



TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN, ĐHQG-HCM
ĐỀ THI GIỮA KỲ
Học kỳ 1 – Năm học 2018-2019

MÃ LƯU TRỮ
(do phòng KT-ĐBCL
ghi)

Tên học phần: Hóa Phân tích 1 Mã HP: CHE10007

Thời gian làm bài: 60 phút Ngày thi: 29/10/2018

Ghi chú: Sinh viên [☐ được phép / ☒ không được phép] sử dụng tài liệu khi làm bài.

Họ tên sinh viên: MSSV: STT:

Câu 1 (2.0 điểm). (viết đúng cân bằng theo chiều tạo thành, các hằng số tạo thành từng nấc, gán đúng các hằng số tương ứng: đủ điểm; viết không đúng yêu cầu đề ra nhưng có ý đúng: 25%-50% điểm)

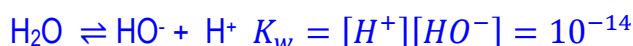
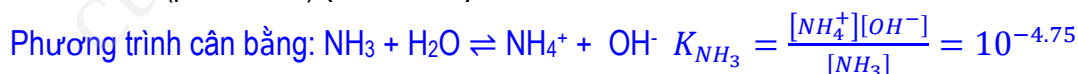
1. Thêm dần dần dung dịch chứa NH_3 vào dung dịch chứa Cu^{2+} . Hằng số bền của phức $\text{Cu}(\text{NH}_3)_i^{2+}$ ($i = 1 \div 4$): $\lg\beta_1 = 3.99$; $\lg\beta_2 = 7.33$; $\lg\beta_3 = 10.06$; và $\lg\beta_4 = 12.03$.
Hãy viết các cân bằng tạo phức (từng nấc) kèm theo các biểu thức cân bằng tương ứng với các giá trị hằng số tính từ các dữ liệu đã cho.



Câu 2 (2.0 điểm). (viết đúng các 2 cân bằng, ghi các biểu thức cân bằng và gán đúng hằng số cân bằng: 0.25 điểm; ghi công thức tổng quát, lý luận loại trừ bớt các cân bằng không đáng kể: 0.25 điểm; tính ra kết quả đúng: 0.25 điểm; thiếu phần lý luận, giải phương trình bậc cao không cần thiết thì không tính điểm phần này)

Xét các cân bằng và tính pH của dung dịch

a. NH_3 0.01 M ($\text{p}K_b = 4.75$) (0.75 điểm)



$$\text{Đây là đơn baz yếu: } [\text{OH}^-] = K_b \frac{C_b + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]}{[\text{OH}^-] - [\text{H}^+]}$$

$[\text{OH}^-]_{\text{gđ}} = \sqrt{0.01 \cdot 10^{-4.75}} = 10^{-3.375} \text{ M} \gg 100 \cdot [\text{H}^+]_{\text{gđ}} = 10^{-8.625} \text{ M}$: nước phân ly không đáng kể.

$$[\text{OH}^-]_{\text{gđ}} = 10^{-3.375} \text{ M} > \frac{1}{100} C_a = 10^{-4} \text{ M}: \text{baz phân ly đáng kể}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-4.75} \frac{0.01 - [\text{OH}^-]}{[\text{OH}^-]} \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3.38} \rightarrow \text{pH} = 10.62$$

(Đề thi gồm 4 trang)

Họ tên người ra đề/MSCB: PGS. TS. Nguyễn Văn Đông..... Chữ ký: [Trang 1/4]

Họ tên người duyệt đề: Chữ ký:

b. HCl 0.01 M (**0.75 điểm**)

Các cân bằng: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$; $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$. $[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$

Acid mạnh nồng độ cao $\rightarrow$ nước phân ly không đáng kể $[\text{H}^+] \approx 0.01\text{M} \rightarrow \text{pH} = 2.0$

c. Trộn 500 mL NH_3 0.2M vào 500 mL HCl 0.1 M (**0.50 điểm**)

Phản ứng hóa học: $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$.

Sau phản ứng: $[\text{NH}_3]_{\text{dư}} = 0.05\text{ M}$, sinh ra $[\text{NH}_4^+] = 0.05\text{ M} \rightarrow$ dung dịch đệm.

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{c_a - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]}{c_b + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]}$$

$[\text{NH}_3] = 0.05\text{ M}$, $[\text{NH}_4^+] = 0.05\text{ M}$: sự trao đổi proton của hai dạng này không đáng kể $\rightarrow$
 $\text{pH} = 9.25$

Câu 3 (1.0 điểm). (ghi rõ thành phần của dung dịch đệm và khoảng pH tương ứng mới được trọn điểm, thiếu một trong hai phần thí được nửa số điểm).

Biết H_3PO_4 ($K_1 = 10^{-2.12}$, $K_2 = 10^{-7.21}$, $K_3 = 10^{-12.12}$); CH_3COOH ($K = 10^{-4.75}$) NH_3 ($K = 10^{-4.75}$) acid citric $\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})_3$ ($K_1 = 10^{-3.13}$, $K_2 = 10^{-4.76}$, $K_3 = 10^{-6.40}$). Hãy cho biết có thể điều chế được các dung dịch đệm (ghi khoảng pH tương ứng) nào từ các acid trên và NaOH.

Từ các hóa chất trên, có thể điều chế các dung dịch đệm với các cặp acid-baz liên hợp: $\text{pH} = 2.12 \pm 1$ ($\text{H}_3\text{PO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$); 7.21 ± 1 ($\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$), 12.12 ± 1 ($\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{Na}_3\text{PO}_4$); 4.75 ± 1 ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$); 3.13 ± 1 ($\text{H}_3\text{Ci}/\text{NaH}_2\text{Ci}$); 4.7 ± 1 ($\text{NaH}_2\text{Ci}/\text{Na}_2\text{HCi}$); và 6.4 ± 1 ($\text{Na}_2\text{HCi}/\text{Na}_3\text{Ci}$).

Câu 4 1.0 điểm). (viết đúng các cân bằng, ghi các biểu thức cân bằng và gán đúng hằng số cân bằng: 0.25 điểm; lý luận cách nào cũng được để tính ra kết quả đúng: 0.75 điểm; thiếu phần lý luận, giải phương trình bậc cao không cần thiết thì trừ 50% số điểm của phần này)

Trộn 50 mL NH_3 0.1M và 50 mL HCN 0.1M. Xét cân bằng và tính pH của dung dịch này biết $pK_b^{\text{NH}_3} = 4.75$ và $pK_a^{\text{HCN}} = 9.32$.

Phản ứng hóa học: $\text{HCN} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{CN}^-$.

Sau phản ứng: $[\text{NH}_4^+] = [\text{CN}^-] = 0.05\text{ M}$, có thể xem đây là dung dịch muối NH_4CN có NH_4^+ thể hiện tính acid yếu và CN^- thể hiện tính baz yếu.

Cân bằng trao đổi proton: $\text{NH}_4^+ + \text{CN}^- \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{NH}_3$.

$$K_{cb} = \frac{[\text{HCN}][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+][\text{CN}^-]} = \left(\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} \right)^2 = \left(\frac{[\text{HCN}]}{[\text{CN}^-]} \right)^2 = \frac{K_{\text{NH}_4^+}}{K_{\text{HCN}}} = 10^{0.07}$$

Có thể xem như dung dịch muối này là hệ 2 đệm $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và HCN/CN^- . pH của dung dịch này có

$$\text{thể tính theo: } \text{pH} = pK_{\text{NH}_4^+} + \lg \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 9.25 + 0.035 = 9.285$$

Hoặc $pH = pK_{HCN} + \lg \frac{[CN^-]}{[HCN]} = 9.32 - 0.035 = 9.285$

Câu 5 (2.0 điểm).

Xác định nồng độ dung dịch NaOH ≈ 0.1 N bằng **chất gốc** potassium hydrogen phthalate (KHP- $KOOC_6H_4COOH$) 0.1000 N (biết acid phthalic có $K_1 = 10^{-2.95}$, $K_2 = 10^{-5.41}$).

a. Viết phương trình chuẩn độ và xác định điều kiện chuẩn độ. **(0.75 điểm)**



Đây là phép chuẩn độ nấc 2 của acid phthalic và có thể xem như chuẩn độ acid yếu đơn chức ($pK = pK_2 = 5.41$). **0.25 điểm**

Điều kiện chuẩn độ: $pK_2 + pC_o + pD_F = 5.41 + 1 + 0.3 = 6.71 < 8$: có thể chuẩn độ KHP với độ chính xác tốt hơn 99.9%. **0.25 điểm**

b. Xác lập khoảng bước nhảy pH (chỉ tính 3 điểm quan trọng nhất). **(0.75 điểm) (không hiểu đây là chất gốc để xác lập điều kiện chọn chỉ thị với mức 99.9% thì bị trừ 0.25 điểm)**

- $F = 0.999$: dung dịch chuẩn độ chứa $[\text{OOC}_6\text{H}_4\text{COOH}] = 0.001C_oD$ và $[\text{OOC}_6\text{H}_4\text{COO}^-] = 0.999C_oD \rightarrow$ đây là dung dịch đệm, $pH = 5.41 + 3 = 8.41$. **0.25 điểm**

- $F = 1.000$: dung dịch chuẩn độ chứa $[\text{OOC}_6\text{H}_4\text{COO}^-] = C_oD \rightarrow$ đây là muối trung hòa của acid yếu 2 chức và baz mạnh, có thể xem như đơn baz yếu; $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{b1}^{\text{phthalate}} C_oD} =$

$$\sqrt{10^{-8.59} \frac{0.1}{2}} = 10^{-4.946} \rightarrow pH = 9.055 \quad \mathbf{0.25 \text{ điểm}}$$

- $F = 1.001$: dung dịch chuẩn độ chứa $[\text{OOC}_6\text{H}_4\text{COO}^-] = C_oD$ và $[\text{OH}^-] = 0.001C_oD \rightarrow$ đây là hỗn hợp chứa đơn baz mạnh và đa baz yếu, có thể xem như chỉ chứa đơn baz mạnh.

$$[\text{OH}^-] = 0.001C_oD = 10^{-3} \frac{0.1}{2} = 10^{-4.3} \rightarrow pH = 9.7 \quad \mathbf{0.25 \text{ điểm}}$$

Khoảng bước nhảy: $8.41 \div 9.7$

c. **(0.50 điểm)** Cho các chỉ thị: methyl cam ($3.1 \div 4.4$, $pT = 4.0$), bromocresol chàm ($3.8 \div 5.4$, $pT = 5.0$), phenolphthalein ($8.2 \div 9.6$, $pT = 8.5$). Tính sai số chỉ thị nếu sử dụng các chỉ thị trên và hãy chọn chỉ thị phù hợp. Biết rằng công thức tính sai số chỉ thị như sau:

$$\text{acid 1 nấc: } F < 1: \Delta_{\text{Ind,HA}}^{\%} \approx -\frac{10^{-pT}}{K_a} \times 100, F > 1: \Delta_{\text{Ind,OH}^-}^{\%} \approx +\frac{10^{pT-14}}{C_o \frac{C}{C_o+C}} \times 100;$$

$$\text{acid 2 nấc: nấc 1: } F < 1: \Delta_{\text{Ind,H}_2\text{A}}^{\%} \approx -\frac{10^{-pT}}{K_{a1}} \times 100, F > 1: \Delta_{\text{Ind,HA}^-}^{\%} \approx +\frac{K_{a2}}{10^{-pT}} \times 100,$$

$$\text{nấc 1+nấc 2: } F < 2: \Delta_{\text{Ind,HA}}^{\%} \approx -0.5 \times \frac{10^{-pT}}{K_{a2}} \times 100, F > 2: \Delta_{\text{Ind,OH}^-}^{\%} \approx +0.5 \times \frac{10^{pT-14}}{C_o \frac{C}{C_o+C}} \times 100$$

$$\text{Chỉ thị } pT = 4.0, \text{ sai số thiếu } \Delta_{\text{Ind,HA}}^{\%} \approx -\frac{10^{-pT}}{K_a} \times 100 = -\frac{10^{-4}}{10^{-5.41}} \times 100 = -25.7\% \quad \mathbf{0.25 \text{ điểm}}$$

(Đề thi gồm 4 trang)

Họ tên người ra đề/MSCB: PGS. TS. Nguyễn Văn Đông.....Chữ ký:
 Họ tên người duyệt đề:.....Chữ ký:

[Trang 3/4]

Chỉ thị $pT = 5.0$, sai số thiếu $\Delta_{Ind,HA}^{\%} \approx -\frac{10^{-pT}}{K_a} \times 100 = -\frac{10^{-5}}{10^{-5.41}} \times 100 = -2.57\%$

Chỉ thị $pT = 8.5$, sai số thiếu $\Delta_{Ind,HA}^{\%} \approx -\frac{10^{-pT}}{K_a} \times 100 = -\frac{10^{-8.5}}{10^{-5.41}} \times 100 = -0.082\%$

Chỉ thị phù hợp: pT 8.5. **0.25 điểm**

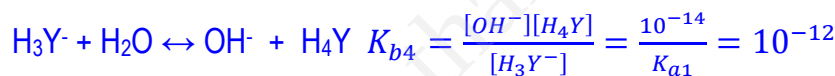
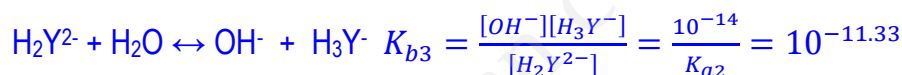
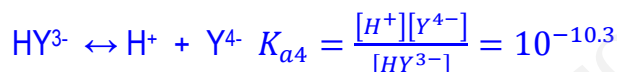
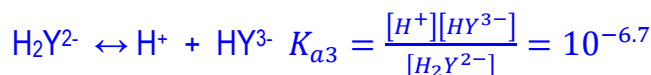
(Áp dụng đúng công thức sai số thiếu, phần tính ra kết quả không quá quan trọng)

Câu 6 (2.0 điểm).

Cho dung dịch EDTA ở dạng muối Na_2H_2Y 0.01M. Biết $K_1 = 10^{-2.0}$, $K_2 = 10^{-2.67}$, $K_3 = 10^{-6.7}$ và $10^{-10.3}$.

- a. Hãy xét các cân bằng và tính pH dung dịch này. **(1.0 điểm)** **(viết đủ $\geq$ cân bằng, kèm theo biểu thức hằng số cân bằng, gán đúng giá trị: đủ điểm 0.75 điểm. Xác định đây là anion lưỡng tính và tính đúng pH: 0.25 điểm)**

Các cân bằng: $Na_2H_2Y \rightarrow 2Na^+ + H_2Y^{2-}$. Đây là muối có anion lưỡng tính.



$$pH = 0.5 * (pK_2 + pK_3) = 4.685$$

- b. Dùng NaOH điều chỉnh pH của dung dịch Na_2H_2Y 0.01M về pH 9. Hãy tính nồng độ các dạng tồn tại của Y trong dung dịch, biết rằng sau khi điều chỉnh pH, độ pha loãng của dung dịch không thay đổi đáng kể. **(1.0 điểm)**

$$\frac{1}{\alpha_{Y(H)}} = 1 + \frac{10^{-9}}{10^{-10.3}} + \frac{10^{-18}}{10^{-17}} + \frac{10^{-27}}{10^{-19.67}} + \frac{10^{-36}}{10^{-21.67}} = 1 + 10^{1.3} + 10^{-1} + 10^{-7.33} +$$

$$10^{-14.33} = 10^{1.32} = 21 \quad \text{(0.25 điểm)}$$

$$[Y^{4-}] = \frac{0.01}{21} = 4.75 \cdot 10^{-4} M; \quad \text{(0.25 điểm);}$$

$$[HY^{3-}] = \frac{0.01 \cdot 10^{1.3}}{21} = 9.5 \cdot 10^{-3} M; \quad \text{(chỉ cần tính được } \geq 2 \text{ dạng là được trọn 0.5 điểm)}$$

$$[H_2Y^{2-}] = \frac{0.01 \cdot 10^{-1}}{21} = 4.76 \cdot 10^{-5} M;$$

$$[H_3Y^-] = \frac{0.01 \cdot 10^{-7.33}}{21} = 10^{-10.65} M;$$

$$[H_4Y] = \frac{0.01 \cdot 10^{-14.33}}{21} = 10^{-17.65} M;$$