

Câu 1: (1,5 điểm)

Dựa vào đặc điểm cấu tạo của các phân tử NH_3 , H_2S và H_2O . Hãy cho biết.

- Tại sao góc hóa trị của các phân tử lại khác nhau: Góc (HNH) = 107° , góc (HSH) = 92° , góc (HOH) = $104,5^\circ$. Giải thích.
- Tại sao ở điều kiện thường H_2S và NH_3 là chất khí còn H_2O là chất lỏng.
- Theo em tại sao H_2O có khối lượng riêng lớn nhất ở 4°C và $P = 1 \text{ atm}$.

Câu 2:(1,5 điểm)

Trong một hệ có cân bằng $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (*) được thiết lập ở 400 K người ta xác định được các áp suất riêng phần sau đây:

$$p_{\text{H}_2} = 0,376 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad p_{\text{N}_2} = 0,125 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad p_{\text{NH}_3} = 0,499 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- Tính hằng số cân bằng K_p và ΔG^0 của phản ứng (*) ở 400 K.
- Tính lượng N_2 và NH_3 , biết hệ có 500 mol H_2 .
- Thêm 10 mol H_2 vào hệ này đồng thời giữ cho nhiệt độ và áp suất tổng cộng không đổi. Bằng cách tính, hãy cho biết cân bằng (*) chuyển dịch theo chiều nào?
- Trong một hệ cân bằng $\text{H}_2/\text{N}_2/\text{NH}_3$ ở 410 K và áp suất tổng cộng $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, người ta tìm được: $K_p = 3,679 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-2}$, $n(\text{N}_2) = 500 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = 100 \text{ mol}$ và $n(\text{NH}_3) = 175 \text{ mol}$. Nếu thêm 10 mol N_2 vào hệ này đồng thời giữ cho nhiệt độ và áp suất không đổi thì cân bằng chuyển dịch theo chiều nào?

Cho: Áp suất tiêu chuẩn $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $R = 8,314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Câu 3: (2,0 điểm)

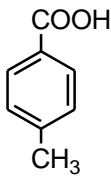
1. Tính nồng độ của axit propionic (HPr) phải có trong dung dịch axit axetic (HAX) $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ sao cho :

- Độ điện li của axit axetic bằng 0,08

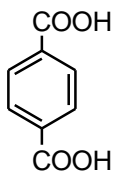
b. pH của dung dịch bằng 3,28.

Cho : $K_{HAx} = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_{HPr} = 1,3 \cdot 10^{-5}$

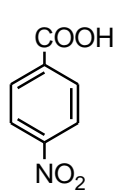
2. So sánh tính axit, nhiệt độ nóng chảy, độ tan trong nước của các chất sau:



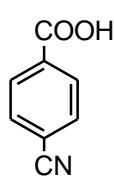
(A)



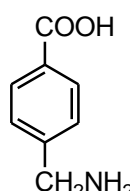
(B)



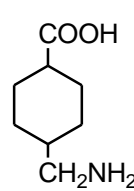
(C)



(D)



(E)



(F)

Câu 4: (2 điểm)

1. Anetol có phân tử khối là 148 và hàm lượng các nguyên tố: 81,04% C; 8,16% H; 10,8% O.

a) Xác định công thức phân tử của anetol.

b) Viết công thức cấu trúc của anetol dựa vào các thông tin sau:

- Anetol làm mất màu nước brom;

- Anetol có hai đồng phân hình học;

- Sự oxi hóa anetol tạo ra axit metoxibenzoic (**M**) và sự nitro hóa **M** chỉ cho duy nhất axit metoxinitrobenzoic.

2. a) Viết phương trình của các phản ứng: (1) anetol với brom trong nước; (2) oxi hóa anetol thành axit metoxibenzoic; (3) nitro hóa **M** thành axit metoxinitrobenzoic. Viết tên của anetol và tất cả các sản phẩm hữu cơ nêu trên theo danh pháp IUPAC.

b) Vẽ cấu trúc hai đồng phân hình học của anetol.

Câu 5: (3,0 điểm).

1. Cho m gam Mg vào dung dịch chứa 0,1 mol $AgNO_3$ và 0,25 mol $Cu(NO_3)_2$, sau một thời gian thu được 20 gam kết tủa và dung dịch X chứa hai muối. Tách lấy kết tủa, thêm tiếp 9,6 gam bột sắt vào dung dịch X, sau khi các phản ứng hoàn toàn, thu được 10,56 gam kết tủa.

Giá trị của m là bao nhiêu gam? Cho $Ag = 108$; $Fe = 56$; $Mg = 24$.

2. Cho 0,5 mol hỗn hợp X gồm hai este đơn chức tác dụng vừa đủ với 350 ml dung dịch KOH 2M, thu được chất hữu cơ Y (no, đơn chức, mạch hở, có tham gia phản ứng tráng gương) và 75,4 gam hỗn hợp muối. Đốt cháy hoàn toàn Y cần vừa đủ 16,8 lít khí O_2 (đktc).

Khối lượng của 0,5 mol X là bao nhiêu gam? (Cho $K = 39$; $C = 12$; $O = 16$; $H = 1$)

***** -HẾT- *****

ĐÁP ÁN ĐỀ THI NĂNG KHIẾU LỚP 11

Môn: Hóa học

Thời gian làm bài: 180 phút

Ngày thi: 7 tháng 12 năm 2020

Câu	Ý	Hướng dẫn chấm	Điểm
I 1,5đ	1.	<p>+ Trong phân tử NH₃ và H₂O. Nguyên tử N và O đều ở trạng thái lai hóa sp³. nên góc hóa trị gần với góc 109°28'.</p> <p>+ Nhưng do cặp electron tự do không tham gia liên kết trên obitan lai hóa khuếch tán khá rộng trong không gian so với cặp electron liên kết, nên nó có tác dụng đẩy mây electron liên kết và do đó góc liên kết thực tế lại thua góc lai hóa sp³. Trong phân tử NH₃ nguyên tử N có một cặp electron không liên kết, còn trong phân tử H₂O nguyên tử O còn 2 cặp electron không liên kết. Vì vậy góc liên kết (HOH) nhỏ hơn góc liên kết (HNH) và nhỏ hơn 109°28'.</p> <p>+ Trong phân tử H₂S. S ở chu kì 3 khả năng tạo lai hoá kém nên trong H₂S mặc dù có cấu tạo tương tự H₂O nhưng S không lai hoá sp³.</p> <p>Nguyên tử S bỏ ra 2 electron độc thân trên 2 obitan p (p_x, p_y) xen phủ với 2 obitan 1s có electron độc thân của nguyên tử H tạo 2 liên kết S – H. Góc tạo bởi trục của 2 obitan p_x và p_y là 90°. Nhưng do tạo 2 liên kết S – H làm tăng mật độ electron khu vực giữa nhân hai nguyên tử S, H. Hai cặp electron liên kết này đẩy nhau làm cho góc liên kết HSH lớn hơn 90° và thực tế là 92°.</p>	0,5 0,5
	2.	<p>Ở điều kiện thường NH₃, H₂S là chất khí; H₂O là chất lỏng. H₂O và NH₃ cùng tạo được liên kết hidro liên phân tử nhưng H₂O có khả năng tạo liên kết hidro mạnh hơn so với NH₃ do hidro linh động hơn.</p> <p>H₂S không tạo được liên kết hidro liên phân tử, phân tử phân cực kém nên có nhiệt độ sôi thấp.</p>	0,25
	3.	<p>Có hai lí do:</p> <p>Thứ nhất, khi nước đá nóng chảy liên kết hidro bị đứt đi tạo thành những liên hợp phân tử đơn giản hơn. Suy ra, thể tích nước giảm nên khối lượng riêng tăng dần từ 0 – 4°C.</p> <p>Thứ hai, từ 4°C trở đi do ảnh hưởng của nhiệt, khoảng cách giữa các phân tử tăng dần làm cho thể tích nước tăng lên và làm khối lượng riêng giảm dần. Do liên quan giữa hai cách biến đổi thể tích ngược chiều nhau, nên nước có khối lượng riêng lớn nhất ở 4°C.</p>	0,25
II 1,5 đ	1	$K_p = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{H}_2}^3 \times P_{\text{N}_2}} \Rightarrow K_p = \frac{(0,499 \times 10^5)^2}{(0,376 \times 10^5)^3 \times (0,125 \times 10^5)} = 3,747 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-2}$ $K = K_p \times P_0^{-\Delta n} \Rightarrow K = 3,747 \cdot 10^{-9} \times (1,013 \cdot 10^5)^2 = \mathbf{38,45}$ $\Delta G^0 = -RT \ln K \Rightarrow \Delta G^0 = -8,314 \times 400 \times \ln 38,45 = -12136 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{-12,136 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$	0,25

	2	$n_{N_2} = \frac{n_{H_2}}{P_{H_2}} \times P_{N_2} \Rightarrow n_{N_2} = \frac{500}{0,376} \times 0,125 = \mathbf{166 \text{ mol}}$ $n_{NH_3} = \frac{n_{H_2}}{P_{H_2}} \times P_{NH_3} \Rightarrow n_{NH_3} = \frac{500}{0,376} \times 0,499 = \mathbf{664 \text{ mol}}$ $\Rightarrow n_{\text{tổng}} = 1330 \text{ mol} \Rightarrow P_{\text{tổng}} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$	0,25
	3	<p>Sau khi thêm 10 mol H₂ vào hệ, n_{tổng cộng} = 1340 mol.</p> $P_{H_2} = \frac{510}{1340} \times 1 \times 10^5 = 0,381 \cdot 10^5 \text{ Pa} ; \quad P_{N_2} = \frac{166}{1340} \times 1 \times 10^5 = 0,124 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_{NH_3} = \frac{664}{1340} \times 1 \times 10^5 = 0,496 \times 10^5 \text{ Pa.} \quad \Delta G = \Delta G^0 + RT \ln K$ $\Delta G^0 = [-12136 + 8,314 \times 400 \ln \left(\frac{0,496^2}{0,381^3} \times \frac{1,013^2}{0,124} \right)] = \mathbf{-144,5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}$ <p>\Rightarrow Cân bằng (*) chuyển dịch sang phải.</p>	0,5
	4	<p>Sau khi thêm 10 mol N₂ trong hệ có 785 mol khí và áp suất phần mỗi khí là:</p> $P_{H_2} = \frac{100}{785} \times 1 \times 10^5 \text{ Pa} ; \quad P_{N_2} = \frac{510}{785} \times 1 \times 10^5 \text{ Pa} ; \quad P = \frac{175}{785} \times 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ $\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln K$ $\Delta G = 8,314 \times 410 \times [-\ln (36,79 \times 1,013^2) + \ln \left(\frac{175^2}{100^2 \times 510} \times 785^2 \times 1,013^2 \right)] =$ $19,74 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p>Cân bằng (*) chuyển dịch sang trái.</p>	0,5
III 2,0đ	1	<p>a. Khi có mặt axit propionic trong dung dịch có cân bằng :</p> $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- , W = 10^{-14} \quad (1)$ $HPr \rightleftharpoons H^+ + Pr^- , K_1 = 1,3 \cdot 10^{-5} \quad (2)$ $HAX \rightleftharpoons H^+ + Ax^- , K_2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad (3)$ <p>Do sự xuất hiện thêm H⁺ của HPr nên cân bằng của HAX bị chuyển dịch sang trái và độ điện li của HAX sẽ giảm so với độ điện li của axit cùng nồng độ ở trong nước</p> <p>Thực tế trong dung dịch nước, ta có HAX :</p> $\frac{\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{K_2}{C}$ <p>với $\alpha \ll 1$, ta có : $\alpha = \sqrt{\frac{K_2}{C}} = \sqrt{1,8 \cdot \frac{10^{-5}}{2 \cdot 10^{-3}}} = 0,095$</p> <p>Như vậy HPr có mặt làm độ điện li HAX còn 0,08.</p> $HAX \rightleftharpoons H^+ + Ax^- , K_2 = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad (3)$	0,5

$$C = 2.10^{-3}$$

$$[] = 2.10^{-3} - C \quad C$$

$$[Ax^-] = C = 0,08. 2.10^{-3} = 1,6.10^{-4} \text{ (M)}$$

$$[HAX] = 2.10^{-3} - C = 2.10^{-3} - 1,6.10^{-4} = 1,84.10^{-3} \text{ (M)}$$

$$[H^+] = K_2 \cdot \frac{[HAX]}{[Ax^-]} = 1,8.10^{-5} \cdot \frac{1,84.10^{-3}}{1,6.10^{-4}} = 2,07.10^{-4} \text{ (M)}$$

Theo định luật bảo toàn proton : $[H^+] = [OH^-] + [Pr^-] + [Ax^-] \approx [Pr^-] + [Ax^-]$ (4)

Thay $[H^+]$ vào (4) ta rút ra : $[Pr^-] = 2,07.10^{-4} - 1,6.10^{-4} = 4,7.10^{-5} \text{ (M)}$

Theo định luật tác dụng khối lượng ta có :

$$[HPr] = \frac{[H^+][Pr^-]}{K_1} = \frac{2,07.10^{-4} \cdot 4,7.10^{-5}}{1,3.10^{-5}} = 7,48.10^{-4}$$

Vậy nồng độ axit HPr phải có mặt :

$$C_{HPr} = [Pr^-] + [HPr] = 4,7.10^{-5} + 7,48.10^{-4} = 7,95.10^{-4} \text{ (M)}$$

b. Trong dung dịch nồng độ HAX gần đúng bằng nồng độ của ion H^+ :

$$[H^+] = \sqrt{K_2 \cdot C} = \sqrt{1,8.2.10^{-3} \cdot 10^{-5}} = 1,9.10^{-4} \text{ (M)}$$

Khi có mặt HPr, nồng độ ion H^+ tăng lên, do sự phân li HPr nên pH giảm xuống còn 3,28.

Cả 2 cân bằng (2) và (3) đều tương đương, theo định luật bảo toàn proton :

$$[H^+] = [OH^-] + [Pr^-] + [Ax^-] \approx [Pr^-] + [Ax^-]$$

$$= K_2 \cdot \frac{[HAX]}{[H^+]} + K_1 \cdot \frac{[HPr]}{[H^+]}$$

$$\Rightarrow [H^+]^2 = K_2 \cdot [HAX] + K_1 \cdot [HPr]$$

Thay $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,28} = 5,2.10^{-4} \text{ (M)}$

$$[HAX] = C_{HAX} \cdot \frac{[H^+]}{K_2 + [H^+]} = 2.10^{-3} \cdot \frac{10^{-3,28}}{1,8.10^{-5} + 10^{-3,28}} = 1,93.10^{-3} \text{ (M)}$$

$$[HPr] = \frac{[H^+]^2 - K_2 \cdot C_{HAX}}{K_1} = \frac{(5,2.10^{-4})^2 - 1,8.10^{-5} \cdot 1,93.10^{-3}}{1,3.10^{-5}}$$

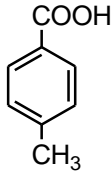
suy ra : $[HPr] = 1,8.10^{-2} \text{ (M)}$

$$C_{HPr} = [HPr] \cdot \frac{K_1 + [H^+]}{[H^+]} = 1,8.10^{-2} \cdot \frac{1,3.10^{-5} + 10^{-3,28}}{10^{-3,28}} = 1,84.10^{-2} \text{ (M)}$$

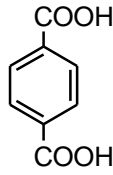
0,5

2

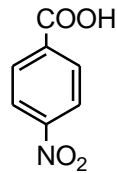
a. * Khi so sánh ta cần xét dạng tồn tại thật của các axit này



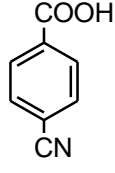
(A)



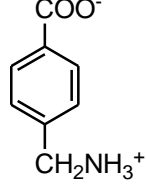
(B)



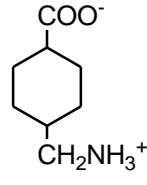
(C)



(D)



(E)



(F)

0,5

- **Tính axit:**

(C) > (D) > (B) > (A) > (E) > (F)

-C_{NO2} -C_{CN} -C_{COOH} +I_{CH3} -I_{vòng(<<)} +I_{vòng}

+ Điện tích âm của axit tạo ra được giải tỏa làm tăng độ bền ion đó cũng như tăng tính axit

+ Nhóm hút e làm tăng độ phân cực của liên kết O-H hoặc +N-H

- b. **Độ tan trong H₂O, t_{nc}⁰**

0,5

(E)	> (F)	> (B)	> (C)	> (D)	> (A)
Ion lưỡng cực, μ _{phân tử} lớn		2 nhóm -COOH	μ _{phân tử} lớn, tạo được liên kết		
phẳng	không	tạo được liên kết	hiđro liên phân tử mạnh		
	phẳng	hiđro liên phân tử mạnh			

IV
2,0đ

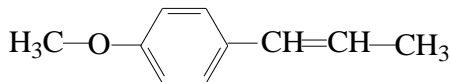
1

a. Xác định công thức phân tử của anetol:

C = (81,04/12,00) = 6,75 ; H = (8,16/1,01) = 8,08 ; O = (10,8/16,0 = 0,675

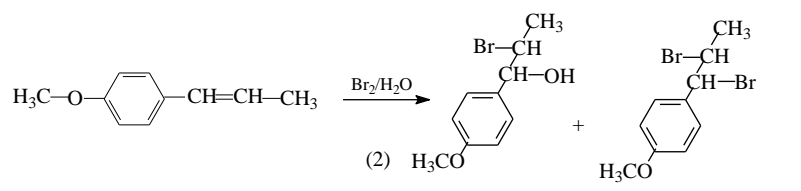
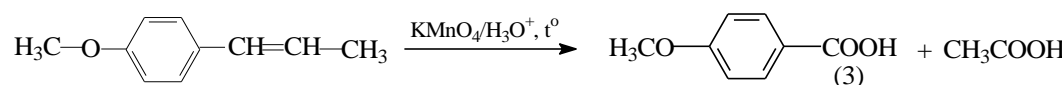
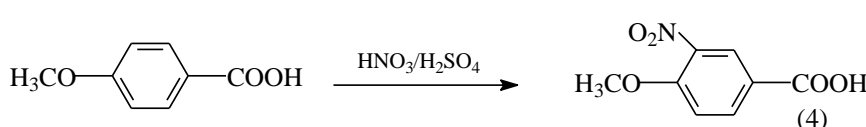
C = 6,75/0,675 = 10 ; H = (8,08/0,675) = 12 ; O = 1 ⇒ **C₁₀H₁₂O**

b. Anetol làm mất màu nước brom nên có liên kết đôi; vì tồn tại ở dạng hai đồng phân hình học (liên kết đôi, π) và khi oxi hóa cho axit nên có liên kết đôi ở mạch nhánh; vì chỉ cho 1 sản phẩm sau khi nitro hóa nên nhóm metoxi ở vị trí 4 (COOH- nhóm thế loại 2, metoxi nhóm thế loại 1). Đó là axit 4-metoxi-3-nitrobenzoic. Vậy anetol là:



0,5

0,5

	<p>2 *(1) anetol với brom trong nước.</p>  <p>* (2) oxi hóa anetol thành axit metoxibenzoic:</p>  <p>* (3) nitro hóa M thành axit metoxinitrobenzoic:</p>  <p>* Tên của anetol và tất cả các sản phẩm hữu cơ nêu trên theo danh pháp IUPAC:</p> <p>(1) 1-metoxi-4-(1-propenyl)benzen hoặc 1-metoxi-4-(propenyl)benzen (2) 2-Brom-1-(4-metoxiphenyl)-1-propanol; (3) Axit 4-metoxibenzoic; (4) Axit 4-metoxi-3-nitrobenzoic</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>V 3,0đ</p>	<p>1 Ta có: $n_{Fe} = 6/35$ mol $Mg + 2AgNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2Ag$ $Mg + Cu(NO_3)_2 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + Cu$ Dung dịch X gồm $Mg(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$ dư. Kết tủa thu được chứa Ag, Cu, có thể có Mg dư $Fe + Cu(NO_3)_2 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu$ Dung dịch X chứa a mol Mg^{2+}, b mol Cu^{2+}, 0,6 mol NO_3^- tác dụng với Fe thu được: + 10,56 gam kết tủa chứa b mol Cu, (6/35-b) mol Fe dư \rightarrow giá trị b = 0,12 Dung dịch sau phản ứng chứa: Mg^{2+}: a mol; Fe^{2+}: 0,12 mol; NO_3^-: 0,6 mol. Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có: $2a + 2 \cdot 0,12 = 0,6 \rightarrow a = 0,18$ mol 20 gam kết tủa chứa x mol Mg dư; 0,1 mol Ag; $0,25 - 0,12 = 0,13$ mol Cu $\rightarrow m_{Mg \text{ dư}} + 0,1 \cdot 108 + 0,13 \cdot 64 = 20$ gam $\rightarrow m_{Mg \text{ dư}} = 0,88$ gam $\rightarrow m = 0,88 + 0,18 \cdot 24 = 5,20$ gam</p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p>

2	<p> Vì X gồm 2 este đơn chức phản ứng vừa đủ với KOH mà $n_{\text{KOH}} = 0,7 \text{ mol} > x = 0,5 \text{ mol}$ \Rightarrow X chứa một este của phenol Gọi este của phenol là A và este còn lại trong X là B thì ta có hệ phương trình: $\begin{cases} n_{\text{hh}} = n_A + n_B = 0,5 \\ n_{\text{KOH}} = 2n_A + n_B = 0,7 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n_A = 0,2 \\ n_B = 0,3 \end{cases}$ Vì $X + \text{KOH} \rightarrow Y$ có tham gia phản ứng tráng gương \Rightarrow B tạo ra andehit Y $\Rightarrow n_Y = n_B = 0,3 \text{ mol}$ Y là andehit no, đơn chức, mạch hở nên Y có CTPT là $C_nH_{2n}O$: 0,3 mol $C_nH_{2n}O + \frac{3n-1}{2}O_2 \xrightarrow{t^0} nCO_2 + nH_2O$ $0,3 \rightarrow 0,15(3n-1)\text{mol}$ $\Rightarrow n_{O_2} = 0,75 = 0,15 \cdot (3n-1) \Rightarrow n=2 \Rightarrow Y$ là $C_2H_4O \Rightarrow m_Y = 0,3 \cdot 44 = 13,2 \text{ gam}$ Xét phản ứng: $\begin{array}{ccccccc} A & + & 2\text{KOH} & \Rightarrow & \text{muối} & + & \text{H}_2\text{O} \\ & & 0,2 & & 0,4 & & 0,2 \text{ mol} \end{array}$ $B + \text{KOH} \rightarrow \text{muối} + Y$ BTKL: $m_X + m_{\text{KOH}} = m_{\text{muối}} + m_Y + m_{\text{H}_2\text{O}}$ $m_X = 75,4 + 13,2 + 0,2 \cdot 18 - 0,7 \cdot 56 = 53 \text{ gam}$ </p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
---	--	----------------------------------