BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2022 - 2023

Môn: **HOÁ HỌC**

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

Ngày thi: **24/02/2023**

Đề thi gồm 05 trang, 06 câu

Cho: H = 1,0; N = 14,0; O = 16,0; F = 19,0; Na = 23,0; Cl = 35,5; Co = 58,9; Br = 79,9; $Z_H = 1$; $Z_{Fe} = 26$; $Z_{Co} = 27$; $c = 3.10^8$ m s^{-1}, $e = 1,6.10^{-19}$ C; $F = 96485$ C mol^{-1}; $R = 8,314$ J K^{-1} mol^{-1}; hằng số Boltzmann $k_B = 1,381.10^{-23}$ J K^{-1}; $h = 6,626.10^{-34}$ J s; $N_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1}; ở 298 K: $\frac{2,303RT}{F} = 0,0592$; 1 bar = 10^5 Pa; 0 °C = 273 K.

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

Câu I *(3,0 điểm)*

1. Năng lượng của electron (E_n) trong nguyên tử hydrogen được tính theo công thức:

$$E_n = -\frac{1,312\times10^3}{n^2} \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$$

trong đó, n là số lượng tử chính (n = *1, 2, 3, ...*). Biết rằng sự chuyển dịch electron giữa các trạng thái của nguyên tử hydrogen chỉ được phép khi chênh lệch số lượng tử orbital (Δl) giữa các trạng thái bằng ±1.

a) Một nguyên tử hydrogen ở trạng thái ban đầu ($n = n_c$) chuyển về trạng thái n = 1 thì phát ra một photon có bước sóng 102,57 nm. Xác định n_c và viết cấu hình electron của nguyên tử hydrogen ở trạng thái ban đầu.

b) Nguyên tử hydrogen ở ý **I.1.a** có thể chuyển về mức năng lượng thấp hơn khác. Lập luận và viết cấu hình electron của nguyên tử hydrogen ở mức năng lượng thấp hơn này.

c) Các nguyên tử hydrogen ở trạng thái ứng với n rất lớn được gọi là các nguyên tử kiểu Rydberg. Cho rằng, khi một nguyên tử hydrogen kiểu Rydberg (n = 110) va chạm nhiệt với một nguyên tử khác thì nhận được một năng lượng $\varepsilon = k_B T$ (J), trong đó k_B là hằng số Boltzmann, T (K) là nhiệt độ. Tính toán để chỉ ra xem năng lượng va chạm nhiệt ở 0 °C có đủ để ion hóa nguyên tử Rydberg này không?

2. Liên kết hydrogen là một loại tương tác quan trọng. Một kết quả tính toán năng lượng liên kết hydrogen (E_{lkH}) kiểu X–H···OH_2 và điện tích của nguyên tử H (q_H) trong liên kết X–H (X = C, O, N) trong pha khí (tương tác C–H···OH_2 cũng được xét là một liên kết hydrogen rất yếu) như sau:

	C–H···OH_2 trong CH_4···OH_2	O–H···OH_2 trong H_2O···OH_2	N–H···OH_2 trong NH_4^+···OH_2
E_{lkH} (kJ mol^{-1})	3,0	20,0	80,0
q_H (e)	0,066	0,165	0,352

a) Sử dụng ba cặp số liệu (E_{lkH}, q_H) ở bảng trên, xác định phương trình bậc một mô tả tốt nhất mối liên hệ giữa E_{lkH} (kJ mol^{-1}) với q_H (e).

b) Liên kết hydrogen có trong cấu trúc của các proton hydrate dạng $H(H_2O)_m^+$ (m = 1, 2, ..., 20). Trong proton hydrate $H_5O_2^+$ có hai liên kết hydrogen, mỗi liên kết có độ dài 1,22 Å; bốn liên kết O–H, mỗi liên kết có độ dài 0,98 Å và khoảng cách giữa hai nguyên tử O là 2,44 Å.

i) Vẽ công thức cấu tạo của $H_5O_2^+$ và quy gán (có giải thích) các độ dài liên kết.

ii) Giải thích tại sao năng lượng liên kết hydrogen trong $H_5O_2^+$ (138 kJ mol^{-1}) cao hơn so với các giá trị E_{lkH} trong bảng trên.

c) Nghiên cứu thực nghiệm xác định được khoảng cách giữa 2 nguyên tử oxygen cách nhau 2 liên kết trong proton hydrate $H_7O_3^+$ là 2,43 Å và 2,73 Å. Vẽ (có giải thích) công thức cấu tạo của $H_7O_3^+$ phù hợp với kết quả thực nghiệm.

Câu II *(4,0 điểm)*

Các giá trị nhiệt hình thành chuẩn ($\Delta_f H^0_{298}$) và nhiệt dung C^0_P (coi là không phụ thuộc nhiệt độ) của các chất được cho trong bảng sau:

Chất	$O_2(k)$	$N_2(k)$	$H_2(k)$	$H_2O(h)$	$CH_3OH(k)$	$HCHO(k)$
$\Delta_f H^0_{298}$, kJ mol^{-1}	0	0	0	–241,83	–201,00	–108,60
C^0_P, J K^{-1} mol^{-1}	29,40	29,10	28,84	33,60	44,10	35,40

Coi: Các khí, hỗn hợp khí xử sự như khí lý tưởng; không khí chỉ gồm O_2 và N_2 trong đó O_2 chiếm 20% thể tích. Áp suất chuẩn $p^0 = 1$ bar. C^0_P (không khí) = 29,16 J K^{-1} mol^{-1}. Thiêu nhiệt (nhiệt cháy) chuẩn của $CH_4(k)$ là –890,57 kJ mol^{-1}.

Formaldehyde (HCHO) được tổng hợp từ methanol (CH_3OH) và oxygen khi có mặt một chất xúc tác chọn lọc theo phương trình sau:

$$CH_3OH\ (k) + 1/2O_2\ (k) \rightarrow HCHO\ (k) + H_2O\ (h) \qquad (1)$$

1. Nếu phản ứng (1) tạo ra nước ở thể lỏng thay vì nước ở thể hơi theo phương trình:

$$CH_3OH\ (k) + 1/2O_2\ (k) \rightarrow HCHO\ (k) + H_2O\ (l) \qquad (1b)$$

Không tính toán, chỉ ra (có giải thích) ở 298 K các giá trị $\Delta_r H^0$(1b) và $\Delta_r S^0$(1b) của phản ứng (1b) âm hơn hay dương hơn các giá trị tương ứng của phản ứng (1).

2. Xét bài toán sau với các giả thiết: *i*) trong thiết bị phản ứng áp suất tổng được ổn định ở 1 bar; *ii*) thiết bị phản ứng và buồng cấp nhiệt được thiết kế sao cho cách nhiệt tuyệt đối và có hệ số hấp thụ nhiệt không đáng kể. Thực tế, luôn có phản ứng (2) xảy ra đồng thời với phản ứng (1):

$$CH_3OH\ (k) \rightarrow HCHO\ (k) + H_2\ (k) \qquad (2)$$

a) Cho biết hằng số cân bằng (K) ở 298 K của phản ứng (1) và (2) lần lượt là $K_{298}(1) = 3{,}95.10^{29}$; $K_{298}(2) = 3{,}37.10^{-11}$.

i) Từ biểu thức: $\frac{d\ln K}{dT} = \frac{\Delta_r H^0_T}{RT^2}$, chứng minh rằng $\ln K_T = \ln K_{T_1} + \frac{1}{R}\left[\Delta_r H^0_{T_1}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T}\right) + \Delta C^0_P\left(\ln\frac{T}{T_1} + \frac{T_1}{T} - 1\right)\right]$

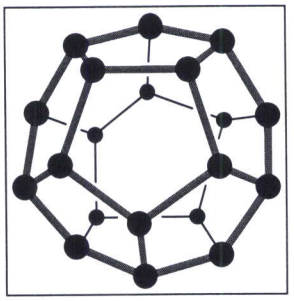
trong đó K_{T_1} và K_T lần lượt là hằng số cân bằng ở nhiệt độ T_1 và nhiệt độ T; $\Delta_r H^0_{T_1}$ là biến thiên enthalpy của phản ứng ở T_1, ΔC^0_P là biến thiên nhiệt dung đẳng áp của phản ứng. Bỏ qua ảnh hưởng của áp suất.

ii) Xác định hằng số cân bằng của phản ứng (1) và (2) ở 700 K.

b) Dẫn x mol methanol (298 K, $x > 1$) theo một đường dẫn, và không khí (298 K, chứa 0,5 mol O_2) theo một đường dẫn khác vào thiết bị phản ứng chứa xúc tác ở nhiệt độ 700 K được giữ không đổi. Xác định thành phần cân bằng (% mol) của hỗn hợp khí ở nhiệt độ 700 K. Biết rằng hỗn hợp khí cân bằng không chứa O_2; nhiệt tỏa ra từ phản ứng (1) chỉ dùng để nâng nhiệt độ hỗn hợp khí ban đầu lên 700 K và để xảy ra phản ứng (2).

c) Trong công nghiệp, toàn bộ hỗn hợp khí đi ra từ thiết bị phản ứng ở ý **II.2.b** được làm nguội đẳng áp đến 298 K. Cho rằng, toàn bộ lượng nhiệt tỏa ra (**Q**) từ sự làm nguội này được dùng để làm nóng không khí trong buồng cấp nhiệt lên nhiệt độ $\mathbf{T_2}$. Xác định nhiệt độ $\mathbf{T_2}$ nếu buồng cấp nhiệt là hình trụ kín có bán kính là 1,3 m, cao 2,0 m chứa sẵn một lượng không khí ở 1,013 bar, 298 K.

3. Khí tự nhiên được tìm thấy ở thềm lục địa trong đó thành phần chủ yếu là methane ở dạng methane hydrate. Trong methane hydrate, phân tử methane bị "nhốt" trong một lồng clathrate được tạo nên từ các phân tử nước. Hình bên là một lồng clathrate. Mỗi đỉnh của lồng là một nguyên tử oxygen. Mỗi cạnh của lồng được tạo bởi liên kết cộng hóa trị và liên kết hydrogen giữa các nguyên tử oxygen và hydrogen (O–H···O).



Lồng clathrate

a) Xác định số phân tử nước, số liên kết hydrogen của các cạnh và số mặt của một lồng clathrate.

b) Xác định số m^3 methane hydrate cần để cung cấp đủ lượng nhiệt **Q** ở ý **II.2.c**. Biết rằng 1 m^3 methane hydrate giải phóng hoàn toàn 164 m^3 khí methane (ở điều kiện chuẩn); sản phẩm đốt cháy chỉ tạo ra khí CO_2 và nước; hiệu suất của quá trình cháy là 80%.

Nếu học sinh không tính được ***Q*** *ở ý* ***II.2.c****, có thể sử dụng lượng nhiệt* $\mathbf{Q_t} = 5{,}0.10^3$ *kJ để tính* $\mathbf{T_2}$ *và ý* ***II.3.b****.*

Câu III *(3,0 điểm)*

Một loại pin nhiên liệu sử dụng methanol (direct methanol fuel cell - DMFC) có phản ứng xảy ra trong pin theo phương trình hóa học sau:

$$CH_3OH\ (l) + 3/2O_2\ (k) \rightarrow CO_2\ (k) + 2H_2O\ (l) \qquad (1)$$

Cho biết: Thiêu nhiệt (nhiệt cháy) chuẩn của $CH_3OH(l) = -726{,}07$ kJ mol^{-1} và entropy: $S^0_{298}(CH_3OH, l) = 126{,}80$ J K^{-1} mol^{-1}; $S^0_{298}(O_2, k) = 205{,}15$ J K^{-1} mol^{-1}; $S^0_{298}(CO_2, k) = 213{,}78$ J K^{-1} mol^{-1}; $S^0_{298}(H_2O, l) = 69{,}95$ J K^{-1} mol^{-1}.

1. a) Viết phương trình các bán phản ứng xảy ra trên các điện cực của pin.

b) Cho biết (có giải thích) những sự thay đổi dưới đây có làm tăng sức điện động lý thuyết của pin nhiên liệu trên hay không?

i) Chất xúc tác được sử dụng trên các điện cực.

ii) Sản phẩm là nước ở thể hơi thay cho thể lỏng.

2. a) Xác định công cực đại có thể thu được từ pin DMFC ở điều kiện chuẩn cho sự tạo thành 2,0 mol H_2O (l) ở 25 °C. Từ đó, xác định sức điện động cực đại lý thuyết mà pin này có thể đạt được trong cùng một điều kiện xác định công cực đại.

b) Tính nhiệt kèm theo phản ứng (1) khi pin làm việc.

c) Từ mối quan hệ giữa biến thiên năng lượng tự do Gibbs của phản ứng với sức điện động của pin, rút ra phương trình biểu diễn sự phụ thuộc của sức điện động chuẩn (E^o) vào nhiệt độ. Dựa vào phương trình thu được, chỉ ra với điều kiện nào thì E^o sẽ ít phụ thuộc vào nhiệt độ nhất?

d) Sử dụng phương trình thu được ở ý **III.2.c**, xác định sức điện động chuẩn của pin ở 80 °C. Bỏ qua ảnh hưởng của nhiệt độ đến các giá trị của $\Delta_r H^0$ và $\Delta_r S^0$.

đ) Hiệu suất của pin nhiên liệu được tính từ tỉ số giữa biến thiên năng lượng cực đại của quá trình dưới dạng công điện và biến thiên enthalpy của phản ứng. Xác định hiệu suất của pin ở điều kiện chuẩn.

3. Phương án thực hành

Một học sinh muốn xác định hằng số bền của phức chất $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ bằng phương pháp điện hóa trong phòng thí nghiệm. Để đạt được mục đích đó, cần thiết lập một pin điện hóa từ hai điện cực: Cu | Cu^{2+}, C_1 và Zn | Zn^{2+}, C_2, trong đó C_1 và C_2 lần lượt là nồng độ mol của dung dịch $CuSO_4$ và dung dịch $ZnSO_4$. Sau đó, tiến hành đo sức điện động của pin. Một số thao tác thực hành chính như sau:

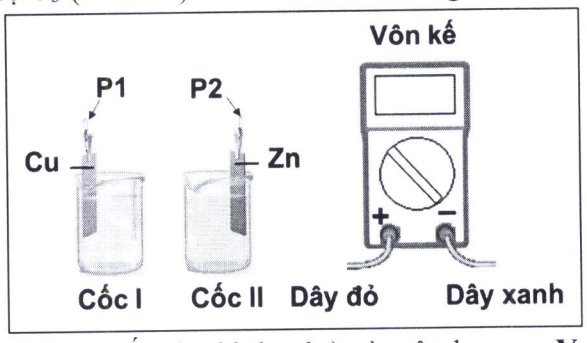
Bước 1: Dùng giấy ráp (giấy nhám) làm sạch bề mặt của hai lá đồng và kẽm. Lấy chính xác cùng một thể tích V_1 dung dịch $CuSO_4$ và dung dịch $ZnSO_4$, lần lượt cho vào cốc đựng lá đồng (*Cốc I*) và cốc đựng lá kẽm (*Cốc II*). Dùng đũa thủy tinh khuấy nhẹ dung dịch.

Bước 2: Thiết lập pin và dùng dây dẫn nối các điện cực của pin với vôn kế có điện trở rất lớn.

Bước 3: Bật vôn kế và đọc giá trị sức điện động của pin (E_1) trên vôn kế.

Bước 4: Lấy chính xác một thể tích V_2 dung dịch NH_3 có nồng độ C_3 (mol L^{-1}) cho vào *Cốc I*. Dùng đũa thủy tinh khuấy nhẹ dung dịch.

Bước 5: Đọc giá trị sức điện động của pin (E_2) trên vôn kế.



a) Trả lời các câu hỏi sau đây:

i) Tại sao cần làm sạch bề mặt lá đồng và lá kẽm (*bước 1*) trước khi cho tiếp xúc với dung dịch $CuSO_4$ và dung dịch $ZnSO_4$?

ii) Các thể tích V_1 và V_2 nếu không lấy chính xác sẽ trực tiếp gây ra sai số của đại lượng nào trong quá trình tính toán hằng số bền của phức chất?

b) Để lắp hệ đo sức điện động của pin (*bước 2*) cần dùng một dây dẫn bọc nhựa màu xanh, một dây dẫn bọc nhựa màu đỏ nối với vôn kế (như hình trên) và một dụng cụ **Y**.

i) Chỉ ra (có giải thích) vị trí cần nối đầu còn lại của dây dẫn màu xanh và màu đỏ với các điểm **P1**, **P2** trong hình trên.

ii) Dụng cụ **Y** là gì và vai trò của nó?

Cho biết: $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0{,}34$ V; $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0{,}76$ V.

Câu IV *(3,0 điểm)*

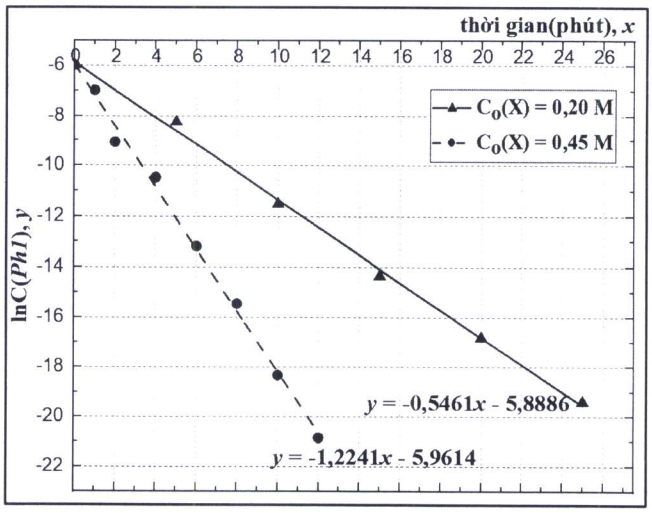
Phản ứng thế phối tử trong phức chất $[ML_4]^{2-}$ bằng tác nhân X trong môi trường acid yếu xảy ra theo phương trình phản ứng:

$$2X + [ML_4]^{2-} \rightarrow [ML_2X_2] + 2L^- \qquad (1)$$

Kí hiệu $[ML_4]^{2-}$ là *Ph1* và $[ML_2X_2]$ là *Ph2*.

Quy luật động học của phản ứng được viết như sau: $v = kC_{H^+}^{n1} C_{Ph1}^{n2} C_X^{n3}$, trong đó n1, n2, n3 lần lượt là bậc riêng phần của phản ứng theo H^+, *Ph1* và X.

Để nghiên cứu động học của phản ứng trên, người ta thực hiện các thí nghiệm *1*, *2* và *3*. Các thí nghiệm này chỉ khác nhau ở nồng độ đầu của các chất và pH, còn các điều kiện khác được giữ ổn định như nhau.



1. *Thí nghiệm 1* và *2* được tiến hành đồng thời ở pH ổn định bằng 5,0; nồng độ đầu của *Ph1* bằng 2,5 mmol L^{-1}, nhưng nồng độ đầu của X ($C_o(X)$) khác nhau. Hãy xác định bậc riêng phần của phản ứng đối với *Ph1* và X dựa vào kết quả thực nghiệm được biểu diễn trong đồ thị ở hình bên.

2. Trong *thí nghiệm 3*, nồng độ của các chất trong hỗn hợp phản ứng được xác định bằng phương pháp đo độ hấp thụ quang. C_o là nồng độ *Ph1* tại thời điểm t = 0. Ở một bước sóng xác định: gọi ε_1, ε_2 và ε_3 lần lượt là hệ số hấp thụ mol của X, *Ph1* và *Ph2*; A_o, A_t và A_∞ lần lượt là độ hấp thụ quang của dung dịch tại thời điểm $t = 0$, thời điểm t và thời điểm phản ứng kết thúc, t_∞. Độ hấp thụ quang của dung dịch tuân theo biểu thức: $A = \sum_i \varepsilon_i l C_i$, trong đó l là hằng số.

a) Thiết lập biểu thức tính hằng số tốc độ phản ứng theo A_o, A_t, A_∞, C_o và t nếu X và *Ph1* được lấy theo đúng hệ số tỉ lượng trong phương trình hóa học, bậc của phản ứng không thay đổi so với thí nghiệm ở ý **IV.1**.

b) Trong điều kiện: $C_o(Ph1)$ = 5,0 mmol L^{-1}; $C_o(X)$ = 10,0 mmol L^{-1}, pH ổn định bằng 5,5; kết quả đo độ hấp thụ quang của dung dịch hỗn hợp phản ứng theo thời gian như sau:

t, phút	0	2,5	5,0	10	15	20	∞
Độ hấp thụ quang	0,632	0,600	0,571	0,522	0,481	0,451	0,120

Viết phương trình luật tốc độ đầy đủ cho phản ứng (1) và xác định hằng số tốc độ của phản ứng.

3. Một cơ chế của phản ứng (1) được đề xuất như sau:

$$[ML_4]^{2-} + X \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} [ML_4X]^{2-} \text{ nhanh} \quad \text{(bước 1)}$$

$$[ML_4X]^{2-} \xrightarrow{k_2} [ML_3X]^- + L^- \quad \text{(bước 2)}$$

$$[ML_3X]^- + X \xrightarrow{k_3} [ML_3X_2]^- \quad \text{(bước 3)}$$

$$[ML_3X_2]^- \xrightarrow{k_4} [ML_2X_2] + L^- \quad \text{(bước 4)}$$

Biện luận và chỉ ra trong các bước 2, 3 và 4, bước nào quyết định tốc độ phản ứng và giải thích được quy luật động học thực nghiệm.

Câu V *(3,0 điểm)*

1. Khi cho **A1** (là chất khí ở điều kiện thường) phản ứng với khí hydrogen trong điều kiện thích hợp thu được khí **A2**. Từ **A2**, qua một số giai đoạn chuyển hóa, thu được acid **A3**. Khi cho **A2** tác dụng với **A3** thu được muối **A4**. Phản ứng giữa **A2** ở dạng lỏng với sodium (Na) theo tỉ lệ 1 : 1 tạo ra sản phẩm **A5**. Khi nhiệt phân **A4** ở 150 °C thu được khí **A6**. Cho **A5** tác dụng với **A6** ở 187 °C thu được muối **A7** (có phần trăm khối lượng nitrogen là 64,62%) và **A2**. Khi cho **A2** dư tác dụng với khí fluorine có mặt xúc tác thu được khí không màu **A8** chứa 19,72% nitrogen về khối lượng. Đun nóng **A8** với đồng ở 398 °C thu được **A9** chỉ chứa hai nguyên tố với tỉ lệ nguyên tử giữa chúng là 1 : 2. Phản ứng giữa **A9** với $AlCl_3$ ở –70 °C tạo ra **A10** (có cấu trúc *trans* và momen lưỡng cực bằng 0) và **A1**.

a) Xác định công thức hóa học của các chất từ **A1** đến **A10**, biết chúng đều chứa nguyên tố nitrogen.

b) Viết các phương trình hóa học tạo ra **A7** đến **A10** được mô tả ở trên.

2. Độ bội ***M*** của một nguyên tử hoặc ion được tính theo công thức ***M*** = *số electron độc thân + 1*. Trong phức chất, sự chuyển electron từ orbital *d* có mức năng lượng thấp đến orbital *d* có mức năng lượng cao của nguyên tử trung tâm trong trường tinh thể là không được phép về mặt spin nếu làm thay đổi độ bội ***M*** của nó.

a) Phức chất $[Fe(CN)_5(NH_3)]^{3-}$ nghịch từ ở áp suất thấp, nhưng lại thuận từ ở áp suất cao.

i) Vẽ giản đồ tách mức năng lượng obital *d* và viết cấu hình electron của nguyên tử trung tâm trong trường tinh thể của phức chất $[Fe(CN)_5(NH_3)]^{3-}$ ở áp suất thấp và ở áp suất cao.

ii) Cho biết (có giải thích) sự chuyển electron giữa các mức năng lượng orbital *d* của nguyên tử trung tâm trong phức chất $[Fe(CN)_5(NH_3)]^{3-}$ là được phép hay không được phép về mặt spin ở áp suất thấp và ở áp suất cao?

b) Phức chất $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ là phức chất spin cao. Dựa vào thuyết trường tinh thể, hãy cho biết sự chuyển electron giữa các mức năng lượng orbital *d* của nguyên tử trung tâm trong phức chất $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ là được phép hay không được phép về mặt spin.

3. Phức chất **P1** có công thức phân tử $Co_2(CO_3)_3(NH_3)_6$. Khi cho **P1** tác dụng với acid HNO_3 trong điều kiện thích hợp tạo ra khí CO_2 và hai phức chất **P2**, **P3**. Hai phức chất này đều có ion cầu nội dạng bát diện đều và cầu ngoại chỉ chứa ion nitrate. Biết: **P1** chứa cầu nội của phức chất **P3**; **P3** chứa 16,98% Co về khối lượng. Xác định công thức hóa học của các phức chất **P1**, **P2**, **P3** và đồng phân phối trí của **P1**.

Câu VI *(4,0 điểm)*

1. *o*-Phthalic acid (M = 166,132 g mol^{-1}) là một acid 2 nấc, kí hiệu là H_2A, có $pK_{a1} = 2,95$ và $pK_{a2} = 5,41$. Hòa tan hoàn toàn 0,8307 g H_2A thành 100,0 mL dung dịch **X**.

a) Tính pH của dung dịch **X**.

b) Xác định biểu thức tính và đánh giá % đóng góp của các cân bằng đến nồng độ cân bằng của H^+ trong dung dịch **X**. Coi sự đóng góp là không đáng kể nếu % đóng góp là nhỏ hơn 1%.

2. Dung dịch **Y** là dung dịch của L-leucine (kí hiệu L-leucine là HB) có nồng độ trong khoảng từ 0,01 M đến 0,02 M. Một thí nghiệm được thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: Lấy 10,00 mL dung dịch **Y** trộn với 10,00 mL dung dịch HCl 0,025 M.

Bước 2: Thêm 1 giọt chỉ thị methyl đỏ và 1 giọt chỉ thị phenolphthalein.

Bước 3: Thêm dần đến hết 15,00 mL dung dịch NaOH 0,035 M.

a) Dựa vào khoảng chuyển màu của chỉ thị hãy cho biết màu của hỗn hợp methyl đỏ và phenolphthalein sẽ thay đổi theo các khoảng pH như thế nào?

b) Giải thích sự thay đổi màu của dung dịch trong *bước 3* bằng tính toán.

c) Ở *bước 3*, khi thêm đến 10,90 mL dung dịch NaOH thì 80% chỉ thị phenolphthalein tồn tại ở dạng base, tính nồng độ L-leucine trong dung dịch **Y**.

Cho biết: Ở 298 K, dạng proton hóa của L-leucine (H_2B^+) có $pK_{a1} = 2,33$, $pK_{a2} = 9,60$; $K_w = 10^{-14}$; methyl đỏ có $pK_a = 4,95$, dạng acid màu đỏ, dạng base màu vàng, khoảng đổi màu từ 4,4 – 6,2; phenolphthalein có $pK_a = 9,4$, dạng acid không màu, dạng base màu đỏ, khoảng chuyển màu từ 8,0 – 10,0; coi thể tích và nồng độ của chỉ thị không ảnh hưởng đến pH của hệ.

3. Phương án thực hành

Dung dịch NaOH thường được dùng làm dung dịch chuẩn trong phương pháp chuẩn độ acid-base và được pha từ hóa chất rắn NaOH. Một quy trình chuẩn bị dung dịch NaOH được thực hiện như sau: cân 0,4 g NaOH rắn và pha vào nước cất thành 1 L dung dịch NaOH. Để dung dịch vừa pha trong bình kín. Nồng độ của dung dịch NaOH vừa pha được xác định bằng phép chuẩn độ với dung dịch potassium hydrogen *o*-phthalate đã biết nồng độ chính xác sử dụng chỉ thị là dung dịch phenolphthalein.

a) Giải thích tại sao cần để dung dịch NaOH vừa pha trong bình kín.

b) Dụng cụ sử dụng cho chuẩn độ gồm: bình tam giác-250 mL, buret-25 mL, cốc-50 mL, pipet-10 mL và các dụng cụ cần thiết khác.

i) Cho biết những dụng cụ nào được dùng để đo thể tích chính xác?

ii) Cho biết buret đựng dung dịch gì trong phép chuẩn độ ở trên?

c) Trong một phép chuẩn độ, tại thời điểm dung dịch trong bình tam giác đổi màu, thể tích đọc được trên buret là 7,54 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.

i) So sánh ảnh hưởng của hai cách làm này đến nồng độ NaOH được tính từ kết quả phép chuẩn độ trên.

ii) Tính sai số tương đối đóng góp của giọt dung dịch đến kết quả đọc thể tích trên buret, biết 1 giọt dung dịch có thể tích là 0,05 mL.

---------- HẾT ----------

- *Thí sinh **KHÔNG** được sử dụng tài liệu;*
- *Giám thị **KHÔNG** giải thích gì thêm.*