến khi áp suất của bình phản ứng không thay đổi (trạng thái cuối). Trong quá trình thí nghiệm, nhiệt độ của hệ được duy trì ở 380 K. Tính áp suất tối thiểu của bình để xảy ra phản ứng (2).
- Biết trong thí nghiệm ở b) CO_2 được đưa vào bình phản ứng sao cho áp suất của bình tại thời điểm ban đầu bằng 30,200 bar và các chất rắn có thể tích không đáng kể. Tính thành phần của hệ (theo mol) và áp suất của bình phản ứng (theo bar) ở trạng thái cuối khi x = 4,000 mol và khi x = 6,500 mol.

Cho biết: CO_2 được coi là khí lí tưởng

CÂU 5 (3,0 điểm)

5.1. Cho dung dịch đậm X gồm CH_3COOH và CH_3COONa có $\text{pH} = 5,01$ và tổng nồng độ $C(\text{CH}_3\text{COOH}) + C(\text{CH}_3\text{COONa}) = 1,00 \text{ M}$.

a) Tiến hành pha 100,0 mL dung dịch đậm X từ dung dịch CH_3COONa 1,00 M và dung dịch CH_3COOH 1,00 M. Tính thể tích dung dịch CH_3COONa 1,0 M và dung dịch CH_3COOH 1,00 M cần dùng để pha được 100,0 mL dung dịch đậm X.

b) Tính số mol NaOH cần cho vào 100,0 mL dung dịch đậm X để pH của dung dịch thay đổi 0,1 đơn vị. Coi thể tích dung dịch đậm X không đổi sau khi cho thêm NaOH .

c) Thêm 1,00 mL dung dịch đậm X vào 1,00 mL dung dịch gồm $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 0,020 M và $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 0,020 M, thu được dung dịch Y.

Bằng tính toán hãy cho biết có kết tủa tạo thành từ dung dịch Y hay không? Nếu có, cho biết thành phần định tính của kết tủa. Tính pH của dung dịch Y.

Cho biết: Ở 298 K; $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$; $\text{pK}_s(\text{Al}(\text{OH})_3) = 32,4$; $\text{pK}_s(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 10,9$; $\beta(\text{AlOH}^{2+}) = 10^{-4,30}$; $\beta(\text{MgOH}^+) = 10^{-12,80}$; $\text{pK}_w = 14,0$.

5.2. Dung dịch NaOH thường được pha để làm dung dịch base chuẩn cho các phép chuẩn độ acid base. Tuy nhiên nồng độ NaOH tính từ lượng cân thường không chính xác. Do vậy, sau khi pha xong, người ta thường xác định lại nồng độ NaOH (chuẩn hoá dung dịch NaOH) bằng các dung dịch chất chuẩn như dung dịch oxalic acid, potassium hydrogen phthalate,...

Tiến hành chuẩn hoá dung dịch NaOH bằng dung dịch oxalic acid 0,0250 M. Phản ứng chuẩn độ xảy ra như sau: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

a) Tính khối lượng $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ cần dùng để pha được 100,0 mL dung dịch oxalic acid 0,0250 M.

b) Trình bày ngắn gọn cách pha 100,0 mL dung dịch oxalic acid 0,0250 M.

c) Để tiến hành phép chuẩn hoá, tiến hành thí nghiệm như sau:

– Dùng pipet để lấy chính xác 10,00 mL dung dịch oxalic acid 0,0250 M vào bình tam giác.

– Thêm vài giọt chỉ thị phenolphthalein.

– Chuẩn độ bằng dung dịch NaOH cho đến khi dung dịch xuất hiện màu hồng nhạt thì dừng.

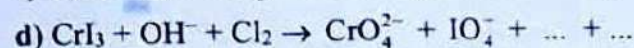
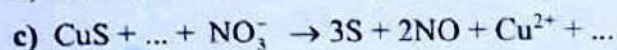
Kết quả 03 lần chuẩn độ được đưa ra trong bảng sau:

Lần	Lần 1	Lần 2	Lần 3
Thể tích dung dịch NaOH tiêu tốn (mL)	8,55	8,50	8,55

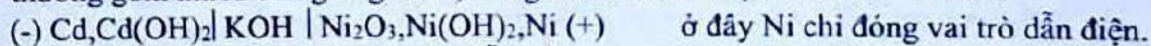
Hãy tính nồng độ của NaOH trong dung dịch trên. Coi sai số chuẩn độ không đáng kể.

CÂU 6 (2,5 điểm)

6.1. Hoàn thành các phương trình hóa học (ở dạng ion) sau đây:



6.2. Ắc quy Nickel – Cadmium thường được sử dụng nhiều trong công nghiệp do có độ tin cậy và tuổi thọ cao. Ắc quy thường gồm nhiều cell giống nhau, trong đó mỗi cell được mô tả bởi sơ đồ:



a) Chỉ ra điện cực anode, điện cực cathode của mỗi cell trong quá trình ắc quy xả điện.

b) Viết phương trình của các bán phản ứng xảy ra tại các điện cực và phản ứng tổng quát trong quá trình ắc quy xả điện.

c) Tính sức điện động chuẩn của mỗi cell (khi ắc quy được tích đầy điện) ở 25°C.

d) Tính mật độ tích trữ năng lượng (theo Wh/kg Ni_2O_3) trong ắc quy. Biết mật độ tích trữ năng lượng được cho bởi công thức: $w = \frac{2.F.E}{m}$ với m là khối lượng Ni_2O_3 .

e) Một ắc quy sử dụng trong công nghiệp ban đầu chứa 1,00 kg Ni_2O_3 và 500 g Cd. Tính dung lượng lý thuyết của ắc quy (theo Ah).

f) Tính thời gian lý thuyết (theo h) cần thiết để tích đầy điện với cường độ dòng điện 20,0 A cho ắc quy ở d) sau khi ắc quy xả hết điện.

Cho biết: $\text{Cd} = 112,4$ $\text{Ni} = 58,7$; $\text{O} = 16$.

Ở 25°C: $E^\circ_{\text{Ni}_2\text{O}_3/\text{Ni}(\text{OH})_2} = 0,18 \text{ V}$; $E^\circ_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = -0,40 \text{ V}$; $\text{pK}_{\text{Cd}(\text{OH})_2} = 14,3$

CÂU 7 (2,0 điểm)

Khi cho hợp chất **A** tác dụng với MnO_2 trong dung dịch H_2SO_4 thu được khí **B**. Khi oxy hoá chất **B** bởi chất **C** thì thu được hai hợp chất là **D** và **E**. Đem thủy phân chất **D** thì thu được các hợp chất **F** và **G**. **G** kém bền, dễ phân hủy nổ dưới tác dụng của ánh sáng hình thành nên các chất **H**, **I** và **J**. **J** cũng có thể được hình thành từ phản ứng của **I** với SO_2 .

Biết rằng: - Các chất **A**, **B**, **D**, **E**, **G**, **H**, **I** và **J** đều chứa nguyên tố **X**.

- Hợp chất **A** được sử dụng làm gia vị thức ăn cũng như là một chất bảo quản thực phẩm.

- Nguyên tố hình thành nên đơn chất **C** nằm trong cùng một nhóm với nguyên tố **X**.

- **D** và **E** là hợp chất đều tạo nên từ hai nguyên tố, trong đó số oxy hoá của **X** trong **D** gấp ba lần số oxy hoá của **X** trong **E**.

- Phân tử khối của **J** bằng 95% phân tử khối của **B**.

7.1. Xác định các chất từ **A** đến **J**.

7.2. Viết phương trình hóa học của các phản ứng xảy ra trong các chuyển hóa mô tả ở trên.

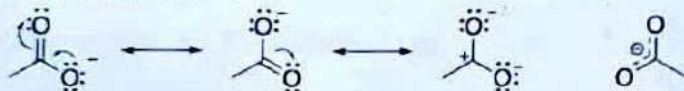
CÂU 8 (2,0 điểm)

8.1. Trong tự nhiên, các chất là đồng phân quang học có thể có mùi vị khác nhau. Thí dụ, hợp chất limonene có tên thay thế là 1-methyl-4-(prop-1-en-2-yl) cyclohex-1-ene có mùi của trái cam và mùi của nhựa thông, nhưng trong cam là đồng phân có cấu hình (**R**), trong khi ở nhựa thông là đồng phân có cấu hình (**S**).

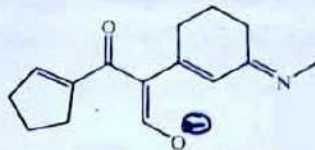
Carvone (hay 2-methyl-5-(prop-1-en-2-yl)cyclohex-2-en-1-one) có sự khác biệt tương tự. Đồng phân (**S**)- Carvone có mùi cây thì là, trong khi đồng phân (**R**)- Carvone có vị bạc hà.

Viết công thức cấu trúc của bốn hợp chất nêu trên.

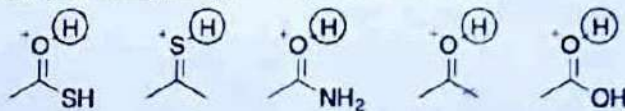
8.2. Một trong những hiệu ứng cơ bản trong hóa học hữu cơ là sự bền hóa do cộng hưởng. Thí dụ sự bền hóa của anion acetate.



a) Chất dưới đây có nhiều công thức cộng hưởng. Hãy viết hai trong số các công thức cộng hưởng của anion này.



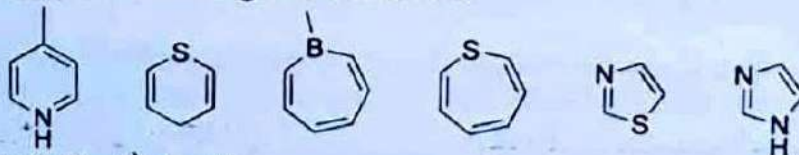
b) So sánh lực acid của nguyên tử hydrogen được khoanh tròn.



c) So sánh độ bền của cặp carbocation:



d) Chỉ ra các chất có tính thơm trong số các chất sau:



e) Hợp chất nào dưới đây bền hơn?



HẾT

Họ và tên thí sinh: Số báo danh: