

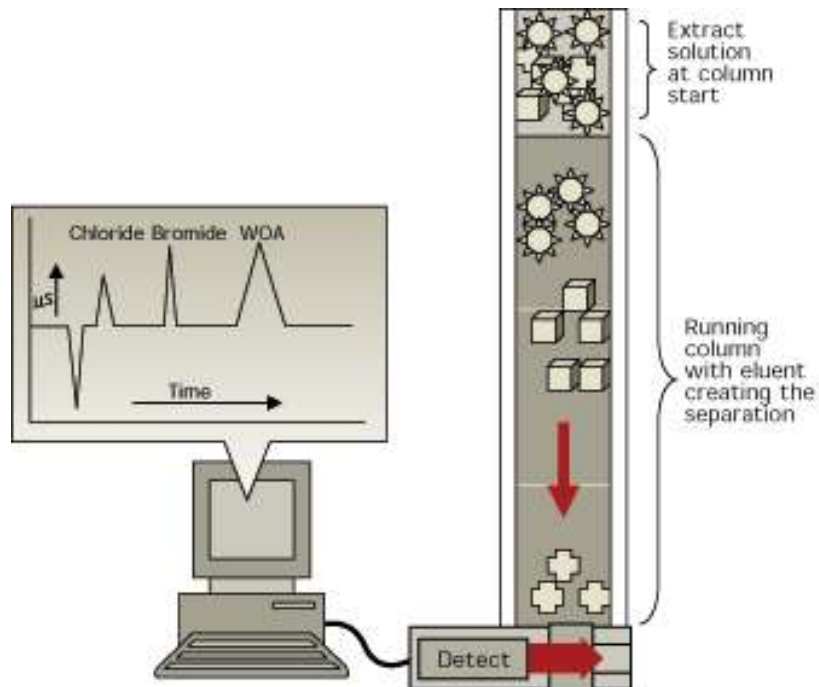
BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TỔNG CỤC DẠY NGHỀ
Dự án giáo dục kỹ thuật và dạy nghề (VTEP)



Sách hướng dẫn giáo viên

Môn học: HÓA PHÂN TÍCH
Mã số: HPT

Nghề: PHÂN TÍCH DẦU THÔ, KHÍ VÀ CÁC SẢN PHẨM LỌC DẦU
Trình độ (lành nghề)



Hà Nội - 2004

Tuyên bố bản quyền:

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình.
Cho nên các nguồn thông tin có thể
được

phép dùng nguyên bản hoặc trích
dùng cho các mục đích về đào tạo và
tham khảo.

Mọi mục đích khác có ý đồ lệch lạc
hoặc sử dụng với mục đích kinh
doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm
cấm.

Tổng cục dạy nghề sẽ làm mọi cách
để bảo vệ bản quyền của mình.

Tổng cục dạy Nghề cảm ơn và hoan
nghênh các thông tin giúp cho chúng
tôi sửa chữa, hiệu đính và hoàn thiện
tốt hơn tài liệu này.

Địa chỉ liên hệ:

Dự án giáo dục kỹ thuật và nghề
nghiệp

Tiểu ban Phát triển Chương trình Học
liệu.....

Mã tài liệu:.....

Mã quốc tế ISBN:.....

Lời tựa

(Vài nét giới thiệu xuất xứ của chương trình và tài liệu)

Tài liệu này là một trong các kết quả của Dự án GDKT-DN

(Tóm tắt nội dung của Dự án)

(Vài nét giới thiệu quá trình hình thành tài liệu và các thành phần tham gia)

(Lời cảm ơn các cơ quan liên quan, các đơn vị và cá nhân đã tham gia ...)

(Giới thiệu tài liệu và thực trạng)

Sách hướng dẫn giáo viên là tài liệu hướng dẫn giảng dạy cho từng môn học/môn học trong hệ thống môn học và môn học đào tạo cho nghề ở cấp độ

Các thông tin trong tài liệu có giá trị hướng dẫn giáo viên thiết kế và tổ chức các bài dạy cho môn học/môn học một cách hợp lý. Giáo viên vẫn có thể thay đổi hoặc điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện và bối cảnh thực tế trong quá trình đào tạo.

Đây là tài liệu thử nghiệm sẽ được hoàn chỉnh để trở thành Sách hướng dẫn giáo viên chính thức trong hệ thống dạy nghề.

Hà nội, ngày tháng.... năm....

Giám đốc Dự án quốc gia

MỤC LỤC

MỤC LỤC	4
GIỚI THIỆU VỀ MÔN HỌC	5
Vị trí, ý nghĩa, vai trò môn học:	5
Mục tiêu của môn học:	5
Mục tiêu thực hiện của môn học:	5
Nội dung chính của môn học:	6
YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ HOÀN THÀNH MÔN HỌC	7
LIỆT KÊ CÁC NGUỒN LỰC CẦN THIẾT CHO MÔN HỌC	8
GỢI Ý TỔ CHỨC THỰC HIỆN BÀI DẠY	10
Bài 1 : Các khái niệm cơ bản.....	10
BÀI 2: Phân tích hệ thống cation nhóm 1	12
BÀI 3: Phân tích hệ thống cation nhóm 2	20
BÀI 4 : Phân tích hệ thống cation nhóm 3	26
BÀI 5 : Phân tích khối lượng.....	32
BÀI 6 : Phương pháp chuẩn độ thể tích	37
BÀI 7 : Phương pháp chuẩn độ acid – baz.....	40
BÀI 8 : Phương pháp chuẩn độ oxy hóa khử	58
BÀI 9 : Phương pháp chuẩn độ tạo phức.....	69
BÀI 10: Phương pháp chuẩn độ tạo tủa	80
HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI	86

GIỚI THIỆU VỀ MÔN HỌC

Vị trí, ý nghĩa, vai trò môn học

Môn học Hoá học phân tích là một trong những kiến thức cơ bản ban đầu trong các môn học liên quan đến việc phân tích các sản phẩm dầu khí.

Môn học này sẽ cung cấp cho các học viên các kiến thức cơ bản của Ngành phân tích hóa học, từ đó học viên sẽ tự hình thành các kỹ năng sử dụng các dụng cụ trong phòng thí nghiệm phân tích để có thể phân tích được các chỉ tiêu trong sản phẩm của dầu khí ở phần cơ sở, cũng như vận dụng sáng tạo các kiến thức được học để hiểu và tìm tòi khắc phục trong các thí nghiệm tương tự của thực tế.

Ngoài ra, môn học cũng rèn luyện cho học viên những ý thức và thói quen qua các bài thực hành, luyện tập trong từng giai đoạn.

Mục tiêu của môn học

Học xong môn học, học viên có khả năng:

- Mô tả các khái niệm cơ bản về phân tích định tính và định lượng.
- Phân tích các ion theo:
 - + Phương pháp phân tích định tính.
 - + Phương pháp phân tích định lượng.
- Phân tích một số các loại chất khác nhau.
- Thực hiện một số thí nghiệm làm trong phòng thí nghiệm hóa phân tích
- Tính toán được các sai số trong quá trình thực nghiệm: sai số chỉ thị, sai số hệ thống, sai số chuẩn độ
- Thiết lập được các quá trình định phân, để từ đó xác định được hàm lượng của các chất cần phân tích

Mục tiêu thực hiện của môn học

Khi hoàn thành môn học này, học viên cần phải::

- Giải thích được các khái niệm cơ bản về phân tích định tính và định lượng.
- Phân tích các ion theo:
 - + Phương pháp phân tích định tính.
 - + Phương pháp phân tích định lượng.
- Xác định được các phương pháp thích hợp cho mẫu chất phân tích. Tính được các loại sai số.

- Thiết lập được các quá trình định phân, để từ đó xác định được hàm lượng của các chất cần phân tích

Nội dung chính của môn học

Bài 1: Khái niệm cơ bản.(hệ thống phân tích định tính)

Bài 2: Phân tích định tính Cation nhóm 1

Bài 3: Phân tích định tính Cation nhóm 2

Bài 4: Phân tích định tính Cation nhóm 3

Bài 5: Phân tích khối lượng. (phân tích định lượng khối lượng)

Bài 6: Phân tích thể tích

Bài 7: Phân tích định lượng acid – baz

Bài 8: Phân tích định lượng oxy hoá khử

Bài 9: Phân tích định lượng tạo phức.

Bài 10: Phân tích định lượng tạo tủa

Danh mục các bài học	Tiết dạy	
	LT	TH
Bài 1: Khái niệm cơ bản.(hệ thống phân tích định tính)	25	
Bài 2: Phân tích định tính Cation nhóm 1		
Bài 3: Phân tích định tính Cation nhóm 2	3	5
Bài 4: Phân tích định tính Cation nhóm 3	3	5
Bài 5: Phân tích khối lượng.	3	5
Bài 6: Phân tích thể tích	10	10
Bài 7: Phân tích chuẩn độ acid – baz	6	
Bài 8: Phân tích chuẩn độ oxy hoá khử	10	30
Bài 9: Phân tích chuẩn độ tạo phức	10	30
Bài 10: Phân tích chuẩn độ tạo tủa	10	30
	10	5
TỔNG CỘNG	90	120

CÁC HÌNH THỨC DẠY HỌC

Học trên lớp về:

- Các cân bằng trong dung dịch
- Phân tích định tính các cation các nhóm 1,2,3
- Phân tích định lượng theo phương pháp khối lượng
- Phân tích định lượng theo các phương pháp thể tích
- Các phương pháp tính sai số của phép chuẩn độ
- Tự nghiên cứu tài liệu liên quan đến Phân tích cơ sở.
- Theo dõi việc hướng dẫn giải các bài tập
- Làm các bài tập về các cân bằng trong các hệ dung dịch, các bài tập về xác định hàm lượng các mẫu chất
- Tính toán các bài toán sai số trong các báo cáo về hàm lượng đã được tính toán
- Thảo luận và xây dựng các công thức tính toán, các hệ thống phân tích định tính
- Tham gia các bài kiểm tra đánh giá chất lượng học tập.
- Tham gia các bài thực hành tại phòng thí nghiệm

YÊU CẦU VỀ ĐÁNH GIÁ HOÀN THÀNH MÔN HỌC

Về kiến thức

- Vận dụng được các kiến thức đã được học để xác định được các phương pháp phân tích cho phù hợp với một số mẫu thực.
- Xây dựng được đường định phân và đồ thị của chúng
- Xác định được các chỉ thị tương ứng cho phép chuẩn độ
- Vận dụng được các lý thuyết về cân bằng trong dung dịch để xác định được các yếu tố ảnh hưởng đến dung dịch
- Vận dụng tốt các công thức phân tích để tính toán được hàm lượng các chất phân tích

Về kỹ năng

- Thành thạo các thao tác sử dụng các thiết bị, dụng cụ phân tích trong phòng thí nghiệm
- Tính toán được sai số trong quá trình phân tích
- Tính toán thuần thục các bài toán về xác định hàm lượng các dung dịch phân tích.
- Hệ thống hoá được các cách định tính các ion trong dung dịch
- Thực hiện tốt các bài thí nghiệm của môn học

- Xác định được hàm lượng các mẫu chất ban đầu

Về thái độ

- Nghiêm túc trong thực tập khi thực hiện các bài thí nghiệm phân tích trong phòng thí nghiệm
- Luôn chủ động trong việc xác định áp dụng các phương pháp phân tích
- Động viên, nhắc nhở các đồng nghiệp thực hiện đúng thao tác kỹ thuật đã được học.

LIỆT KÊ CÁC NGUỒN LỰC CẦN THIẾT CHO MÔN HỌC

1. Dụng cụ thủy tinh

- Ống nghiệm trung
- Kẹp ống nghiệm
- Đèn cồn
- Pipet các loại
- Buret các loại
- Cân phân tích
- Ống nhỏ giọt

2. Hóa chất

- HNO_3 6N – 1:1
- HCl 0,1N - 6N – 2N – 1:4 - 1:1
- NH_4OH 2N - 6N – 1:10 -
- CH_3COOH 2N
- H_2SO_4 4N – 2N – 1N
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05N
- H_3PO_4 đđ
- KSCN 10%
- NaOH 2N – 5N – 0,1N
- NH_3 1: 10
- EDTA 0,02N
- CaSO_4 bão hòa
- BaCl_2 0,02N
- FeCl_3
- AgNO_3 0.05N
- KMnO_4 0,05N

- K_2CrO_4 5%
- KCN 0,1N
- KI 0,1N – 0,05N – 5%
- KBr 0,1N
- $K_4[Fe(CN)_6]$ 0,1N
- KSCN 0,1N
- KNO_3 0,03N
- $K_2Cr_2O_7$ 0,05N (Z = 6)
- $Na_2S_2O_3$ 0,1N
- $NaHPO_4$ 0,1N
- Na_2HPO_4 0,1N
- Na_2SO_4 0,1N
- CH_3COONa 2N
- Chỉ thị: ETOO; MO 0,1 %,MR Bromcresol lục, axit sunfosalicilic, Phenolphtalein, hồ tinh bột1%
- Lá Cu
- Dung dịch rượu Etylic
- dung dịch Mg^{2+} 0,02N
- Dung dịch Aluminon 0,1%
- Dung dịch H_2O_2 5%
- Dung dịch $AgNO_3$ 0,1N – 0,05N
- Dung dịch rượu Amylic
- Hỗn hợp bảo vệ zymmerman
- $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ 0,05N
- $(NH_4)_2MoO_4$ 0,1N
- $(NH_4)_2C_2O_4$ 0,1N
- $(NH_4)_2CO_3$ 0,1N
- NH_4Cl bão hòa
- NH_4NO_3 0,05N $(NH_4)_2HPO_4$ 0,1N.
- Dung dịch đệm: pH=9 – pH = 5,5 – pH = 10

GỢI Ý TỔ CHỨC THỰC HIỆN BÀI DẠY

Bài 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mã bài: HPT 1

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc:
 1. Sự điện ly trong dung dịch.
 2. Tích số ion của nước - pH của dung dịch.
 3. pH trong các hệ acid - baz.
 4. Khái niệm về độ hoà tan, tích số tan.
 5. Khái niệm cơ bản về phức chất.
 6. Phản ứng thủy phân
- Chuẩn bị tài liệu phát tay: bảng tra cứu về các đại lượng hóa học như: hằng số cân bằng, thế điện cực của các cặp oxy hoá khử

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về các khái niệm trong hoá phân tích: sự điện ly, chất điện ly, hằng số phân ly trong dung dịch, hằng số bền và không bền, độ điện ly - Mối quan hệ giữa α , K và C, phản ứng trao đổi - phản ứng thủy phân
- Trình bày các ví dụ minh họa, hướng dẫn học viên làm bài tập.
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên và cả máy đèn chiếu (overhead hay slide)
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của dung dịch, biết cách tính hằng số cân bằng, hằng số bền của các dung dịch tương ứng.
- Phải cho học viên nắm được thành phần chính trong dung dịch và cách xác định được nồng độ của chúng
- Cho học viên hiểu được các cấu tử điện ly trong dung dịch phân tích
- Giải bài tập mẫu, phân tích ý nghĩa của mỗi phép tính trong bài.
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế các công thức tính toán nồng độ dung dịch
- Tổ chức nhóm hay cá nhân lập được mối quan hệ giữa các đại lượng K, C, α , β , E

- Học viên làm ví dụ, làm bài tập được giao.
- Bài thảo luận nhóm

Hình thức đánh giá

Đánh giá sự hiểu biết của học viên bằng các ví dụ cụ thể như:

- Cho học viên làm bài kiểm tra viết tự luận hay trắc nghiệm
- Giao đề tài thảo luận nhóm cho học viên, để học viên thuyết trình bằng OVERHEAD hay SLIDE.
- Bài tập:
 1. Tính hằng số cân bằng của dung dịch sau:
 - 1.1. Dung dịch NH_3 0,1M có $\alpha = 1,35\%$
 - 1.2. Dung dịch CCl_3COOH 10^{-3} M có $\alpha = 54\%$
 2. Tính nồng độ $[\text{H}^+]$ của các dung dịch sau:
 - 2.1. Dung dịch HCl $5 \cdot 10^{-4}$ M
 - 2.2. Dung dịch CH_3COONa 10^{-2} M (có $\text{pK}_a = 4,75$)
 3. Tính nồng độ $[\text{H}^+]$ khi pha trộn các dung dịch sau:
 - 3.1. Dung dịch CH_3COOH 0,1M + dung dịch CH_3COONa 0,2M
 - 3.2. 100mL dung dịch CH_3COOH 0,1M + 50mL dung dịch CH_3COONa 0,2M
 - 3.3. Dung dịch NH_3 0,1M + dung dịch NH_4Cl 0,2M
 - 3.4. 50mL dung dịch NH_3 0,1M + 100mL dung dịch NH_4Cl 0,2M

BÀI 2. PHÂN TÍCH HỆ THỐNG CATION NHÓM 1

Mã bài: HPT 2.

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc:
 1. Các hệ thống phân tích.
 2. Phân tích định tính nhóm 1.
- Chuẩn bị tài liệu phát tay: sơ đồ phân tích hệ thống cation nhóm 1

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về các hệ thống phân tích có trong hoá phân tích: hệ thống phân tích các anion và hệ thống phân tích các cation (gồm 3 hệ thống chính hiện nay).
- Giảng về cation nhóm 1: Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} .
- Trình bày các ví dụ minh họa.
- Tiến hành tại phòng học bình thường hoặc phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của việc phân tích các ion trong dung dịch theo các hệ thống hiện nay
- Phải cho học viên nắm được các thuốc thử chung của nhóm và cả của từng ion
- Cho học viên hiểu được cách thiết lập hệ thống phân tích dạng nhánh cây
- Giải bài tập mẫu về nhận biết cation nhóm 1
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế cách phân tích cation nhóm 1 theo dạng nhánh cây hoặc dạng bảng
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của dạng hệ thống phân tích
- Học viên sẽ tính toán thiết kế được các dạng phân tích
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong quá trình thực hiện Hình thức 1
- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học

- viên.
- Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích
- Phải làm cho học viên tập thao tác định tính
- Học viên sẽ thực hành tìm các ion trong dung dịch
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giáo viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

Nội dung

1. Định tính Ag^+

a. Thí nghiệm 1

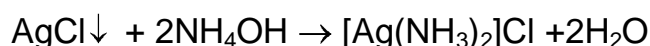
1/ Hãy viết các phương trình phản ứng xảy ra?

2/ Có thể dung dịch HCl bằng dung dịch NaCl có được không? Giải thích

Giải thích

1/ Phương trình phản ứng: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$ (màu trắng)

- Khi nhỏ NH_4OH thì kết tủa tan ra do tạo phức



- Nếu cho tiếp dung dịch HNO_3 thì dung dịch xuất hiện kết tủa trở lại:



2/ Nếu thay HCl bằng muối NaCl thì cũng cho kết quả tương tự

b. Thí nghiệm 2

1/ Tại sao phải chỉnh pH của dung dịch mẫu ở $\text{pH} = 7$?

2/ Viết các phương trình phản ứng xảy ra.

Giải thích

1/ Phản ứng xảy ra ở môi trường trung tính, nên phải chuyển dung dịch về $\text{pH} = 7$

2/ Các phản ứng xảy ra: $\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow$ (màu đỏ gạch). Kết tủa này không tan trong NaOH

c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết các phương trình phản ứng xảy ra trong các thí nghiệm ?
- 2/ Giải thích sự thay đổi lượng tủa có trong hai ống nghiệm ứng với từng dung dịch làm thuốc thử.
- 3/ So sánh khả năng tan của cả 2 kết tủa trong NH_4OH và trong $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Giải thích

- 1/ Các phương trình phản ứng: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI} \downarrow$ (màu vàng)
 $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr} \downarrow$ (màu vàng nhạt)
- 2/ AgBr tan được trong dung dịch KCN , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, NH_4OH
Còn AgI tan được trong dung dịch KCN , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, nhưng không tan trong NH_4OH
- 3/ Trong $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sự tan gần như bằng nhau. Còn trong NH_4OH thì AgI yếu hơn nhiều

d. Thí nghiệm 4

- 1/ Viết các phương trình phản ứng xảy ra?
- 2/ Sản phẩm của dung dịch Ag^+ với NaOH vừa tan được trong dung dịch NH_3 , vừa tan trong dung dịch HNO_3 nên chúng có phải là hợp chất lưỡng tính không ?

Giải thích

- 1/ Các phương trình phản ứng xảy ra:
 $\text{AgNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{AgOH} \downarrow$ (màu trắng) + NaNO_3
 $\text{AgOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \downarrow$ (màu đen) + H_2O
 $\text{Ag}_2\text{O} \downarrow + 4\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O}$
– Khi thay NH_4OH bằng HNO_3 thì cũng cho kết quả tương tự
 $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2/ Sản phẩm của Ag^+ với NaOH là Ag_2O không phải là hợp chất lưỡng tính. Ở đây chúng không thể hiện tính chất acid và baz, vì cơ chế tan trong phản ứng với HNO_3 là cơ chế trung hoà nhưng trong dung dịch NH_3 tan theo cơ chế tạo phức

e. Thí nghiệm 5

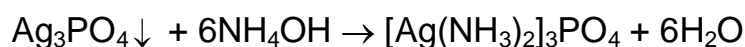
- 1/ Viết các phương trình phản ứng và giải thích.
- 2/ Nếu thay dung dịch NH_4OH bằng dung dịch NaOH 2N thì có thay đổi hiện tượng không ? Giải thích

Giải thích

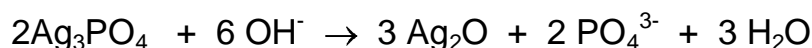
1/ Các phương trình phản ứng:



- Kết tủa này tan trong NH_4OH do tạo thành phức amoniacat



2/ Có thay đổi hiện tượng: tủa Ag_3PO_4 không tan trong dung dịch NaOH mà chuyển thành tủa đen:



f. Thí nghiệm 6

1/ Viết các phương trình phản ứng và giải thích.

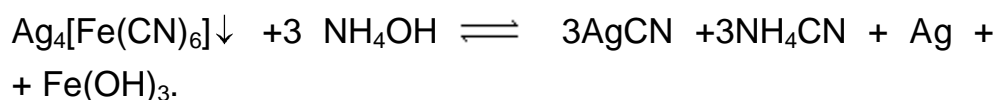
2/ Nếu thay dung dịch NH_4OH bằng dung dịch NaOH 2N thì có thay đổi hiện tượng không? Giải thích

Giải thích

1/ Các phương trình phản ứng xảy ra:



- Kết tủa này bị phá hủy khi đun sôi với NH_4OH màu sắc bị thay đổi thành màu nâu đen của $\text{Fe}(\text{OH})_3$:



2/ Có thay đổi hiện tượng: tủa trắng chuyển thành tủa đen nâu



g. Thí nghiệm 7

1/ Viết các phương trình phản ứng và giải thích.

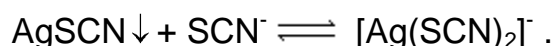
2/ Dự đoán khả năng tạo tủa của Ag^+ với dung dịch CN^- và SCN^-

Giải thích

1/ Các phương trình phản ứng:



- Khi cho dư thuốc thử kết tủa sẽ bị tan ra do tạo phức:



2/ Tủa AgCN sẽ sinh ra trước tủa AgSCN do $pT(\text{AgSCN}) = 11,97 < pT(\text{AgCN}) = 15,84$

2. Định tính Pb^{2+}

a. Thí nghiệm 1

1/ Viết các phương trình phản ứng và giải thích.

2/ Nếu thay NaOH bằng dung dịch NH_4OH thì có thay đổi hiện tượng không?

Giải thích

- 1/ $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$ (màu trắng)
 - Kết tủa này tan trong dung dịch NaOH dư
 $\text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{PbO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2/ Có thay đổi: không làm tan tủa trắng

b. Thí nghiệm 2

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra?
- 2/ Nêu tác dụng của CH_3COOH trong phản ứng?

Giải thích

- 1/ Các phương trình phản ứng xảy ra:
 - $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCrO}_4\downarrow$ (màu vàng)
 - Kết tủa này tan trong NaOH khi đun nóng
 $\text{PbCrO}_4\downarrow + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{PbO}_2^{2-} + \text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2/ Phản ứng xảy ra trong môi trường acid yếu CH_3COOH (pH=4 – 5)

c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra?
- 2/ Có thể dung dịch HCl bằng dung dịch gì mà không làm thay đổi tủa trắng tạo ra?
- 3/ Dùng HCl đậm đặc thì có thay đổi hiện tượng không? Giải thích.

Giải thích

- 1/ Các phương trình phản ứng
 - $\text{Pb}^{2+} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow$ (màu trắng)
 - Kết tủa này tan khi đun sôi với H_2O
- 2/ Có thể thay HCl bằng muối có chứa ion Cl^- như NaCl, KCl...
- 3/ Khi dùng HCl đđ vì thì tủa chuyển thành phức:
 $\text{PbCl}_2\downarrow + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{PbCl}_4]$

d. Thí nghiệm 4

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra? Giải thích
- 2/ Cơ chế của 2 hiện tượng ở 2 ống này như thế nào?

Giải thích

- 1/ Tủa vàng óng ánh là: $\text{Pb}^{2+} + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{PbI}_2\downarrow$ (màu vàng)
 - Kết tủa này tan khi cho dư thuốc thử KI:
 $\text{PbI}_2\downarrow + \text{KI} \rightleftharpoons \text{K}_2[\text{PbI}_4]$
 - Và khi đun sôi thì tủa tan, nhưng khi để nguội thì tủa vàng xuất hiện trở lại

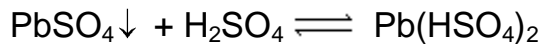
- 2/ Ở TN dùng KI: phản ứng làm tan tủa xảy ra theo cơ chế phức chất.
 Ở TN dùng nhiệt độ: phản ứng làm tan tủa xảy ra theo cơ chế độ tan: độ tan của PbI_2 biến thiên theo nhiệt độ ứng với $\gamma = 10$ đơn vị

e. Thí nghiệm 5

- 1/ Viết phương trình phản ứng?
 2/ Nếu thay H_2SO_4 đđ bằng dung dịch NaOH thì có thay đổi hiện tượng không? Giải thích?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng: $Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightleftharpoons PbSO_4 \downarrow$ (trắng)



Tủa này tan trong H_2SO_4 đđ hoặc NaOH đđ đun nóng, hoặc CH_3COOH

- 2/ Có thay đổi vì $pT(PbSO_4) = 7,8 < pT(Pb(OH)_2) = 19,96$

f. Thí nghiệm 6

Viết phương trình phản ứng và giải thích hiện tượng?

Giải thích



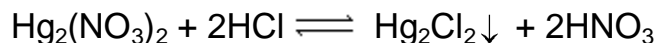
3. Định tính Hg_2^{2+}

a. Thí nghiệm 1

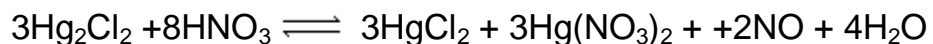
- 1/ Viết phương trình phản ứng?
 2/ Hiện tượng gì xảy ra khi cho NH_3 2N vào kết tủa? Giải thích?
 3/ Hiện tượng gì xảy ra khi cho HNO_3 2N vào kết tủa? Giải thích?

Giải thích

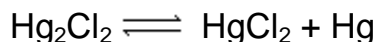
- 1/ Phương trình phản ứng



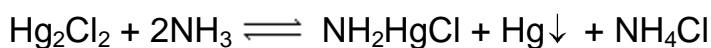
- Kết tủa này không tan trong dung dịch thuốc thử dư nhưng tan được trong dung dịch HNO_3 .



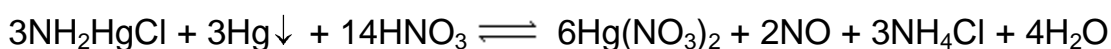
- Hg_2Cl_2 bị một phân hủy một phần theo



- 2/ Vì HNO_3 hòa tan được Hg kim loại nên đã làm cân bằng của phản ứng (1) chuyển dịch hoàn toàn sang phải, do đó hòa tan được kết tủa Hg_2Cl_2
 3/ Khi cho NH_3 tác dụng với kết tủa Hg_2Cl_2 ta sẽ được NH_2HgCl màu trắng và Hg kim loại màu đen tách ra dưới dạng bột nhỏ



- Kết tủa này tan được trong HNO_3 đặc nóng và trong cả nước cường thủy.

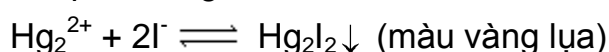


b. Thí nghiệm 2

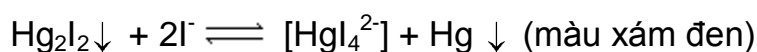
- 1/ Viết phương trình phản ứng? Màu sắc?
- 2/ Khi tiếp tục thêm dung dịch KI tới dư thì hiện tượng thay đổi như thế nào? Giải thích?

Giải thích

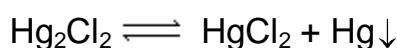
- 1/ Phương trình phản ứng:



- 2/ Nếu dư nhiều thuốc thử thì Hg_2I_2 bị phân hủy



- Hg_2Cl_2 bị một phân hủy một phần theo:

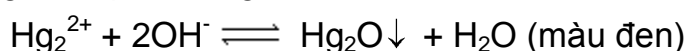


c. Thí nghiệm 3

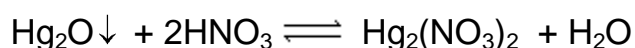
- 1/ Viết phương trình phản ứng? Màu sắc?
- 2/ Khi thêm dung dịch HNO_3 đặc thì hiện tượng thay đổi như thế nào? Giải thích?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng



- 2/ Kết tủa tan trong dung dịch HNO_3 đặc tạo thành muối tương ứng



d. Thí nghiệm 4

Viết phương trình phản ứng? Giải thích hiện tượng?

Giải thích

Phương trình phản ứng



e. Thí nghiệm 5

Viết phương trình phản ứng? Giải thích hiện tượng?

Giải thích

Phương trình phản ứng

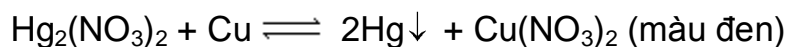


f. Thí nghiệm 6

Viết phương trình phản ứng? Giải thích hiện tượng?

Giải thích

Phương trình:



Hình thức đánh giá

- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đánh giá cụ thể thao tác thí nghiệm và lấy việc tìm được ion trong dung dịch của học viên để đánh giá
- BÀI TẬP:

1. Tính thể tích nước cất cần pha vào:

- 1.1. 100mL dung dịch HCl 20% (d= 1,1g/mL) để thu được dung dịch có nồng độ 5%
- 1.2. 100g dung dịch H₂SO₄ 20% (d= 1,12g/mL) để thu được dung dịch có nồng độ 5%
- 1.3. 100g dung dịch NH₃ 2M (có d = 1,14g/mL) để thu được dung dịch có nồng độ 1,5M

2. Để pha được dung dịch đệm loại:

- 2.1 Đệm acid thì phải pha theo tỷ lệ như thế nào về thể tích giữa V₁(mL) dung dịch CH₃COOH C₁^M với V₂ (mL) ddịch CH₃COONa C₂^M ?
- 2.2. Đệm baz thì phải pha theo tỷ lệ như thế nào về thể tích giữa V₁(mL) dung dịch NH₃ C₁^M với V₂ (mL) dung dịch NH₄Cl C₂^M ?

BÀI 3. PHÂN TÍCH HỆ THỐNG CATION NHÓM 2

Mã bài: HPT 3

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc:
 1. Tính chất chung của nhóm 2.
 2. Thuộc thử của các ion trong nhóm 2.
 3. Hóa chất để phân tích ion nhóm 2.
 4. Phân tích các ion trong nhóm 2.
 5. Xác định các chất sau phân tích.
- Chuẩn bị tài liệu phát tay: sơ đồ phân tích hệ thống cation nhóm 2

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về định tính cation kim loại nhóm 2
- Hình thành phân tích hệ thống nhóm 2 theo dạng bảng hoặc nhánh cây
- Trình bày các ví dụ minh họa.
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của việc phân tích các ion trong dung dịch theo các hệ thống hiện nay
- Phải cho học viên nắm được các thuộc thử chung của nhóm và cả của từng ion
- Cho học viên hiểu được cách thiết lập hệ thống phân tích dạng nhánh cây
- Giải bài tập mẫu về nhận biết cation nhóm 2
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế cách phân tích cation nhóm 2 theo dạng nhánh cây hoặc dạng bảng
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của dạng hệ thống phân tích
- Học viên sẽ tính toán thiết kế được các dạng phân tích
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong

quá trình thực hiện Hình thức 1

- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên.
- Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích.
- Phải làm cho học viên tập thao tác định tính
- Học viên sẽ thực hành tìm các ion trong dung dịch
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giáo viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

Nội dung

1. Định tính Ca^{2+}

a. Thí nghiệm 1

- 1/ Viết phương trình phản ứng giải thích hiện tượng? Nêu vai trò của CH_3COOH và việc phải đun nóng trong phản ứng?
- 2/ Nếu thay CH_3COOH bằng dung dịch NH_3 0,05N thì có thay đổi gì không?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng xảy ra:



- Phản ứng này xảy ra ở pH = 4 – 5 và đun nóng thì tốc độ phản ứng tăng đồng thời kết tủa dễ vón lại.
- 2/ Khi thay bằng dung dịch NH_3 0,05N thì ở pH \approx 4 - 5 vẫn xuất hiện tủa trắng

b. Thí nghiệm 2

Viết phương trình phản ứng và giải thích vai trò của $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ trong phản ứng?

Giải thích

Phản ứng:



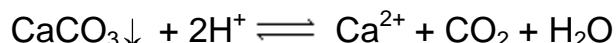
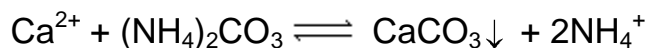
- Khi cho cồn vào kết tủa sẽ tách ra dễ dàng hơn.

c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết phương trình phản ứng?
- 2/ Có thể thay HCl bằng H_2SO_4 có được không?

Giải thích

- 1/ Amoni cacbonat tác dụng với ion Ca^{2+} tạo kết tủa màu trắng, kết tủa này tan trong các axit vô cơ



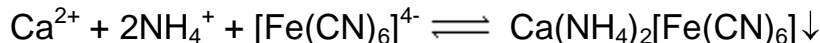
- 2/ Cũng xảy ra sự hoà tan tủa này

d. Thí nghiệm 4

- 1/ Viết phương trình phản ứng.
- 2/ Tại sao lại sử dụng dung dịch đệm pH = 9?
- 3/ Thuốc thử $K_4Fe(CN)_6$ có được dùng để nhận biết Ca^{2+} trong hỗn hợp dung dịch cation nhóm 2 không ?

Giải thích

- 1/ Khi cho $K_4[Fe(CN)_6]$ tác dụng với Ca^{2+} có lẫn NH_4Cl ta thu được kết tủa trắng của muối kép:



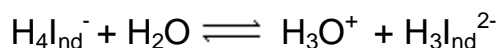
- 2/ Vì phức tủa trắng này chỉ tồn tại ở pH = 9.
- 3/ Không thể được vì Sr^{2+} không cản trở phản ứng trên nhưng Ba^{2+} và Mg^{2+} cũng tạo kết tủa.

e. Thí nghiệm 5

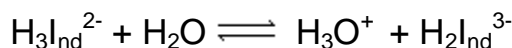
- 1/ Viết các phương trình phản ứng và giải thích.
- 2/ Nêu vai trò của NaOH trong phản ứng?

Giải thích

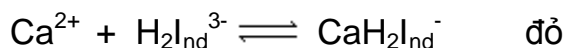
- 1/ Ion Ca^{2+} tạo phức với thuốc thử Murexit trong môi trường bazơ cho phức màu tím hoa cà. Dung dịch NaOH được dùng để tạo môi trường Baz
- 2/ Dung dịch NaOH tạo môi trường, vì nếu môi trường acid thì phức sẽ bị dịch chuyển nghịch trong phản ứng:



Đỏ tím tím



Tím xanh tím



2. Định tính Ba²⁺

a. Thí nghiệm 1

- 1/ Viết phương trình phản ứng?
- 2/ Có thể thay dung dịch H₂SO₄ bằng chất khác được không? Cho ví dụ.

Giải thích

- 1/ Phản ứng: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4\downarrow$ (trắng)
- Kết tủa này không tan trong nước cường thủy.
- 2/ Phản ứng tạo tủa BaSO₄ có thể dùng các dung dịch Ba²⁺ pha trộn với các dung dịch SO₄²⁻ ở nồng độ không loãng quá.

b. Thí nghiệm 2

- 1/ Viết phương trình phản ứng? Và nêu vai trò của CH₃COOH trong phản ứng?
- 2/ Ion Sr²⁺, Ca²⁺ có gây cản trở cho phản ứng này không?

Giải thích

- 1/ Phản ứng xảy ra trong môi trường CH₃COOH:
 $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCrO}_4\downarrow$ (màu vàng)
- 2/ Trong môi trường này ion Sr²⁺, Ca²⁺ không gây ảnh hưởng cho việc xác định ion Ba²⁺

c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết các phương trình phản ứng và giải thích.
- 2/ Nếu thay dung dịch HCl bằng cách sục khí CO₂ vào dung dịch thì có làm thay đổi hiện tượng không?

Giải thích

- 1/ Ban đầu xuất hiện tủa trắng sau đó tan ra:
 $\text{Ba}^{2+} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NH}_4^+$
 $\text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2/ Các muối cacbonat đều có khả năng tạo kết tủa với ion Ba²⁺ tạo thành kết tủa màu trắng có khả năng tan trong các axit vô cơ.

d. Thí nghiệm 4

Viết phương trình phản ứng để giải thích ?

Giải thích

- $$\text{Ba}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaC}_2\text{O}_4\downarrow \text{ (màu trắng)}$$
- Kết tủa này tan trong các axit vô cơ
- $$\text{BaC}_2\text{O}_4\downarrow + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

e. Thí nghiệm 5

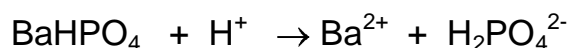
- 1/ Viết phương trình phản ứng đã xảy ra ?
- 2/ Các ion Sr^{2+} , Ca^{2+} có gây ảnh hưởng cho phản ứng này hay không?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng



- Kết tủa này tan trong dung dịch axit vô cơ và axit hữu cơ:



- 2/ Các ion Sr^{2+} , Ca^{2+} đều có khả năng cản trở phản ứng vì chúng đều có tích số tan gần nhau

3. Định tính Sr^{2+}

a. Thí nghiệm 1

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra.

Giải thích



- Kết tủa trắng tách ra hơi chậm, kết tủa không tan trong axit mạnh và kiềm.

b. Thí nghiệm 2

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra?
- 2/ Trong thí nghiệm này, kết luận gì về sự khác biệt giữa Sr^{2+} , Ba^{2+} .

Giải thích

- 1/ Phương trình



- 2/ Kết tủa SrCrO_4 tan trong CH_3COOH , nhưng BaCrO_4 không tan trong dung môi này. Đây là sự khác biệt giữa SrCrO_4 và BaCrO_4

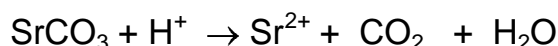
c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra?

Giải thích



- Kết tủa này tan trong dung dịch axit vô cơ và dung dịch CH_3COOH

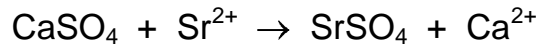


d. Thí nghiệm 4

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra?

Giải thích

Dung dịch CaSO_4 bão hòa tác dụng với dung dịch Sr^{2+} cho ta kết tủa đục tinh thể trắng khi để yên. Thường người ta thêm một thể tích nước thạch cao rồi để yên. Sau một thời gian kết tủa SrSO_4 khó tách ra vì có Ba^{2+} kết tủa xuất hiện ngay, do $T_{\text{BaSO}_4} = 1 \cdot 10^{-10}$; $T_{\text{SrSO}_4} = 3 \cdot 10^{-7}$; $T_{\text{CaSO}_4} = 6 \cdot 10^{-5}$.



Hình thức đánh giá

- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm. Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đánh giá cụ thể thao tác thí nghiệm và lấy việc tìm được ion trong dung dịch của học viên để đánh giá.
- BÀI TẬP:
 1. Khi trộn 100mL dung dịch $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10^{-4}M với 400mL dung dịch Na_2SO_4 10^{-4}M thì có kết tủa tạo thành không? Biết tích số tan (T) của $\text{PbSO}_4 = 10^{-7,8}$.
 2. Biện luận các giá trị a và b để khi pha $V_1\text{mL}$ dung dịch BaCl_2 nồng độ $2a(\text{M})$ với $V_2\text{ mL}$ dung dịch H_2SO_4 nồng độ $2b(\text{M})$ thì:
 - 2.1. Dung dịch thu được không có tủa BaSO_4 hình thành.
 - 2.2. Dung dịch thu được có tủa BaSO_4 tạo ra.

BÀI 4. PHÂN TÍCH HỆ THỐNG CATION NHÓM 3

Mã bài: HPT 4

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Tính chất của nhóm 3.
 2. Thuộc thử chung của các ion trong nhóm.
 3. Hóa chất để phân tích ion nhóm.
 4. Cách phân tích định tính
- Chuẩn bị tài liệu phát tay

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về định tính cation kim loại nhóm 3
- Hình thành phân tích hệ thống nhóm 3 theo dạng bảng hoặc nhánh cây
- Trình bày các ví dụ minh họa.
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của việc phân tích các ion trong dung dịch theo các hệ thống hiện nay
- Phải cho học viên nắm được các thuộc thử chung của nhóm và cả của từng ion
- Cho học viên hiểu được cách thiết lập hệ thống phân tích dạng nhánh cây
- Giải bài tập mẫu về nhận biết cation nhóm 3
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế cách phân tích cation nhóm 3 theo dạng nhánh cây hoặc dạng bảng
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của dạng hệ thống phân tích
- Học viên sẽ tính toán thiết kế được các dạng phân tích
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong quá trình thực hiện Hình thức 1

- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên.
- Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích
- Phải làm cho học viên tập thao tác định tính
- Học viên sẽ thực hành tìm các ion trong dung dịch
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giáo viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

Nội dung

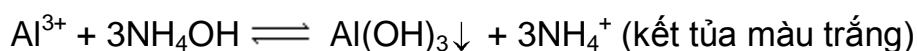
1. Định tính Al^{3+}

a. Thí nghiệm 1

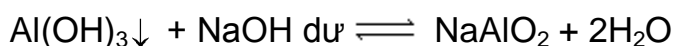
- 1/ Viết các phương trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm ?
- 2/ Tại sao phải đun sôi dung dịch lúc cho NH_4Cl ? Giải thích?

Giải thích

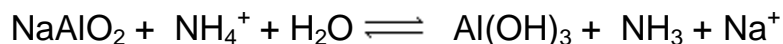
- 1/ Phương trình



- Kết tủa này tan trong dung dịch NaOH



- Khi cho NH_4Cl đưa về môi trường axit thì kết tủa lại xuất hiện



- 2/ Đun sôi làm thúc đẩy sự thoát NH_3 , thì cân bằng chuyển nhanh sang phải làm quá trình tạo tủa tăng nhanh

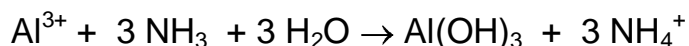
b. Thí nghiệm 2

- 1/ Viết các phương trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm ?

Giải thích

Alizarin tạo với $Al(OH)_3$ một muối nội phức không tan (nhiều cơ sở xác định cho rằng kết tủa được tạo thành do $Al(OH)_3$ hấp phụ alizarin), phức có màu đỏ da cam gọi là “sơn nhôm - alizarin”. Kết tủa này không tan trong CH_3COOH cho nên khi làm lạnh dung dịch dưới

vòi nước ta thêm vài giọt CH_3COOH thì kết tủa sẽ nhuộm màu cà rốt.



c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết các ph trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm ?
- 2/ Những yếu tố nào có thể ảnh hưởng đến phản ứng này ?

Giải thích

- 1/ Al^{3+} tạo với thuốc thử aluminon (còn gọi là acid Aurintricarboxylic, có công thức phân tử) ($\text{C}_{22}\text{H}_{11}\text{O}_9(\text{NH}_4)_3$) trong môi trường CH_3COOH hoặc dung dịch đậm acetat: tạo kết tủa là một phức nội màu hồng đậm. Tùy theo hàm lượng của ion Al^{3+} trong dung dịch sẽ có màu đỏ hoặc dung dịch màu đỏ. Phản ứng này rất nhạy, dùng trong định tính để phát hiện ion Al^{3+} và trong phân tích đo màu để định lượng nhôm.
 - Tùy vào nồng độ của AlCl_3 mà dung dịch có kết tủa hay dung dịch có màu nâu đỏ
- 2/ Điều kiện tiến hành phản ứng:
 - Các chất oxy hóa mạnh CrO_4^{2-} phải được loại bỏ vì nó phá hủy sơn tạo thành ở pH= 4-5.
 - Các ion có màu riêng $\text{Co}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{VO}_2^+$ cản trở phản ứng phải loại bỏ.
 - Khi có các ion cản trở có thể tách Al^{3+} dưới dạng AlO_2^- bằng NaOH .

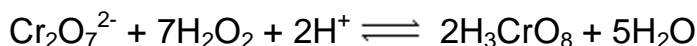
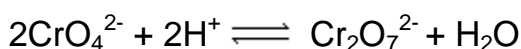
2. Định tính Cr^{3+}

a. Thí nghiệm 1

- 1/ Viết các phương trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm ?
- 2/ Giải thích sự có màu ở lớp rượu ?

Giải thích

- 1/ Khi cho H_2O_2 vào thì $\text{Cr}(\text{OH})_3$ sẽ bị oxy hóa lên CrO_4^{2-} , dung dịch chuyển từ màu xanh đen qua màu vàng
$$2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$$
 - Khi cho rượu amilic vào vừa thêm vừa lắc lớp rượu sẽ có màu xanh thẫm. Do



- 2/ H_3CrO_8 có màu xanh bền trong rượu amylic

b. Thí nghiệm 2

- 1/ Viết các ph trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm?
- 2/ Phản ứng này có điều kiện gì không?
- 3/ Nếu thay CH₃COOH bằng dung dịch NaOH thì có thay đổi hiện tượng không?

Giải thích

- 1/ Cr³⁺ kết hợp với NaHPO₄ tạo kết tủa Cr(HPO₄)₃ màu hơi tím

$$\text{Cr}^{3+} + \text{HPO}_4^- \rightarrow \text{Cr}(\text{HPO}_4)_3 \downarrow (\text{hơi tím})$$
 - Tủa này lại không bền trong acid CH₃COOH 2N
- 2/ Điều kiện tiến hành phản ứng:
 - Các chất kết tủa với HPO₄⁻ phải được loại bỏ trước
 - Thao tác làm phải nhanh .
- 3/ Tủa chỉ tan trong môi trường acid nên việc thay NaOH không ảnh hưởng đến tủa này

c. Thí nghiệm 3

- 1/ Viết các ph trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm?
- 2/ Những yếu tố nào sẽ ảnh hưởng đến phản ứng?

Giải thích

- 1/ Cr³⁺ bị oxy hóa bởi H₂O₂ trong môi trường NaOH sẽ cho ra CrO₄²⁻ có màu vàng chanh đặc trưng

$$2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$$

vàng

 - CrO₄²⁻ kết tủa được với Ag⁺ trong môi trường trung tính hay acid yếu

$$\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$$

Đỏ nâu (trắng nâu)
- 2/ Điều kiện tiến hành phản ứng:
 - Các chất khử phải được loại bỏ trước
 - Phản ứng oxy hóa được tiến hành khi đun nóng
 - Chất oxy hóa H₂O cho trước khi cho NaOH

3. Định tính Zn²⁺

a. Thí nghiệm 1

- 1/ Viết các phương trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm?
- 2/ Cho biết các yếu tố ảnh hưởng tác động đến phản ứng?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng:

$$1.3\text{Zn}^{3+} + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + 2\text{K}^+ \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow (\text{trắng})$$

2/ Điều kiện tiến hành phản ứng

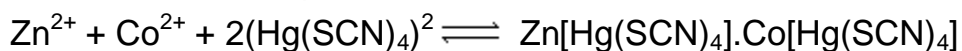
- Phản ứng phải thực hiện trong môi trường pH < 7 vì ở pH cao hơn thì kết tủa tan
- Tránh dùng thuốc thử dư vì sẽ tạo muối $Zn_2[Fe(CN)_6]$ có độ tan cao hơn.
- Các ion cản trở phản ứng như: Cu^{2+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; Cd^{2+} ...

b. Thí nghiệm 2

Viết các phương trình phản ứng đã xảy ra trong thí nghiệm ?

Giải thích

Ion $Hg(SCN)_4^{2-}$ tạo với ion Zn^{2+} một kết tủa **trắng $Zn[Hg(SCN)_4]$** . Thuốc thử cũng phản ứng với Cu^{2+} cho kết tủa **xanh lục**, với ion Co^{2+} cho kết tủa **xanh đậm**. Nếu trong dung dịch có đồng thời hai ion Zn^{2+} và Cu^{2+} cho kết tủa tinh thể hỗn hợp **màu tím**.

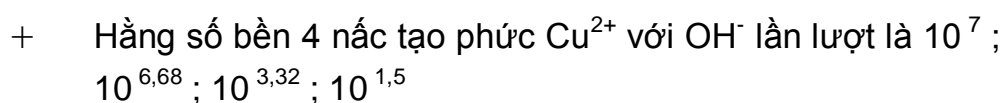


Hình thức đánh giá

- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đánh giá cụ thể thao tác thí nghiệm và lấy việc tìm được ion trong dung dịch của học viên để đánh giá

BÀI TẬP:

1. Khi cho dung dịch Cu^{2+} 10^{-2} M vào dung dịch EDTA 10^{-2} M, thì nồng độ Cu^{2+} tại cân bằng là bao nhiêu ? Biết rằng ion Cu^{2+} có khả năng kết hợp với EDTA tạo phức bền (hằng số bền $\beta = 10^{18,8}$), và phức này không bị ảnh hưởng bởi các ion H^+ hoặc OH^- . Ngoài ra Cu^{2+} còn có khả năng tạo phức với OH^- theo 4 phương trình kết hợp, còn EDTA là một dung dịch acid đa chức phân ly 4 nấc. Dung dịch tạo thành sau khi pha trộn có pH = 6, và các giá trị hằng số cho trước là:



2. Pha trộn cùng một thể tích dung dịch Hg^{2+} 10^{-4} M với dung dịch EDTA 10^{-4} M, thì có thể tạo được phức Hg-EDTA không? Tính nồng độ Hg^{2+} tại thời điểm cân bằng sau pha trộn.

Biết rằng dung dịch tạo thành sau khi pha trộn có pH = 10, và ion Hg^{2+} có khả năng kết hợp với EDTA tạo phức bền (hằng số bền $\beta = 10^{21,8}$), và phức này không bị ảnh hưởng bởi các ion H^+ hoặc OH^- . Ngoài ra Hg^{2+} còn có khả năng tạo phức với OH^- theo 3 phương trình kết hợp, còn EDTA là một dung dịch acid đa chức phân ly 4 nấc. Các giá trị hằng số cho trước là:

- + Hằng số bền tổng cộng 6 nấc tạo phức Hg^{2+} với OH^- lần lượt là: $10^{10,3}$; $10^{21,7}$; 0 ; 0 ; 0 ; $10^{21,2}$.
- + Hằng số bền 4 nấc tạo EDTA từ Y^{4-} lần lượt là $9,1 \cdot 10^{10}$; $1,85 \cdot 10^6$; $4,76 \cdot 10^2$; 10^3 .

BÀI 5. PHÂN TÍCH KHỐI LƯỢNG

Mã bài: HPT 5

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Cơ sở và nguyên tắc tiến hành của phương pháp khối lượng.
 2. Các bước tiến hành phân tích.
 3. Kỹ thuật thực hiện trong phân tích khối lượng.
 4. Định lượng một số mẫu thử
- Chuẩn bị tài liệu phát tay

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về các khái niệm trong phép phân tích khối lượng: cơ sở và nguyên tắc của phương pháp, các bước tiến hành, sơ đồ phân tích khối lượng, công thức tính toán, hệ số chuyển đổi, hệ số pha loãng
- Thiết kế một số bài tập tìm hàm lượng, tìm sai số thống kê. Hướng dẫn cho sinh viên nắm được cách lập công thức tính
- Trình bày các ví dụ minh họa, hướng dẫn học viên làm bài tập.
- Tiến hành tại phòng học bình thường hoặc phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của dung dịch, biết cách tính sai số thống kê, tính toán được hàm lượng các mẫu chất phân tích
- Phải cho học viên nắm được yêu cầu trong một phép phân tích khối lượng
- Cho học viên hiểu được quy trình phân tích mẫu theo phương pháp khối lượng
- Giải bài tập mẫu, phân tích ý nghĩa của mỗi phép tính trong bài.
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế các công thức tính toán khối lượng của mẫu
- Tổ chức nhóm hay cá nhân lập được sai số thống kê trong các thí nghiệm.
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.

- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của các khái niệm
- Học viên sẽ tính toán được các đại lượng và chuyển hoá được chúng
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong quá trình thực hiện Hình thức 1
- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên.
- Tiến hành thực hành tại phòng thí nghiệm các bài sau:
 - + Định lượng Fe^{3+} bằng phương pháp khối lượng
 - + Định lượng Mg^{2+} bằng phương pháp khối lượng
 Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích.
- Phải làm cho học viên tập thao tác định lượng theo phương pháp khối lượng
- Học viên sẽ thực hành tìm hàm lượng các ion Mg^{2+} và Fe^{2+} trong dung dịch
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giảng viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

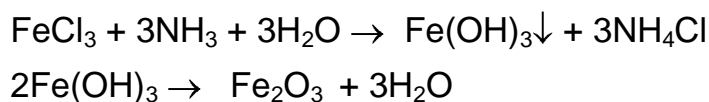
Nội dung

1. Thí nghiệm về Fe^{3+}

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài thực tập ?
- 2/ Giải thích vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập?
- 3/ Đưa ra và chứng minh các công thức tính? Giải thích ý nghĩa của các công đoạn trong qui trình xác định?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng:



Nếu nung tủa mạnh và lâu quá thì:



2/ Vai trò hoá chất:

- Cho HCl vào FeCl₃ tẩm mẫu để khi hoà tan bằng nước cất thì không làm thay đổi tính chất của muối
- HNO₃ tạo môi trường axit vì Fe³⁺ trong môi trường axit ở pH = 4 sẽ bị kết tủa bởi NH₃
- Cho vào NH₃ để tạo tủa
- Thêm nước cất nóng để làm giảm hấp phụ
- Rửa bằng NH₄NO₃ vì: đó là một chất điện ly mạnh sẽ làm đông tụ tủa Fe(OH)₃ là một kết tủa vô định hình điển hình

3/ Ý nghĩa các công đoạn trong quá trình xác định:

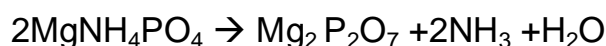
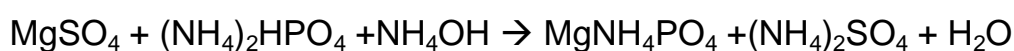
- Cho HCl vào FeCl₃ để tẩm mẫu làm cho mẫu không thay đổi tính chất khi hoà tan bằng nước cất + HNO₃ tạo môi trường axit để mẫu dễ dàng tạo tủa và tráng được hình thành tủa đặc sệt, tránh dính vào cốc và tránh được thủy phân. Sau đó đun nhẹ vì Fe(OH)₃ là một kết tủa vô định hình điển hình, dễ tạo thành dung dịch keo nên khi làm tủa nó cần phải đun nóng + NH₃ để tạo tủa + nước cất nóng để làm giảm hấp phụ. Sau đó lọc ngay vì để lâu kiềm hoà tan được thủy tinh gây sai số. Lọc bằng giấy lọc băng vàng vì kết tủa là vô định hình nên dễ làm bít giấy lọc khó lọc tủa. Rửa tủa bằng NH₄NO₃ là một chất điện ly mạnh làm đông tụ tủa, khó bị thủy phân. Rửa tủa cho hết Cl⁻ vì Cl⁻ trong dung dịch sẽ khử lên đến +7 và nó sẽ oxi hoá Fe gây sai số cho mẫu

2. Thí nghiệm về Mg²⁺

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài thực tập ?
- 2/ Giải thích vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập?
- 3/ Đưa ra và chứng minh các công thức tính? Giải thích ý nghĩa của các công đoạn trong qui trình xác định?

Giải thích

1/ PTPƯ



2/ Vai trò:

- HCl: tẩm mẫu để không làm thay đổi tính chất mẫu khi tiến

hành hoà tan

- MR: dễ dàng nhận biết môi trường
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ là chất sẽ tạo tủa với Mg
- NH_3 tạo môi trường kiềm để tủa hình thành
- NH_3 1:10 dùng để rửa tủa để hạn chế thủy phân và giảm độ tan, phải rửa tủa không phải bằng nước nguyên chất mà bằng NH_3 loãng
- NH_4NO_3 là một chất điện ly mạnh để tránh thủy phân tủa

3/ Giải thích:

Sau khi cho mẫu vào cốc + HCl 1:1 để axit hoá mẫu + H_2O để hoà tan mẫu + MR để dễ dàng nhận biết môi trường + $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ để tạo tủa với Mg. Đun nhẹ dung dịch 40 ÷ 45°C để kích thích tạo tủa + NH_3 để tạo môi trường kiềm cho phản ứng xảy ra. Tuy nhiên không nên cho quá nhiều NH_3 nếu không sẽ tạo ra tủa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ tách ra làm cho kết quả phân tích mất chính xác, Để nguội, thêm NH_3 để ngăn thủy phân và làm giảm độ tan của MgNH_4PO_4 + đun cách thủy để thúc đẩy quá trình tạo tủa + lọc rửa bằng NH_3 1:10 để đỡ tan tủa, rửa cho hết Cl^- vì Cl^- là chất khử lên đến +7 do đó nó sẽ oxi hoá các ion có trong tủa.

Hình thức đánh giá

- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- BÀI TẬP:
 1. Cho 2 cặp oxy hoá khử $[\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}]$ và $[\text{ClO}_3^- (\text{H}^+) / \text{Cl}^-]$ có E^0 lần lượt là 1,51(v) và 1,45(v). Xác định chiều phản ứng xảy ra và hằng số cân bằng của phản ứng ở pH = 0.
 2. Cho miếng đồng kim loại vào dung dịch AgNO_3 0,01M. Tính K_{CB} và nồng độ các ion kim loại trong dung dịch tạo thành. Biết $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34(\text{v})$ và $E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 = 0,8(\text{v})$

HOẠT ĐỘNG KIỂM TRA THƯỜNG XUYÊN

CHỦ ĐỀ VỀ PHƯƠNG PHÁP KHỐI LƯỢNG

Tên học viên:.....

Nhóm:.....

Nghề: phân tích dầu

Khoá:.....

Tên Giáo viên:.....

Tên trợ giáo:.....

Câu 1:

Cho một dung dịch nước chưa rõ chứa loại ion nào. Hãy trình bày cách nhận biết các ion Al^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} có trong dung dịch đó:

- Lập sơ đồ hệ thống phân tích các ion này.
- Viết các phương trình phản ứng minh họa các phản ứng có hiện tượng xảy ra trong quá trình nhận biết trên.

Câu 2:

Khi phân tích hàm lượng Na_2SO_4 có trong 0,3579(g) muối rắn NaCl, thì đem định mức muối này thành 250mL dung dịch, sau đó hút ra 50mL dung dịch đem phân tích bằng phương pháp khối lượng thì thu được 0,0041(g) BaSO_4 khan.

- Tính hàm lượng % Na_2SO_4 có trong muối rắn NaCl ban đầu
- Tính nồng độ dung dịch NaCl trong 250mL bình định mức, biết rằng khối lượng riêng của dung dịch này là 1.12g/mL và muối NaCl chỉ lẫn Na_2SO_4 mà thôi

BÀI 6. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ THỂ TÍCH

Mã bài: HPT 6

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Cơ sở của phương pháp phân tích thể tích.
 2. Cách thực hiện phân tích.
 3. Nồng độ, cách biểu diễn chuyển đổi.
 4. Pha chế và thiết lập nồng độ.
- Chuẩn bị tài liệu phát tay

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về các khái niệm trong phép chuẩn độ thể tích: cơ sở và nguyên tắc của phương pháp chuẩn độ thể tích, cách biểu diễn các loại nồng độ trong dung dịch, pha chế các dung dịch theo nồng độ định trước
- Trình bày các ví dụ minh họa, hướng dẫn học viên làm bài tập.
- Tiến hành tại phòng học bình thường hoặc phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững nguyên tắc tiến hành phương pháp chuẩn độ. Phân biệt được các loại nồng độ và cách chuyển hóa giữa các loại nồng độ đó
- Phải cho học viên nắm được cách pha chế dung dịch từ mẫu rắn và từ mẫu dung dịch có nồng độ lớn hơn
- Cho học viên hiểu được sự khác biệt giữa các phương pháp chuẩn độ trong phương pháp thể tích
- Giải bài tập mẫu, phân tích ý nghĩa của mỗi phép tính trong bài.
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế các công thức tính toán nồng độ dung dịch, tính toán được hàm lượng các chất phân tích theo phương pháp chuẩn độ
- Tổ chức nhóm hay cá nhân lập được mối quan hệ giữa các đại lượng V , $\%m$, C_{ppm} , C_{ppb} .
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.

- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của các khái niệm.
- Học viên sẽ tính toán được các đại lượng và chuyển hoá được chúng.
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong quá trình thực hiện Hình thức 1.
- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên.
- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích.
- Phải làm cho học viên tập thao tác pha chế hoá chất.
- Học viên sẽ thực hành tìm nồng độ các ion trong dung dịch từ các khối lượng, thể tích mẫu rắn hay dung dịch ban đầu.
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giáo viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên.
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi.
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành.

Hình thức đánh giá

- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đánh giá cụ thể thao tác thí nghiệm và lấy việc tính được hàm lượng ion trong dung dịch của học viên để đánh giá
- **BÀI TẬP**
 - 1 Tính hàm lượng % P và P_2O_5 trong một 5(g) mẫu phân, khi đem kết tủa P dưới dạng $MgNH_4PO_4$, rồi nung ở nhiệt độ $650^\circ C$, thu được 1,235(g) $Mg_2P_2O_7$.
 2. Hoà tan 1(g) một loại quặng thành dung dịch (A) chứa Fe^{3+} . Hỏi cần dùng bao nhiêu ml dung dịch NH_3 1,19% ($d = 0,99$ g/ml) để kết tủa hoàn toàn lượng Fe^{3+} . Biết trong quặng có

chứa đến 10% Fe

3. Lượng K trong một loại phân được chuyển từ dạng K_2O thành $KClO_4$. Hỏi khối lượng phân là bao nhiêu để % K_2O thu được gấp 100 lần khối lượng dạng cân $KClO_4$

BÀI 7. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ ACID – BAZ

Mã bài: HPT 7

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Cơ sở của phương pháp chuẩn độ acid-bazơ.
 2. Đường cong chuẩn độ pH - V.
 3. Dung dịch đệm.
 4. Đường cong chuẩn độ đa acid.
 5. Pha chế thiết lập nồng độ acid - bazơ.
- Chuẩn bị tài liệu phát tay
- Giáo viên soạn một số chủ đề tự nghiên cứu cho học viên:
 1. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ acid mạnh (HCl) bằng baz mạnh (NaOH). Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng
 2. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ acid mạnh (HCl) bằng baz yếu (NH₃). Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng
 3. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ acid yếu (CH₃COOH) bằng baz mạnh (NaOH). Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng.

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Thuyết trình về phương trình định phân acid-baz, đồ thị đường định phân, công thức tính sai số chuẩn độ acid-baz, cách chọn chỉ thị thích hợp
- Giảng giải về các bước hình thành phương trình, cách tính sai số chuẩn độ
- Hướng dẫn học viên thực tập giải bài toán về pH trong các dung dịch: được tiến hành trong các lớp học thường nhật, có thể dùng phương tiện trực quan như đèn chiếu, máy slide... để thuyết trình, diễn giảng bài học
- Phải làm cho các học viên nắm vững nội dung của phương pháp phân tích acid-baz
- Trong thảo luận hướng cho học viên phải giải được các bài tập về

lập phương trình đường định phân, cách tìm pH trong dung dịch, cách lựa chọn được chất chỉ thị thích hợp

- Giáo viên chuẩn bị các đồ thị biểu diễn đường định phân acid-baz ở các loại acid mạnh-baz mạnh, acid mạnh-baz yếu, acid yếu -baz mạnh, acid yếu-baz yếu.
- Sử dụng bảng khoảng đổi màu của các chỉ thị

Giới thiệu các tài liệu liên quan và hướng sự tự nghiên cứu của học viên ở chương phương pháp chuẩn độ acid-baz trong các tài liệu:

- Tài liệu Cơ sở hoá phân tích của Nguyễn Thạc Cát, Từ Vọng Nghi, Đào Hữu Vinh - Xuất bản lần 2. Hà Nội 1985.
- Tài liệu Herbert A.Laitinen - Chemical analysis - London, 1960
- Tài liệu Cơ sở lý thuyết hóa học phân tích của Lâm Ngọc Thụ - Huế 2003.
- Tài liệu Lý thuyết cơ sở (Phần I), Nguyễn Tinh Dung - Nhà Xuất bản Giáo Dục. 1991.
- Tài liệu Hóa học phân tích của N. IA. Loghinop, A. G. Voskrexenski

Đây là Hình thức tự học của học viên có sự gợi ý của giáo viên nên học viên có thể tùy chọn tại lớp, tại thư viện hay tại nhà

- Chỉ nên giới hạn nội dung đã được xác định trong đề cương chương trình ứng với hệ được đào tạo

Trong phần này cố gắng giới thiệu cách tự nghiên cứu đến kết quả các loại bài tập tính toán, xác định được chất chỉ thị, và pH của dung dịch phân tích

- Giáo viên chuẩn bị các tài liệu đã nêu trên, kể cả tài liệu giáo trình của môn học
- Lập một số tình huống để học viên tự trả lời, có thể bằng hình thức tài liệu phát tay.
- Thực hành thí nghiệm các bài:
 - + Định lượng acid mạnh – baz mạnh
 - + Định lượng acid yếu – baz mạnh
 - + Định lượng acid mạnh – baz yếu
 - + Định lượng acid đa chức
 - + Định lượng hỗn hợp acid
 - + Định lượng baz đa chức
 - + Định lượng hỗn hợp baz

- + Định lượng muối
- Được tiến hành trong phòng thí nghiệm
 - + Phải làm cho các học viên vận dụng được phương pháp phân tích acid-baz
 - + Học viên giải thích được các hiện tượng, cách sử dụng hoá chất, cách sử dụng chỉ thị trong bài thí nghiệm
 - + Học viên phải tính được sai số chuẩn độ, sai số chỉ thị. Giải thích được các sai số này và cách khắc phục sai số này (nếu có)
 - + Giáo viên chuẩn bị đầy đủ các hoá chất, thiết bị, dụng cụ
 - + Sử dụng bảng khoảng đổi màu của các chỉ thị, giấy đổi màu Ph
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

Nội dung

1. Thí nghiệm định lượng acid mạnh – baz mạnh

1.1. Định lượng NaOH

Nguyên tắc

Dựa trên cơ sở của phản ứng trung hòa axit oxalic đã biết chính xác nồng độ với dung dịch NaOH, với chỉ thị phenolphthalein. Sự chuyển màu tại điểm tương đương ứng với sai số của chỉ thị $\text{pH} = 8,2 \div 10$ là không màu sang đỏ hồng



a. Thí nghiệm 1

- 1/ Tại sao phải thêm 10 - 20ml nước cất vào dung dịch acid khi tiến hành chuẩn độ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1 N bằng NaOH ?
- 2/ Khi thêm nước cất vào dung dịch acid thì nồng độ của acid và thể tích NaOH chuẩn độ có thay đổi gì không ?
- 3/ Hãy tính khoảng nồng độ dung dịch NaOH trong 3 thí nghiệm trên với độ tin cậy 95%

Giải thích

- 1/ Khi tiến hành chuẩn độ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1N phải thêm 30 ml nước cất vào để thể tích mẫu có trong erlen nhiều hơn, khi dung dịch đạt đến điểm tương đương ta dễ nhận biết màu
- 2/ Khi thêm nước cất vào dung dịch acid nó sẽ làm cho dung dịch acid

loãng ra dẫn đến nồng độ của acid giảm nhưng thể tích NaOH vẫn không thay đổi. Vì ta đang sử dụng nồng độ để chuẩn là nồng độ đương lượng nên phản ứng xảy ra dựa trên đương lượng để tính

b. Thí nghiệm 2

- 1/ Giải thích sự khác biệt về giá trị của nồng độ dung dịch NaOH trong 2 thí nghiệm trên
- 2/ Khi thêm nước cất vào dung dịch NaOH thì kết quả chuẩn độ có thay đổi gì không

Giải thích

- 1/ Nồng độ của dung dịch NaOH ở thí nghiệm 1 sẽ cho ta kết quả chính xác hơn ở thí nghiệm 2 vì $H_2C_2O_4$ là một acid bền ít bị thay đổi nồng độ theo thời gian, còn HCl là một acid mạnh có khả năng bay hơi nên làm nồng độ của HCl thay đổi \rightarrow làm nồng độ của NaOH không chính xác. Đồng thời dựa vào đường chuẩn độ khi chuẩn độ ngược lại tức là chuẩn NaOH bằng HCl thì dung dịch chuyển từ hồng sang không màu (từ môi trường bazơ chỉ thị PP có khoảng chuyển màu là 10,6 so với điểm tương đương là 3,6 đơn vị) \rightarrow gây sai số lớn. Còn khi chuẩn độ HCl bằng dung dịch NaOH thì dung dịch chuyển từ không màu sang hồng (từ môi trường acid chỉ thị PP có khoảng chuyển màu là 8,2 so với điểm tương đương là 1,2 đơn vị) \rightarrow gây sai số bé hơn.
- 2/ Khi thêm nước cất vào dung dịch NaOH thì kết quả chuẩn độ vẫn không thay đổi. Do sử dụng nồng độ đương lượng nên ta dựa trên đương lượng để tính.

1.2. Định lượng dung dịch HCl

Nguyên tắc:

Dựa trên cơ sở của phản ứng trung hòa của NaOH đã biết chính xác nồng độ với dung dịch HCl, với chỉ thị phenolphthalein, tại điểm tương đương, dung dịch từ không màu chuyển qua màu hồng nhạt bền 10 giây.

- 1/ Hãy tính khoảng nồng độ dung dịch HCl trong 4 thí nghiệm trên với độ tin cậy 95%
- 2/ Vì sao ở thí nghiệm 4 không thể thay đổi vị trí: trên Buret chứa dung dịch $Na_2B_4O_7$ và erlen chứa HCl ?

Giải thích

- 2/ Khi chuẩn độ HCl bằng $Na_2B_4O_7$ thì dung dịch HCl phải ở trên buret là vì:

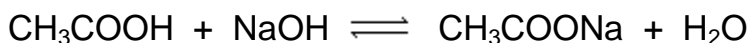
- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ là muối được tạo thành bởi các cation của bazơ mạnh và anion của axit yếu nên trong quá trình chuẩn độ dùng chỉ thị MR có khoảng chuyển màu pH từ 4,2 đến 6,2.
- Do đó khi chuẩn độ dung dịch HCl ở trên buret để chuẩn độ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ sẽ cho khoảng pH $\approx 6,2$ là gần với điểm tương đương hơn, nên gây sai số bé hơn. Còn nếu hoán đổi vị trí đi, thì sẽ chuẩn dung dịch với pH $\approx 4,4$. Rõ ràng khoảng lệch ΔpH khá lớn so với điểm tương đương sẽ gây sai số lớn hơn

2. Thí nghiệm định lượng acid yếu – baz mạnh

Nguyên tắc

Dựa trên phản ứng trung hòa giữa bazơ mạnh NaOH với axit CH_3COOH với chỉ thị phenolphtalein.

Phản ứng chuẩn độ:



Câu hỏi:

- 1/ Khi pha thêm nước cất vào erlen trong bước 2 ở TN 1, có làm thay đổi số đương lượng của dung dịch CH_3COOH không? Cho biết các tính nồng độ đương lượng ở TN này
- 2/ Bước nhảy chuẩn độ của việc chuẩn dung dịch CH_3COOH bằng dung dịch NaOH có gì khác với bước nhảy trong việc chuẩn dung dịch HCl bằng dung dịch NaOH? Giải thích
- 3/ Khi tiến hành chuẩn độ acid yếu bằng bazơ mạnh nếu thay chỉ thị PP bằng MR hoặc MO có được không? Giữa MR và MO có gây ảnh hưởng gì khác nhau không? (để chứng minh, HS - SV cần thực nghiệm ngay bằng cách thay phenolphtalein bằng MO và MR)

Giải thích

- 1/ Khi pha thêm nước cất vào erlen sẽ làm cho nồng độ dung dịch CH_3COOH giảm xuống vì khi có nước cất vào dung dịch acid CH_3COOH sẽ loãng ra dẫn đến nồng độ CH_3COOH giảm. Cách tính nồng độ CH_3COOH C_1 khi bị loãng:

$$V_d \cdot C_d = (V_d + V_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot C_1 \quad \Rightarrow \quad C_1 = \frac{V_d \cdot C_d}{V_d + V_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Nhưng về số đương lượng của chúng không đổi: số D (Trước pha) = số D(sau pha) $\Leftrightarrow (V \cdot C)_{\text{Tpha}} = (V \cdot C)_{\text{Spha}}$

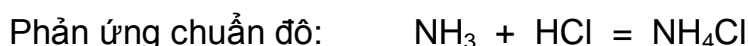
- 2/ Sự khác biệt giữa bước nhảy chuẩn độ CH_3COOH bằng dung dịch NaOH với bước nhảy chuẩn độ HCl bằng NaOH:

- Bước nhảy chuẩn độ CH_3COOH bằng NaOH
 - + Điểm tương đương khi chuẩn độ axit yếu bằng bazơ mạnh không trùng với điểm trung hòa, mà nằm ở miền kiềm (ở $\text{pH} = 8,87$)
 - + Đường trung hoà của axit yếu bằng bazơ mạnh không đối xứng so với điểm tương đương.
 - + Bước nhảy chuẩn độ axit yếu bằng bazơ mạnh nhỏ hơn nhiều so với bước nhảy khi chuẩn độ axit mạnh bằng bazơ mạnh
 - + Điểm bắt đầu và điểm cuối của quá trình chuẩn độ acid yếu ở trước điểm tương đương nằm trong miền axit kém hơn khi chuẩn độ axit mạnh
 - Như vậy độ dài bước nhảy phụ thuộc vào hằng số phân ly của axit tham gia phản ứng định phân. Hằng số K càng nhỏ thì bước nhảy càng ngắn (và ngược lại). Đối với những axit có $K < 10^{-7}$ thì đường định phân không có bước nhảy lúc đó không định phân được với độ chính xác $\leq \pm 0,1\%$. Vì vậy phương pháp phân tích định lượng không áp dụng để phân tích các mẫu có nồng độ $< 10^{-4} \text{ M}$
- 3/ Khi tiến hành chuẩn độ axit yếu bằng bazơ mạnh nếu thay chỉ thị PP = MR hoặc MO đều được vì MR có khoảng chuyển màu 4,2 – 6,2, còn MO có khoảng chuyển màu 3,1 – 4,4. Giữa MR và MO thì cả hai đều gây sai số trong quá trình chuẩn độ do có bước nhảy ΔpH (MR) $\approx 8,8 - 5,2 \approx 3,6$ còn ΔpH (MO) $\approx 8,8 - 3,8 \approx 5$ nên MR gây sai số bé hơn MO do MR có khoảng chuyển màu gần điểm tương đương hơn MO. Cách tốt nhất là sử dụng các chỉ thị có $\text{pT} \approx 8 \div 9$.

3. Thí nghiệm định lượng acid mạnh – baz yếu

Nguyên tắc

Dựa trên phản ứng trung hòa giữa axit mạnh với baz yếu NH_3 với chỉ thị metyl đỏ.



Câu hỏi:

- 1/ Trong thí nghiệm 1, khi thay phenolphtalein bằng MO và MR thì các giá trị V (NH_3) thu được nào có sai số bé nhất ? Giải thích.
- 2/ Vì sao trong 2 thí nghiệm bởi cùng dung dịch HCl và NH_3 , cùng chỉ

thị MR, nhưng lại có sự chuyển màu ngược nhau ?

- 3/ Với 2 cách chuẩn độ khác nhau ở 2 thí nghiệm, cho biết thí nghiệm nào cho phép xác định nồng độ NH_3 chính xác hơn ? Giải thích

Giải thích

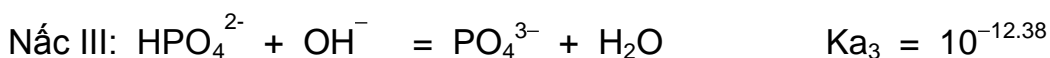
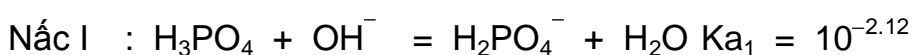
- 1/ Khi tiến hành chuẩn độ NH_3 bằng dung dịch HCl với chỉ thị pp, khi thay PP = MO hoặc MR thì với các giá trị thể tích NH_3 thu được ta thấy đối với MR là gây sai số bé nhất. Vì qua khảo sát đường cong chuẩn độ bazơ yếu bằng axit mạnh có điểm tương đương là 5,13; rơi vào khoảng chuyển màu của chỉ thị MR (pH= 4,2 – 6,2) thì phép chuẩn độ càng chính xác.
- 2/ Vì ở thí nghiệm 1 ta dùng HCl để chuẩn độ NH_3 còn ở thí nghiệm 2 ta dùng NH_3 để chuẩn độ HCl cho nên có sự chuyển màu ngược lại giữa hai thí nghiệm.
- 3/ Với 2 cách chuẩn độ khác nhau giữa hai thí nghiệm thì nên dùng phép chuẩn độ HCl = NH_3 để xác định nồng độ của NH_3 được chính xác hơn vì NH_3 là một bazơ yếu, dễ bay hơi khi để ngoài không khí cho nên nếu dùng NH_3 làm mẫu thì 1 phần NH_3 bay ra trong quá trình chuẩn độ sẽ làm nồng độ NH_3 giảm xuống ảnh hưởng đến kết quả chuẩn độ làm cho việc tính toán nồng độ NH_3 không được chính xác.

4. Thí nghiệm định lượng acid đa chức

Nguyên tắc

Dựa trên cơ sở của phản ứng trung hòa giữa một bazơ mạnh NaOH với axit photphoric. Trong đó, axit photphoric được xem như một hỗn hợp hai đơn axit có cùng nồng độ nhưng có hằng số axit khác nhau. Bằng cách sử dụng đồng thời 2 chỉ thị MO và phenolphthalein ứng với hai khoảng đổi màu có pT gần với pH tương đương của hai axit (ứng với hai nấc đầu của axit photphoric), từ đó có thể xác định được điểm tương đương từng nấc của axit photphoric. Dựa vào đây tính được nồng độ của chúng.

Phản ứng chuẩn độ:



$$\text{Nên ở nấc 1: } \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p} K_{a1} + \text{p} K_{a2}) = 4,6$$

Và ở nấc 2: $pH = \frac{1}{2} (pK_{a2} + pK_{a3}) = 9,8$

Câu hỏi:

- 1/ Đánh giá kết quả tìm được ở 2 TN này. Giải thích
- 2/ Nếu thay MO bằng Bromcrezol lục 0,1% / Etanol 20% (BCL) thì kết quả có thay đổi không? Giải thích

Giải thích

- 1/ Ở TN1 cho kết quả sai lệch thực tế lớn hơn ở TN2. Đó là do dung dịch chuẩn NaOH có nồng độ lớn gấp 10 lần thì thể tích chuẩn trên buret sẽ giảm đi 10 lần (chẳng hạn nếu chuẩn được 10mL thì chỉ còn 1mL) làm nảy sinh sai số thô bạo của người phân tích
- 2/ Khi thay MO bằng BCL thì:
 - Màu ở điểm tương đương nấc 1 chuyển từ màu vàng sang lục, ứng với $pH = 3,8 \div 5,4$ của chỉ thị BCL
 - Màu điểm tương đương nấc 2 chuyển từ xanh sang tím xanh ứng với $pH = 8,2 \div 10$ của chỉ thị PP (màu này là do sự hỗn màu của PP hồng tím với BCL xanh lục)
 - Kết quả vẫn không thay đổi do khoảng đổi màu của chỉ thị BCL rất gần với điểm tương đương nấc 1 ($pH = 4,6$)

Chú ý: Nồng độ dung dịch H_3PO_4 được tính theo:

- Chức 1: (ở nấc 1 xem H_3PO_4 là acid mạnh đơn chức)

$$[H_3PO_4] = \frac{(V.C)_{NaOH}^{MO}}{V_{H_3PO_4}} = \frac{0,1.V}{10} = V_{(MO)} \cdot 10^{-2}.$$

- Cả hai chức (bỏ nấc 3, xem H_3PO_4 là acid mạnh 2 chức)

$$[H_3PO_4] = \frac{(V.C)_{NaOH}}{V_{H_3PO_4}} = \frac{0,1.(V_{MO} + V_{PP})}{10} = V_{(Buret)} \cdot 10^{-2}.$$

5. Thí nghiệm định lượng hỗn hợp acid

Nguyên tắc

Khi cho dung dịch chuẩn NaOH phản ứng với hơn hai axit, thì axit HCl và nấc thứ nhất của axit H_3PO_4 được chuẩn độ, ứng với sự đổi màu của chỉ thị MO từ màu da cam sang màu vàng, nấc thứ hai của H_3PO_4 sẽ được chuẩn độ tiếp tục bằng dung dịch NaOH ứng với sự đổi màu của chỉ thị phenolphthalein, tại điểm tương đương dung dịch có màu hồng nhạt bền 10 giây.

Câu hỏi:

- 1/ Giải thích các bước đã tiến hành trong kỹ thuật. Từ đó thiết lập công thức tính nồng độ từng acid có trong hỗn hợp

- 2/ Tính sai số chuẩn độ nấc I và nấc II của axit photphoric cho $pK_1=2.12$, $pK_2=7.21$, $pK_3=12.38$.

Giải thích

- 1/ Khi tiến hành chuẩn độ hỗn hợp HCl + H₃PO₄ bằng dung dịch NaOH với chỉ thị MO thì do trong hỗn hợp có HCl và H₃PO₄ mà HCl là axit mạnh nên nó sẽ phản ứng với NaOH trước và dung dịch chuyển từ đỏ sang cam. Rồi sau đó khi chuẩn độ tiếp tục bằng NaOH với chỉ thị PP thì lúc đó H₃PO₄ sẽ phản ứng dung dịch chuyển từ cam sang đỏ cam.

Công thức tính nồng độ từng axit trong hỗn hợp:

$$C^N(\text{HCl}) = \frac{(C \cdot V_{MO})_{\text{NaOH}}}{V_{\text{hút}}}$$

$$C^N(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{(V_{PP} - V_{MO})C_{\text{NaOH}}}{V_{\text{hút}}}$$

- 2/ Tính sai số từng nấc của axit H₃PO₄:

Sai số chuẩn độ ở nấc 1 được xác định là:

$$S = \left(\frac{10^{-14}}{h} - h \right) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{h \cdot K_1 \cdot K_2 + 2K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 - h^3}{h^3 + K_1 \cdot h^2 + K_1 \cdot K_2 \cdot h + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}$$

Sai số chuẩn độ ở nấc 2 được xác định là:

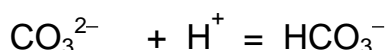
$$S = \left(\frac{10^{-14}}{h} - h \right) \cdot \frac{2C_a + C_b}{2C_a \cdot C_b} + \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 - K_1 \cdot h^2 - 2h^3}{2(h^3 + K_1 \cdot h^2 + K_1 \cdot K_2 \cdot h + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)}$$

6. Thí nghiệm định lượng baz đa chức

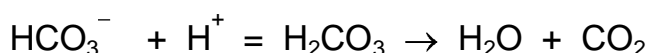
Nguyên tắc

Dung dịch Na₂CO₃ được xem như một baz hai nấc, nấc I được trung hòa bằng dung dịch chuẩn axit HCl, ứng với sự chuyển màu của chỉ thị phenolphthalein từ màu hồng sang màu của bình đối chứng (là bình đựng dung dịch NaHCO₃ với chỉ thị phenolphthalein). Nấc thứ II được trung hòa tiếp bằng dung dịch chuẩn HCl, điểm tương đương nấc II ứng với sự chuyển màu từ màu của bình đối chứng sang màu da cam (đây là nội dung của phương pháp song song chỉ thị).

Phản ứng chuẩn độ:



$$K_{a1} = 10^{-6.35}$$



$$K_{a2} = 10^{-10.32}$$

Nên ở nấc 1: $pH = \frac{1}{2} (pK_{a1} + pK_{a2}) = 8,2$ (so với $pT_{PP} = 9,1$)

Và ở nấc 2: $pH = \frac{1}{2} (pK_{a2} - \lg C_a) \approx 4$ (tùy thuộc vào nồng độ của $[HCO_3^-]$, và so với $pT_{MO} = 3,8$)

Câu hỏi:

- 1/ Vì sao việc chuẩn độ dung dịch Na_2CO_3 lại dùng dung dịch $NaHCO_3$ làm chứng để so sánh màu tại điểm tương đương.
- 2/ Thiết lập công thức tính nồng độ Na_2CO_3 . Giải thích vì sao phải dùng đến hai chỉ thị ?

Giải thích

- 1/ Khi chuẩn độ dung dịch Na_2CO_3 lại dùng $NaHCO_3$ làm bình chứng để so sánh màu tại điểm tương đương vì Na_2CO_3 là đa bazơ mà khi chuẩn độ bằng HCl với chỉ thị PP thì nấc I của Na_2CO_3 sẽ được trung hòa tức là: $CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^-$
Vì vậy phải dùng $NaHCO_3$ để làm bình chứng so sánh màu của Na_2CO_3 ở nấc I
- 2/ Công thức tính nồng độ Na_2CO_3 :

$$\text{– Nấc 1: } C^N (Na_2CO_3) = \frac{(V_{PP} C)_{HCl}}{V_{hút}}$$

$$\text{– Nấc 2: } C^N (Na_2CO_3) = \frac{(V_{MO} C)_{HCl}}{V_{hút}}$$

Ta phải dùng 2 chỉ thị khi chuẩn độ Na_2CO_3 vì nó là một đa bazơ có 2 nấc. Vì vậy ở mỗi nấc sẽ ứng với một điểm tương đương nên dùng từng chỉ thị mà có khoảng chuyển màu gần với điểm tương đương của nấc đó để nhận biết.

Ở nấc 1: dung dịch có môi trường baz ($pH = 8,2$), nên dùng chỉ thị là PP, sẽ chuyển màu từ vùng màu baz sang màu vùng acid, tức là màu hồng tím sang không màu.

Nhưng điểm cuối chuẩn độ chưa thể mất màu hết, nên màu ở bình chứng giai đoạn nấc 1 này là màu hồng tím thật nhạt.

Ở nấc 2: Khi thêm chỉ thị MO vào dung dịch có môi trường baz yếu này ($pH \approx 8 \div 9$ vẫn còn màu hồng tím nhạt) thì màu chỉ thị là màu cam sẽ phối hợp với màu hồng tím nhạt cho màu hồng tím ánh cam. Vì vậy phải chuẩn thêm 1 lượng HCl để chuyển môi trường dung dịch về môi trường acid yếu ($pH \approx 4 \div 5$): với PP là không màu và MO là màu cam, nên màu dung dịch tại

điểm dừng sẽ là màu cam.

Lúc này cần đun sôi dung dịch để đẩy hết lượng CO_3^{2-} còn sót (rất vi lượng) về dạng HCO_3^- hoàn toàn và đuổi hết lượng CO_2

Tiến hành chuẩn HCl tiếp, điểm tương đương nấc 2 chuyển màu từ cam sang đỏ am ($\text{pH} = 4,4 \div 3,1$: giá trị pH giảm đi)

7. Thí nghiệm định lượng hỗn hợp baz

a. Định lượng hỗn hợp NaOH và Na_2CO_3

Nguyên tắc

Khi chuẩn độ dung dịch chuẩn HCl xuống hỗn hợp, NaOH được trung hòa đồng thời với Na_2CO_3 cũng được trung hòa tới nấc I ứng với sự đổi màu của chỉ thị phenolphthalein sang màu của bình đối chứng NaHCO_3 với chỉ thị phenolphthalein. Sau đó nấc II của Na_2CO_3 tiếp tục được trung hòa bằng HCl ứng với sự chuyển màu của chỉ thị MO từ màu của bình đối chứng sang màu da cam, là nội dung phương pháp song chỉ thị.

Còn đối với phương pháp đơn chỉ thị (chỉ dùng một chỉ thị) thì chuẩn độ tổng NaOH + Na_2CO_3 bằng dung dịch chuẩn HCl với chỉ thị MO, sau đó chuẩn riêng phần NaOH với cùng lượng mẫu bằng cách kết tủa Na_2CO_3 với dung dịch BaCl_2 , với chỉ thị phenolphthalein.

Câu hỏi:

- 1/ Trong hai thí nghiệm trên, điểm khác biệt quan trọng của chúng là gì ? Viết phương trình phản ứng minh họa. Tính C^N của từng chất trong hỗn hợp ở 2 TN
- 2/ So sánh V_{PP} và V_{MO} trong chuẩn độ định lượng Na_2CO_3 và hỗn hợp NaOH + Na_2CO_3 ở TN1. Nhận xét, từ đó đưa ra công thức tính hàm lượng % ? Tính sai số ứng với hai chỉ thị, bỏ qua độ tan của CO_2 ?
- 3/ Vì sao phải đun sôi khi ở giai đoạn chuẩn độ với chỉ thị MO ?

Giải thích

- 1/ Ở hai thí nghiệm trên có điểm khác biệt quan trọng là: một thí nghiệm dùng phương pháp song chỉ thị và một thí nghiệm dùng phương pháp 1 chỉ thị.

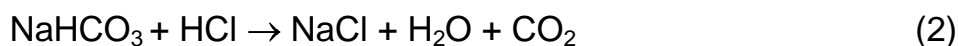
Phản ứng minh họa:

Thí nghiệm 1:

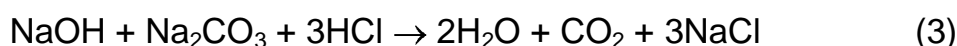
(chỉ thị pp):



(chỉ thị MO):



Thí nghiệm 2:



Ở TN1:

$$(1) \Leftrightarrow \text{Số D (HCl/PP)} = \text{Số D (NaOH)} + \text{Số D (Na}_2\text{CO}_3)$$

$$(2) \Leftrightarrow \text{Số D (HCl/MO)} = \text{Số D (NaHCO}_3)$$

$$\text{Mà: Số D (NaHCO}_3) = \text{Số D (Na}_2\text{CO}_3)$$

$$\text{Do đó: Số D (HCl/PP)} - \text{Số D (Na}_2\text{CO}_3) = \text{Số D (NaOH)}$$

$$\text{Kết quả: } [\text{Na}_2\text{CO}_3] = \frac{(V_{MO}C)_{HCl}}{V_{hut}} = \frac{0,1}{5} V_{MO} = 0,02 \cdot V_{MO}$$

$$[\text{NaOH}] = \frac{(V_{PP} - V_{MO}) \cdot C_{HCl}}{V_{hut}} = \frac{0,1}{5} (V_{PP} - V_{MO}) = 0,02 \cdot (V_{PP} - V_{MO})$$

$$\text{Ở nấc 2: } (3) \Leftrightarrow \text{Số D (HCl/MO)} = \text{Số D (NaOH)} + 2 \cdot \text{Số D (Na}_2\text{CO}_3)$$

$$(5) \Leftrightarrow \text{Số D (HCl/PP)} = \text{Số D (NaOH)}$$

do đó:

$$[\text{Na}_2\text{CO}_3] = \frac{(V_{MO} - V_{PP}) \cdot C_{HCl}}{2 \cdot V_{hut}} = \frac{0,1}{2 \cdot 10} (V_{MO} - V_{PP}) = 0,02 \cdot (V_{MO} - V_{PP})$$

$$[\text{NaOH}] = \frac{V_{PP} \cdot C_{HCl}}{V_{hut}} = \frac{0,1}{10} V_{PP} = 0,01 \cdot V_{PP}$$

2/ Tính sai số của Na_2CO_3 :

- Sai số ở nấc 1:

$$S = ([\text{H}^+] - [\text{OH}^-] - [\text{A}^{2-}]) \cdot (\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot h^2 - 1) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b}$$

- Sai số ở nấc 2:

$$S = \frac{1}{2} [([\text{H}^+] - [\text{OH}^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} - \frac{\beta_1 \cdot h + 2}{1 + \beta_1 \cdot h + \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot h^2}]$$

- Công thức tính hàm lượng phần trăm của Na_2CO_3 :

$$\% \text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{(C \cdot V)_{HCl} \cdot D_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{10 \cdot m_0}$$

(m_0 là lượng cân ban đầu của Na_2CO_3)

- So sánh thể tích PP và thể tích MO của chuẩn độ Na_2CO_3 với của chuẩn độ hỗn hợp $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, ta thấy thể tích PP và thể tích MO của chuẩn độ Na_2CO_3 sẽ cho kết quả chính xác hơn vì trong dung dịch Na_2CO_3 các chỉ thị PP và MO cho điểm

dùng ở mỗi nấc tương đối chính xác hơn là trong hỗn hợp $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

- 3/ Phải đun sôi ở giai đoạn chuẩn độ với chỉ thị MO để đuổi hết hoàn toàn khí CO_2 trong dung dịch vì dung dịch kiềm dễ hấp thụ CO_2 từ không khí và đưa hết lượng CO_3^{2-} về các dạng HCO_3^- hay H_2CO_3

b. Định lượng hỗn hợp $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$

Nguyên tắc:

Khi chuẩn dung dịch chuẩn HCl xuống dung dịch hỗn hợp, Na_2CO_3 được trung hòa tới nấc I ứng với sự đổi màu của chỉ thị phenolphthalein sang màu của bình đối chứng NaHCO_3 với chỉ thị phenolphthalein. Sau đó nấc II của Na_2CO_3 bây giờ là NaHCO_3 cộng với lượng NaHCO_3 ban đầu trong hỗn hợp tiếp tục được trung hòa bằng HCl ứng với sự chuyển màu của chỉ thị MO từ màu của bình đối chứng màu da cam.

Nếu tiến hành xác định đồng thời 2 nấc này với 2 chỉ thị tương ứng thì gọi là phương pháp song chỉ thị. Còn nếu tiến hành với cách "che" nấc này để chuẩn được nấc kia, gọi là phương pháp chuẩn gián tiếp, rồi tính toán xác định lượng các chất trong hỗn hợp dung dịch.

Tổng lượng muối sẽ được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn HCl với chỉ thị MO ứng với sự chuyển màu của chỉ thị từ vàng sang da cam. Sau đó xác định riêng NaHCO_3 bằng phương pháp gián tiếp như sau: Dùng một lượng NaOH dư chính xác để chuyển toàn bộ NaHCO_3 về Na_2CO_3 , sau đó kết tủa chúng bằng BaCl_2 , chuẩn lượng NaOH dư bằng dung dịch chuẩn HCl với chỉ thị.

Câu hỏi:

- 1/ Nêu sự khác biệt giữa hai phương pháp đã được áp dụng trong 2 thí nghiệm trên.
- 2/ Thí nghiệm nào cho kết quả có sai số bé hơn? Giải thích

Giải Thích

- 1/ Sự khác biệt giữa 2 phương pháp trên:
 - TN2 dùng phương pháp song chỉ thị để tiến hành chuẩn độ tức là cho chỉ thị thứ nhất vào trước để nhận biết nấc I của Na_2CO_3 rồi tiếp tục cho chỉ thị thứ hai vào để nhận biết nấc II của Na_2CO_3 và NaHCO_3 .
 - Còn TN1 tiến hành chuẩn độ hỗn hợp $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ với chỉ thị MO. Sau đó thêm một lượng NaOH vào hỗn hợp mẫu khác không những để chuyển NaHCO_3 thành Na_2CO_3 mà nó còn dư lại trong dung dịch. Rồi thêm BaCl_2 vào để tạo thành

tủa BaCO₃. Sau đó chuẩn độ lượng kiềm dư bằng dung dịch HCl với chỉ thị PP.

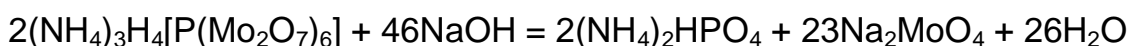
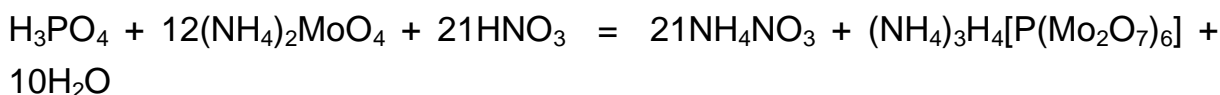
8. Thí nghiệm định lượng muối

a. Định lượng hàm lượng photphat

Nguyên tắc:

Anion photphat được kết tủa bằng dung dịch amoni molybdat trong môi trường axit, hòa tan kết tủa bằng một lượng kiềm dư chính xác, chuẩn lượng kiềm dư bằng dung dịch axit HCl tiêu chuẩn với chỉ thị phenolphthalein, điểm tương đương nhận được khi dung dịch mất màu hồng của chỉ thị phenolphthalein.

Phương trình phản ứng:



Câu hỏi:

- 1/ Giải thích vai trò các hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập ?
- 2/ Hãy thiết lập công thức tính nồng độ PO₄³⁻?
- 3/ Đánh giá việc định lượng [H₃PO₄] bằng dung dịch NaOH (bài 3) và (bài 5). Rút ra nhận xét gì ?

Giải thích

- 1/ Vai trò của từng chất trong bài thực tập trên:
 - HNO₃ 1:1 tạo môi trường axit cho thí nghiệm trên
 - Amoni Molybdat nhằm tạo tủa với PO₄³⁻
 - Đun nóng để hạt kết tủa được chắc, bền và đạt đến kích thước to nhất của hạt.
 - NH₄NO₃ là chất điện ly mạnh cho vào để làm ngăn cản sự tăng tủa.
 - KNO₃ là dung dịch trung tính cũng có vai trò như NH₄NO₃ dùng để tráng và rửa kết tủa.
 - Chỉ thị pp: nhận biết điểm tương đương khi dung dịch chuyển màu.
 - NaOH cho vào để hòa tan kết tủa.
 - Dùng dung dịch HCl để chuẩn độ lượng NaOH dư.
- 2/ Công thức tính nồng độ PO₄³⁻:

$$C^N (\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{(V_{\text{NaOH}} - V_{\text{HCl}})C_{\text{NaOH}}}{V_{\text{hút}}}$$

- 3/ Có thể chọn 2 phương pháp này để GV thực hiện việc kiểm tra thực hành định lượng nồng độ đa acid

b. Xác định hàm lượng muối amoni

Nguyên tắc

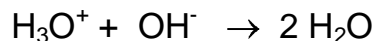
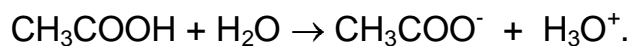
Muối amoni sẽ phản ứng với một lượng kiềm dư chính xác, lượng kiềm dư được xác định bằng chất chuẩn HCl, chỉ thị sử dụng là MR ứng với sự chuyển màu tại điểm tương đương từ vàng qua hồng da cam.

Câu hỏi:

- Viết các phản ứng xảy ra và công thức tính cho mỗi trường hợp xác định CH_3COOH , NH_3 , NH_4Cl ?
- Tính sai số ứng với từng chỉ thị sử dụng khi xác định CH_3COOH và NH_3 ?

Giải thích

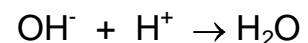
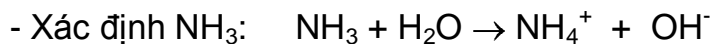
- 1/ Xác định CH_3COOH :



Nên:

$$\text{Số D} (\text{CH}_3\text{COOH}) = \text{Số D} (\text{H}_3\text{O}^+) = \text{Số D} (\text{OH}^-) = \text{Số D} (\text{NaOH})$$

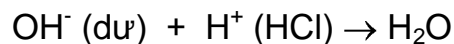
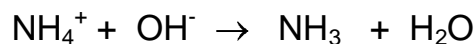
$$\text{Vậy: Công thức tính: } C^N (\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{(VC)_{\text{NaOH}}}{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$



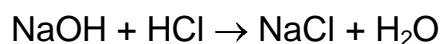
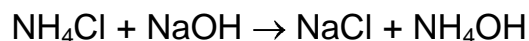
Nên: $\text{Số D} (\text{NH}_3) = \text{Số D} (\text{OH}^-) = \text{Số D} (\text{HCl})$

$$\text{Vậy: Công thức tính: } C^N (\text{NH}_3) = \frac{(VC)_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NH}_3}}$$

- Xác định NH_4Cl :



(GV cần nhắc nhở HS không nên viết:



Nên: $\text{Số D} (\text{OH}^-) = \text{Số D} (\text{NH}_4^+) + \text{Số D} (\text{HCl})$

$$\Rightarrow \text{Số D} (\text{NH}_4^+) = \text{Số D} (\text{OH}^-) - \text{Số D} (\text{HCl})$$

$$\text{Vậy: Công thức tính: } C^N (\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{(V_{\text{NaOH}} - V_{\text{HCl}})C_{\text{HCl}}}{V_{\text{NH}_4\text{Cl}}}$$

Hình thức đánh giá

Trong quá trình đào tạo học viên được làm các bài kiểm tra, bài báo cáo sau:

- Một bài test: xác định pH dung dịch, cách pha chế dung dịch, thiết lập đường định phân
- Một bài tự nghiên cứu: Thiết lập đường định phân, vẽ đồ thị chuẩn độ, chọn chỉ thị, tính sai số phép chuẩn độ
- Một bài báo cáo thí nghiệm: định lượng nồng độ acid - baz ở mẫu phân tích
- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đưa ra một số bài tập liên quan đến việc xác định: pH trong dung dịch, xác định chỉ thị thích hợp trong chuẩn độ acid – baz
- Kiểm tra bằng bài viết 45 phút.
- **BÀI TẬP**

1. Đem chuẩn 100ml dung dịch HCl 0,025M bằng V(ml) dung dịch NaOH 0,1M
 - a) Tính giá trị pH của dung dịch chuẩn được khi V(ml) lần lượt là: 0 - 10 - 20 - 24,9 - 25 - 25,1 - 26 - 30 (ml)
 - b) Vẽ đường chuẩn độ (pH - Vml dung dịch NaOH) ứng với các giá trị pH vừa tìm được ở câu a.
 - c) Xác định bước nhảy chuẩn độ với sai số 0,2%.
2. Hút 10 ml dung dịch mẫu NaOH C_x cho vào erlen 250mL cùng với 30 ml nước cất +3 giọt pp (làm 4 mẫu). Đem chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,1N cho đến khi dung dịch chuyển từ màu hồng tím sang không màu. Ghi thể tích axit HCl 0,1N tiêu tốn V_0 (mL). Với độ tin cậy 95%. Tính nồng độ dung dịch NaOH

Mẫu số	1	2	3	4
V_0 (mL)	9,8	9,75	9,7	9,6

Biết rằng:

Số thí nghiệm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	12,7	4,3	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,23
Q	1,22	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41

Giả sử các dung dịch đều có khối lượng riêng $d = 1 \text{ g/mL}$

HOẠT ĐỘNG KIỂM TRA THƯỜNG XUYÊN

CHỦ ĐỀ VỀ PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ ACID-BAZ

Tên học viên:.....

Nhóm:.....

Nghề: phân tích dầu

Khoá:.....

Tên Giáo viên:.....

Tên trợ giáo:.....

Câu 1:

Thiết lập phương trình đường định phân $V(\text{mL})$ acid $\text{HCl } C^N$ bằng V_0 (mL) baz $\text{NaOH } C_0^N$

Câu 2:

Tiến hành chuẩn độ 10mL dung dịch HCl chưa biết nồng độ (C_x) bằng dung dịch NaOH 0,1N với chất chỉ thị phenolphtalein từ không màu sang màu hồng bền trong 10 giây (pH của khoảng đổi màu từ 8,1 - 10,1), thì thấy hết 15,2mL dung dịch NaOH.

- Tìm nồng độ C_x của dung dịch HCl ban đầu.
- Nếu chọn chỉ thị metyl Dacam -MO (pH khoảng đổi màu từ 3,1 – 4,4) thì phép chuẩn còn chính xác không? Tính sai số chuẩn độ khi dùng các chỉ thị

BÀI 8. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ OXY HOÁ KHỬ

Mã bài: HPT 8

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Cơ sở phương pháp oxy hóa khử.
 2. Các phương pháp oxy hóa khử cơ bản
 3. Cách chuẩn độ oxy hóa khử.
- Chuẩn bị tài liệu phát tay
- Giáo viên soạn một số chủ đề tự nghiên cứu cho học viên:
 1. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ chất oxy hoá bằng chất khử theo phương pháp permanganat. Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng
 2. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ chất khử bằng chất oxy hoá theo phương pháp permanganat. Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng
 3. Tính sai số phương pháp trong các cách thức chuẩn độ

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về cơ sở và nguyên tắc của phương pháp chuẩn độ oxy hoá khử
- Phân biệt được các phương pháp chuẩn độ permanganat và phương pháp chuẩn độ iod
- Thiết lập phương trình đường định phân và tính sai số của phương pháp
- Trình bày các ví dụ minh họa, hướng dẫn học viên làm bài tập.
- Tiến hành tại phòng học bình thường hoặc phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của từng phương pháp được sử dụng, dùng phương pháp này (phương pháp permanganat) trong trường hợp nào còn phương pháp kia (phương pháp iod) trong trường hợp nào
- Phải cho học viên nắm được phép tính sai số chuẩn độ và cách xác

định được nồng độ của chúng

- Cho học viên hiểu được cách định lượng của phương pháp
- Giải bài tập mẫu, phân tích ý nghĩa của mỗi phép tính trong bài.
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết kế các công thức tính toán hàm lượng chất phân tích trong phương pháp permanganat và phương pháp iod
- Tổ chức nhóm hay cá nhân lập được sai số trong phương pháp
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của các khái niệm
- Học viên sẽ tính toán được các đại lượng và chuyển hoá được chúng
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong quá trình thực hiện Hình thức 1
- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên.
- Tiến hành thí nghiệm các bài sau:
 - + Định lượng Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; Cr^{6+} ; NO_2^- ; H_2O_2 ; Ca^{2+} bằng phương pháp permanganat
 - + Định lượng $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; Vitamin C ; SO_3^{2-} ; Cu^{2+} theo phương pháp iod
 - + Định lượng Pb^{2+} theo phương pháp Cromat

Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích

- Phải làm cho học viên tập thao tác định lượng chuẩn độ oxy hoá khử
- Học viên sẽ thực hành tìm hàm lượng các ion trong dung dịch
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giảng viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

Nội dung

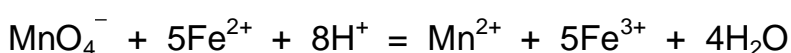
1. Định lượng Fe²⁺

Nguyên tắc:

Ion sắt (II) sẽ bị pemanganat oxi hóa trong môi trường axit, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu hồng nhạt ứng với lúc dư một giọt dung dịch chuẩn KMnO₄.

Khi dung dịch có nhiều ion Cl⁻, thì phải dùng hỗn hợp bảo vệ. Khi dung dịch có nồng độ cao, thì phải dùng axit H₃PO₄ 6N để tránh sai số nhận màu.

Phản ứng chuẩn độ:



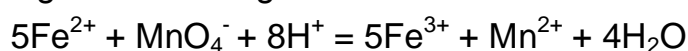
$$E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 1.51 \text{ V} \quad ; \quad E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0.771 \text{ V}$$

Câu hỏi:

- 1/ Tại sao khi chuẩn độ Fe²⁺ bằng KMnO₄ chuẩn không cần phải đun nóng?
- 2/ Giải thích vai trò của các dung dịch H₂SO₄ và H₃PO₄ trong thí nghiệm.

Giải thích

- 1/ ion Fe²⁺ dễ dàng bị oxi hoá bằng pemanganat trong môi trường axit nên không cần đun nóng



- 2/ Vai trò
 - H₂SO₄: làm thuận lợi cho việc oxi hoá ion Fe²⁺, ngăn ngừa sự tạo thành các sản phẩm thủy phân của muối sắt, ngăn cản sự oxi hoá của ion Fe²⁺ bằng oxi trong không khí.
 - H₃PO₄: liên kết các ion Fe³⁺ màu vàng, hình thành do sự oxi hoá ion Fe²⁺ bằng pemanganat, thành phức không màu.

2. Định lượng hàm lượng của NO₂⁻

Nguyên tắc

Trong môi trường axit, NO₂⁻ đóng vai trò là một chất khử được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn KMnO₄ 0.05N, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu hồng nhạt.

Câu hỏi:

- 1/ Tại sao khi bắt đầu chuẩn độ thì ta phải chuẩn nhanh và phải đun

- nóng dung dịch trước khi chuẩn độ?
- 2/ Có thể chuẩn độ nitrit bằng KMnO_4 trong môi trường trung tính hay kiềm hay không?
 - 3/ Khi chuẩn độ thấy xuất hiện kết tủa nâu thì cần phải xử lý như thế nào ?

Giải thích

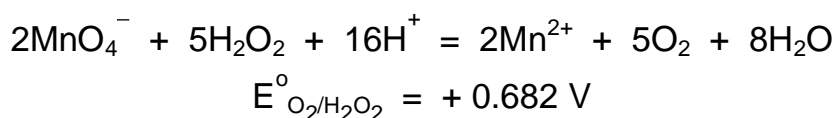
- 1/ Nếu chuẩn độ chậm dung dịch nitrit đã được axit hoá bằng KMnO_4 thì sẽ thu được kết quả thấp do axit nitơ không bền dễ bị phân huỷ, ngoài ra oxi không khí cũng oxi hoá nitrit thành nitrat, vì vậy, lúc đầu cần chuẩn độ nhanh để hạn chế lượng NO_2^- bị phân huỷ. Cũng cần lưu ý là ion NO_2^- phản ứng chậm với MnO_4^- do đó có thể xảy ra phản ứng phân huỷ NO_2^- trước khi phản ứng với MnO_4^- . Vì vậy, cần tăng nhiệt độ để đẩy nhanh tốc độ phản ứng
- 2/ Nitrit không tác dụng với KMnO_4 trong môi trường kiềm và trung tính.

3. Định lượng hàm lượng của H_2O_2

Nguyên tắc:

Trong môi trường axit, H_2O_2 đóng vai trò là một chất khử được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn KMnO_4 0.05N, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu hồng nhạt.

Phản ứng chuẩn độ:



Câu hỏi:

- 1/ Nếu thay đổi vị trí các chất ngược lại trong thí nghiệm: cốc đựng KMnO_4 và buret đựng dung dịch mẫu, thì kết quả có thay đổi không ? Giải thích
- 2/ Với dữ liệu thu được từ thí nghiệm, hãy tính sai số phép chuẩn độ này.
- 3/ Vì sao khi chuẩn độ axit oxalic, nitrit, cần phải đun nóng, còn chuẩn độ sắt II và hydro peoxyt thì không cần đun nóng ?

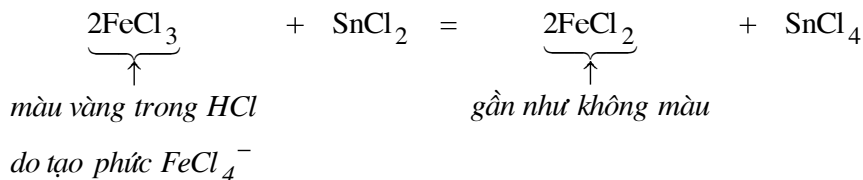
Giải thích

- 3/ Axit oxalic, nitrit phản ứng chậm với pemanganat nên phải đun nóng để tăng tốc độ phản ứng. Còn sắt(II), hydropeoxit phản ứng nhanh với pemanganat trong môi trường axit nên không cần đun nóng.

4. Định lượng Fe³⁺

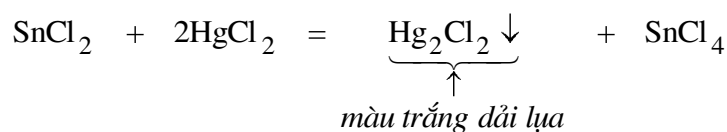
Nguyên tắc: gồm ba bước như sau:

- Bước 1: - Tiến hành khử trước Fe³⁺ → Fe²⁺ bằng SnCl₂

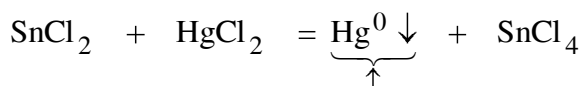


Điều kiện: Đun nóng tới 60° – 70°C, chỉ được phép dư rất ít SnCl₂:

- Bước 2: - Loại bỏ lượng dư SnCl₂ bằng dung dịch HgCl₂



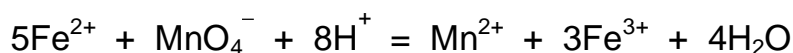
Điều kiện: Pha loãng dung dịch để nguội, cho ngay toàn bộ dung dịch HgCl₂ lắc mạnh. Như vậy sẽ tránh được phản ứng tạo kết tủa đen.



Màu đen xuất hiện khi cho SnCl₂ quá dư

- Bước 3: Chuẩn độ bằng dung dịch KMnO₄ đến khi xuất hiện màu hồng nhạt bền vững.

Phản ứng chuẩn độ:



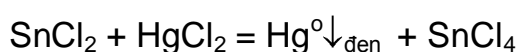
Điều kiện: Có mặt hỗn hợp bảo vệ Zymmerman.

Câu hỏi:

- 1/ Khi xác định Fe³⁺, ở giai đoạn cho SnCl₂ vào, vì sao nếu thấy kết tủa xám đen thì phải hút mẫu khác làm lại từ đầu? Tại sao phải cho dư 2 giọt SnCl₂ sau khi dung dịch mất màu vàng? Màu vàng đó là gì?
- 2/ Vai trò của hỗn hợp Zymmerman?

Giải thích

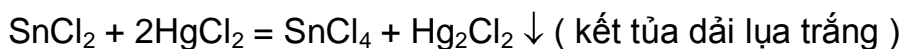
- 1/ Khi xác định Fe³⁺, ở giai đoạn cho SnCl₂ vào, nếu thấy kết tủa xám đen thì phải hút mẫu khác làm lại từ đầu vì:



Kết tủa xám đen là Hg⁰ ↓ do sự khử tiếp Calomen thành thủy ngân kim loại (màu đen xuất hiện khi cho SnCl₂ quá dư). Hg ở dạng phân tán phản ứng mạnh với KMnO₄ gây sai số, ảnh hưởng đến thể tích

pemanganat chuẩn độ.

Cho dư 2 giọt SnCl_2 khi dung dịch mất màu vàng để phản ứng với lượng HgCl_2 cho vào tạo kết tủa dải lụa trắng



Màu vàng là màu của Fe^{3+} , dung dịch mất màu vàng chứng tỏ Fe^{3+} đã được khử hoàn toàn thành Fe^{2+} .

- 2/ Vai trò của hỗn hợp bảo vệ Zymmerman: Vì ion clorua cản trở sự xác định Fe^{2+} do sự oxi hoá của ion Cl^- bằng pemanganat khi có mặt ion Fe^{2+} , khi đó một thể tích KMnO_4 bị tiêu tốn để oxi hoá ion Cl^- tạo thành Clo tự do \rightarrow sai lệch kết quả chuẩn độ. Do đó, khi trong dung dịch định phân có mặt ion Cl^- người ta thường thêm vào hỗn hợp thuốc thử bảo vệ Zymmerman. Thành phần thuốc thử bao gồm có MnSO_4 , H_2SO_4 và H_3PO_4 .

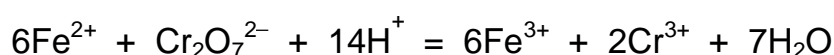
Ý nghĩa của hỗn hợp bảo vệ: Khi có mặt ion Mn^{2+} sự oxi hoá phụ của các ion Cl^- không xảy ra vì ion Mn^{2+} bị oxi hoá nhanh hơn ion Cl^- tạo thành ion Mn^{3+} là chất oxi hoá mạnh, chất này có khả năng oxi hoá nhanh ion Fe^{2+} .

5. Định lượng hàm lượng của Cr^{6+}

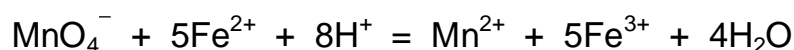
Nguyên tắc:

Trong môi trường axit, Cr^{6+} là chất oxi hóa chậm phản ứng với dung dịch khử Fe^{2+} dư chính xác, lượng Fe^{2+} dư được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn KMnO_4 0.05N, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu hồng nhạt.

Phản ứng chuẩn độ:



$$E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0.77 \text{ V}$$



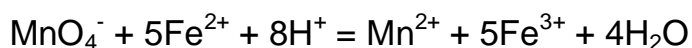
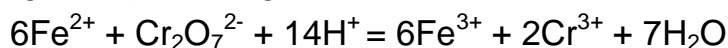
$$E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 1.51 \text{ V}$$

Câu hỏi:

- 1/ Đưa ra các công thức tính và chứng minh ?
- 2/ Giải thích quy trình kỹ thuật bằng phương trình phản ứng.

Giải thích

- 2/ Phương trình phản ứng:



6. Định lượng ion Ca^{2+} (phương pháp thế)

Nguyên tắc:

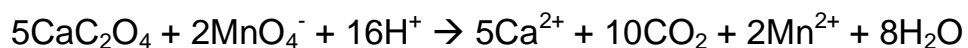
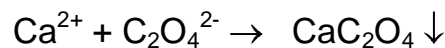
Ion Ca^{2+} được chuyển thành kết tủa CaC_2O_4 bằng dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ trong môi trường axit CH_3COOH 10% pH = 4–5. Hòa tan kết tủa trong môi trường axit H_2SO_4 10% và chuẩn lượng $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ tách ra tương đương bằng dung dịch chuẩn KMnO_4 0.05N, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu hồng nhạt.

Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phản ứng xảy ra trong qui trình xác định, vai trò của từng hóa chất đã sử dụng?
- 2/ Thiết lập công thức tính nồng độ Ca^{2+} .

Giải thích:

- 1/ Phương trình phản ứng:



Vai trò của các hoá chất:

- CH_3COOH 10%: tạo môi trường để tạo tủa CaC_2O_4
 - NH_4OH 2N: để chỉnh dung dịch về pH = 4 ÷ 5
 - $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 1%: dùng gạt kết tủa để tạo ion đồng dạng → tránh tan tủa
 - H_2SO_4 10%: để hoà tan tủa
- 2/ Công thức

$$C^N (\text{Ca}^{2+}) = \frac{(VC)_{\text{KMnO}_4}}{V_{\text{Ca}}}$$

7. Định lượng dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Câu hỏi:

- 1/ Vì sao khi pha dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ phải cho thêm lượng 0,1(g) Na_2CO_3 ?
- 2/ Vì sao phải đậy kín và để yên trong bóng tối trước khi hiệu chỉnh nồng độ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$?

Giải thích

- 1/ Để ngăn ngừa tác dụng CO_2 phân hủy thiosunfat).
- 2/ Để khử hoàn toàn $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

8. Định lượng Vitamin C (Axit ascorbic)

Nguyên tắc:

Vitamin C là một chất khử, trong môi trường axit mạnh phản ứng với iốt với chỉ thị hồ tinh bột, điểm tương đương nhận được khi dung dịch vừa có màu xanh bền trong 30 giây.

Vitamin có công thức phân tử là $C_6H_8O_6$, trong phản ứng trao đổi 2 điện tử.

Câu hỏi:

- 1/ Viết phương trình phản ứng xảy ra trong quá trình thí nghiệm
- 2/ Điểm tương đương trong phép chuẩn độ I_2 này, có màu gì ? Giải thích.

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng:



9. Định lượng hàm lượng sunfit

Nguyên tắc:

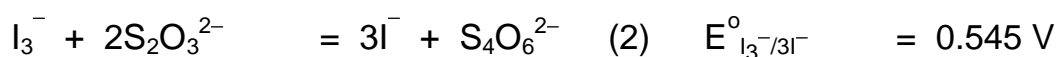
Anion sunfit trong môi trường trung tính phản ứng với một lượng dư chính xác dung dịch chuẩn iốt, lượng iốt dư được chuẩn bằng dung dịch chuẩn thiosunfat với chỉ thị hồ tinh bột, điểm tương đương nhận được khi dung dịch mất màu xanh.

10. Định lượng hàm lượng Cu^{2+}

Nguyên tắc:

Trong môi trường axit ($pH = 1-2$) Cu^{2+} oxy hóa I^- để tạo thành kết tủa $CuI\downarrow$ và một lượng tương đương I_3^- . Chuẩn độ lượng I_3^- bằng dung dịch thiosunfat với chỉ thị hồ tinh bột.

Phản ứng chuẩn độ:



Để cho phản ứng (2) xảy ra hoàn toàn hơn trong thực tế ta cho thêm NH_4SCN (hoặc $KSCN$) vì kết tủa $CuSCN$ ít tan hơn CuI .



Mặt khác kết tủa $CuSCN$ không hấp phụ mạnh I_3^- như kết tủa CuI_n .

Câu hỏi:

- 1/ Giải thích quy trình định lượng Cu^{2+} bằng phản ứng minh họa.

- 2/ Vì sao phải thêm KSCN vào giai đoạn cuối của quá trình chuẩn độ khi xác định Cu^{2+} , mlĐ của Cu^{2+} trong bài này là bao nhiêu ? Giải thích vì sao Cu^{2+} lại phản ứng với I^- mà không xảy ra theo chiều ngược lại ? KSCN dư nhiều thì có ảnh hưởng gì ? KI dư nhiều thì có phản ứng nào xảy ra ?

Giải thích

- 1/ Phản ứng minh họa quy trình định lượng Cu^{2+} :
- $$n\text{KI} + 2\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{CuI} + (n - 4) \text{KI}_{\text{dư}} + 4\text{K}^+$$
- $$(n - 4) \text{KI}_{\text{dư}} + \text{I}_2 \rightarrow \text{KI}_3 + (n - 5) \text{KI}$$
- $$\text{KI}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KI} + 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$$
- 2/ Thêm KSCN vào giai đoạn cuối của quá trình chuẩn độ khi xác định Cu^{2+} vì KSCN giúp tránh được sự hấp phụ iốt trên kết tủa CuI vì tạo được tủa CuSCN ít tan hơn CuI. Không được cho SCN^- vào dung dịch còn nhiều iốt vì có thể xảy ra sự khử I_2 bởi SCN^- nên chỉ được cho KSCN vào giai đoạn cuối của quá trình chuẩn độ.

11. Định lượng hàm lượng H_2O_2

Nguyên tắc:

Hydropeoxyt trong môi trường axit có molybdat xúc tác, phản ứng với một lượng dư KI, lượng iốt sinh ra tương đương được chuẩn bằng dung dịch chuẩn thiosunfat với chỉ thị hồ tinh bột, điểm tương đương nhận được khi dung dịch mất màu xanh.

Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng đã thực hiện trong bài thực tập ?
- 2/ Nếu xác định hydropeoxyt ở nồng độ cao thì có ảnh hưởng đến kết quả không, giải thích

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng:
- $$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$$

12. Định lượng chì bằng phương pháp cromat

Nguyên tắc:

Mẫu muối chì được chuyển thành dung dịch, kết tủa chì bằng dung dịch bicromat trong môi trường axit acetic có dung dịch đệm acetat ổn định ở pH = 5–6. Lọc kết tủa chì cromat, rửa sạch kết tủa hết ion cromat, hòa tan kết tủa

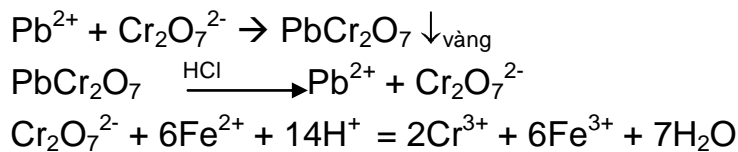
trên giấy lọc bằng HCl nóng sinh ra một lượng bicromat tương đương, được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn Fe^{2+} trong môi trường axit với chỉ thị feroin, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu đỏ nâu.

Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài tập ?
- 2/ Giải thích đầy đủ vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập ?

Giải thích:

- 1/ Phương trình phản ứng:



- 2/ Vai trò hoá chất:

- Đệm acetat: để ổn định pH=5 – 6
- AgNO_3 0,05N: thử xem hết ion cromat chưa
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1%: rửa tủa nhằm tạo ion đồng dạng
- CH_3COOH 0,1N: tạo môi trường axit
- HCl 1:1 nóng: hoà tan kết tủa
- Feroin: chỉ thị nhận màu

Hình thức đánh giá

Trong quá trình đào tạo học viên được làm các bài kiểm tra, bài báo cáo sau:

- Một bài test: cách pha chế dung dịch oxy hoá khử, thiết lập đường định phân
- Một bài tự nghiên cứu: Thiết lập đường định phân, vẽ đồ thị chuẩn độ, chọn chỉ thị, tính sai số phép chuẩn độ
- Một bài báo cáo thí nghiệm: định lượng nồng độ acid - baz ở mẫu phân tích
- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm. Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đưa ra một số bài tập liên quan đến việc xác định: Thế E trong dung dịch tại các thời điểm: trước điểm tương đương – tại điểm tương đương – sau điểm tương đương, xác định chỉ thị thích hợp trong chuẩn độ oxy hoá khử ứng với phương pháp tương ứng

- Kiểm tra bằng bài viết 45 phút.

- BÀI TẬP

1. Viết công thức tính thế điện cực E (v) khi chuẩn độ V_0 (ml) dung dịch Fe^{2+} C_0^N bằng V (ml) dung dịch Ce^{4+} C^N trong các trường hợp sau:

- Tổng quát khi chuẩn độ
- Trước xa điểm tương đương
- Tại điểm tương đương
- Sau xa điểm tương đương

$$\text{Biết } E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = + 0,68 \text{ (v)}, E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^0 = + 1,44 \text{ (v)}$$

2. Tiến hành pha trộn dung dịch Cu^+ 10^{-4} M với dung dịch Na_2S 0,1M, rồi đo thế điện của dung dịch bằng điện cực đồng-SCE thì được giá trị - 0,906(volt). Giả sử trong dung dịch không xảy ra quá trình tạo phức hydroxo của ion Cu^+ , pH dung dịch đo được là 8, thế điện cực chuẩn của đồng là $E_{Cu^+/Cu}^0 = + 0,34$ và

H_2S được xem là một dung dịch acid yếu hai chức có hằng số phân ly acid 2 nấc lần lượt là: $10^{-7}, 10^{-12,89}$. Tính nồng độ $[Cu^+]$ tại thời điểm cân bằng sau khi pha trộn

BÀI 9. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ TẠO PHỨC

Mã bài: HPT 9

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Cơ sở phương pháp phân tích phức chất (Nguyên tắc, khái niệm về complexon, đường cong chuẩn độ của phương pháp).
 2. Định lượng một số mẫu thử.
- Chuẩn bị tài liệu phát tay
- Giáo viên soạn một số chủ đề tự nghiên cứu cho học viên:
 1. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ tạo phức với chất chỉ thị Murexit. Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng
 2. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ tạo phức với chất chỉ thị ET-OO. Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng
 3. Viết các phương trình phản ứng minh họa các quá trình tạo phức
 4. Tính sai số phương pháp trong phép chuẩn độ tạo phức

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về các khái niệm về phức chất, sự hình thành phức, các liên kết trong cấu tạo phức chất
- Giảng về việc ứng dụng khả năng tạo phức của các kim loại trong quá trình xác định hàm lượng của chúng
- Thiết lập đường định phân của phép chuẩn độ phức chất
- Tính sai số của phương pháp này
- Vẽ đường cong của bước nhảy chuẩn độ tạo phức
- Trình bày các ví dụ minh họa, hướng dẫn học viên làm bài tập.
- Tiến hành tại phòng học bình thường hoặc phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của phương pháp tạo phức để xác định hàm lượng các cation kim loại.
- Phải cho học viên nắm được cách xác định hàm lượng, cách thiết lập phương trình đường định phân
- Phải cho học viên nắm được cách tính sai số chuẩn độ tạo phức
- Cho học viên hiểu được nội dung của phương pháp

- Giải bài tập mẫu, phân tích ý nghĩa của mỗi phép tính trong bài.
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết lập phương trình đường định phân của phương pháp tạo phức
- Tổ chức nhóm hay cá nhân phải thiết kế được các công thức tính toán sai số của phương pháp chuẩn độ tạo phức
- Tổ chức nhóm hay cá nhân lập được các công thức tính hàm lượng ion trong dung dịch
- Tổ chức nhóm hay cá nhân phải giải thích được các phản ứng xảy ra trong dung dịch chuẩn độ
- Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của phương pháp này
- Học viên sẽ tính toán được các đại lượng và chuyển hoá được chúng
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên trong quá trình thực hiện Hình thức 1
- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên.

THEO PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ TẠO PHỨC

Tiến hành các bài thí nghiệm sau:

- Định lượng Ca^{2+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng Mg^{2+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng hỗn hợp Ca^{2+} và Mg^{2+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng Al^{3+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng Fe^{3+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng hỗn hợp Al^{3+} và Fe^{3+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng Zn^{2+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng hỗn hợp Ca^{2+} - Mg^{2+} - Al^{3+} và Fe^{3+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng Ba^{2+} bằng phương pháp tạo phức
- Định lượng SO_4^{2-} bằng phương pháp tạo phức

Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích

- Phải làm cho học viên tập thao tác định tính
- Học viên sẽ thực hành tìm các ion trong dung dịch

- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giáo viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi
- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

Nội dung

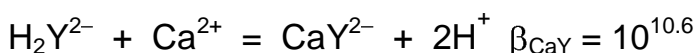
1. Định lượng Ca^{2+}

Nguyên tắc:

Ion Ca^{2+} trong môi trường pH = 8–10, tạo phức với chỉ thị ETOO có màu đỏ nho, phức này kém bền hơn phức của Ca^{2+} với EDTA. Khi chuẩn dung dịch chứa phức của Ca^{2+} với chỉ thị bằng dung dịch chuẩn EDTA thì phức của Ca^{2+} với chỉ thị bị phá hủy bởi EDTA, điểm tương đương nhận được ứng với thời điểm EDTA thay thế toàn bộ chỉ thị trong phức Ca^{2+} , dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang màu xanh lục (màu của chỉ thị tự do).

Trường hợp ở pH = 12, ion Ca^{2+} tạo phức với chỉ thị murexit có màu đỏ nho phức này kém bền hơn phức của Ca^{2+} với EDTA. Khi chuẩn dung dịch chứa phức của Ca^{2+} với chỉ thị bằng dung dịch chuẩn EDTA thì phức của Ca^{2+} với chỉ thị bị phá hủy bởi EDTA, điểm tương đương nhận được ứng với thời điểm EDTA thay thế toàn bộ chỉ thị trong phức Ca^{2+} , dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang màu tím hoa cà (màu của chỉ thị tự do).

Phản ứng chuẩn độ:



Phản ứng chỉ thị:

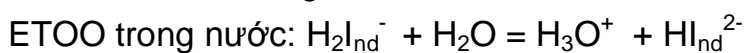


Câu hỏi:

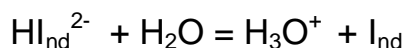
- 1/ Giải thích các màu sắc có trong thực nghiệm
- 2/ Thí nghiệm nào cho kết quả gần đúng hơn, giải thích

Giải thích

- 1/ Chuẩn độ Ca^{2+} bằng ETOO:

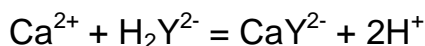


Đỏ xanh

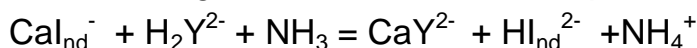


Xanhvàng da cam

Trước khi chuẩn độ: $Ca^{2+} + HI_{nd}^{2-} + NH_3 \rightarrow CaI_{nd}^{-} + NH_4^{+}$
 Khi mới bắt đầu chuẩn độ sẽ có phản ứng tạo phức giữa EDTA với Ca^{2+}

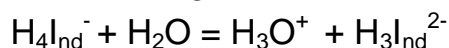


Tại điểm dừng chuẩn độ, 1 ít EDTA dư phân huỷ phức CaI_{nd}^{-}

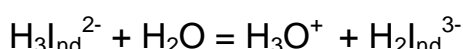


Đỏ vàngxanh nhạt

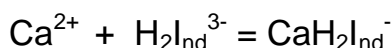
Chuẩn độ bằng Murexit:



Đỏ tímtím



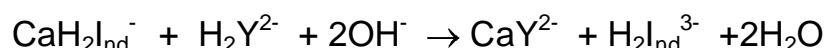
Tímxanh tím



Bắt đầu chuẩn độ bằng EDTA



Tại điểm dừng chuẩn độ:



Đỏxanh tím

- 2/ Từ kết quả thực nghiệm: chuẩn độ Ca^{2+} với chỉ thị ETOO chính xác hơn chuẩn độ Ca^{2+} với chỉ thị murexit, vì: $\beta' / CaH_2I_{nd}^{-} = 5,0 > \beta' / CaI_{nd}^{-} = 3,8$ nên $CaH_2I_{nd}^{-}$ phân ly khó hơn do đó cản trở sự chuyển màu làm dung dịch thu được không chính xác. Còn CaI_{nd}^{-} phân ly dễ hơn nên chuẩn độ chính xác hơn.

2. Định lượng $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ trong hỗn hợp

Nguyên tắc:

Ion Ca^{2+} và Mg^{2+} trong môi trường pH = 8–10, tạo phức với chỉ thị ETOO có màu đỏ nho, các phức này kém bền hơn phức của Ca^{2+} và Mg^{2+} với EDTA. Khi chuẩn dung dịch chứa phức của Ca^{2+} và Mg^{2+} với chỉ thị bằng dung dịch chuẩn EDTA thì phức của Ca^{2+} và Mg^{2+} với chỉ thị bị phá hủy bởi EDTA, điểm tương đương nhận được ứng với thời điểm EDTA thay thế toàn bộ chỉ thị trong phức Ca^{2+} và Mg^{2+} , dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang màu xanh lục (màu của chỉ thị tự do).

Trường hợp muốn xác định riêng từng ion trong cùng hỗn hợp, ta nâng pH = 12 để toàn bộ ion Mg^{2+} đi vào kết tủa hydroxyt, sau đó chuẩn riêng Ca^{2+}

bằng dung dịch chuẩn EDTA với chỉ thị murexit như trên.

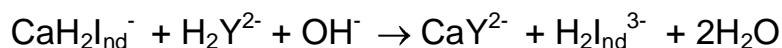
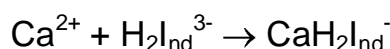
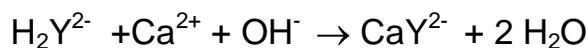
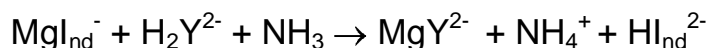
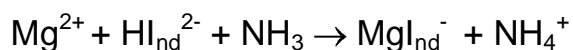
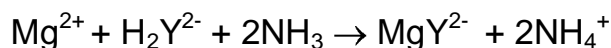
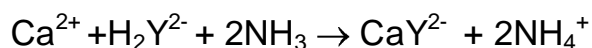
Nếu gọi thể tích EDTA tiêu tốn khi chuẩn dung dịch hỗn hợp với chỉ thị ETOO và với chỉ thị murexit lần lượt là V_{ETOO} và V_{murexit} thì $V_{\text{ETOO}} - V_{\text{murexit}}$ chính là thể tích EDTA tiêu tốn cho riêng ion Mg^{2+} . Từ đó có thể tính được hàm lượng của từng chất.

Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phản ứng đã tiến hành trong bài thực tập ? Cho biết ETOO ở pH trong qui trình ở dạng $\text{H}_2\text{Ind}^{2-}$, EDTA là H_2Y^{2-} .
- 2/ Giả sử thể tích của dung dịch xác định là 50ml có pH = 2, hãy tính cần thêm bao nhiêu ml NaOH 2N để có pH = 12 ?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng:



- 2/ Ta có: dung dịch NaOH 2N $\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2}$
 Gọi x là thể tích (ml) dung dịch NaOH 2 N cho vào thì số mol là $2x \cdot 10^{-3}$
 Trong mẫu lúc đầu: pH = 2 \Rightarrow pOH = 12 $\Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-12}$
 \Rightarrow số mol NaOH trong dung dịch ban đầu: $10^{-12} \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-14}$
 \Rightarrow số mol của NaOH còn lại trong dung dịch là: $2x \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-14}$
 $\approx 2x \cdot 10^{-3}$
 Vậy: $x = 0,25$ (ml)

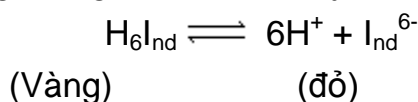
3. Định lượng dung dịch Zn^{2+}

Câu hỏi:

- 1/ Thí nghiệm nào có thể cho kết quả ít sai số hơn. Giải thích
- 2/ Giải thích sự chuyển màu trong các thí nghiệm trên

Giải thích

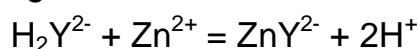
- 2/ Sự chuyển màu trong thí nghiệm: Chỉ thị xyleneon da cam trong nước phân ly thành:



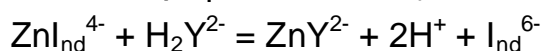
Khi cho chỉ thị vào Zn^{2+} : $Zn^{2+} + I_{nd}^{6-} = ZnI_{nd}^{4-}$

Khi cho EDTA vào vì: $\beta'_{ZnY^{2-}} > \beta'_{ZnI_{nd}^{4-}}$

Nên EDTA phản ứng với Zn trước:



Đến khi hết Zn^{2+} EDTA tạo phức với ZnI_{nd}^{4-}



(đỏ cam)

(vàng cam)

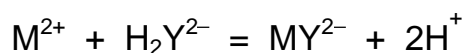
4. Định lượng Al^{3+}

Nguyên tắc:

Ion Al^{3+} trong môi trường pH = 5–6, tác dụng chậm với EDTA. Vì vậy phải dùng kỹ thuật chuẩn độ ngược bằng cách cho dư chính xác một lượng dung dịch chuẩn EDTA phản ứng với nhôm. Chuẩn lượng EDTA dư bằng dung dịch chuẩn Zn^{2+} với chỉ thị BromCrezol, điểm tương đương nhận được ứng với thời điểm dung dịch chuyển từ màu vàng chanh sang màu hồng tím. Nếu dùng dung dịch chuẩn Fe^{3+} để chuẩn EDTA dư với chỉ thị axit sunfosalixilic thì điểm tương đương nhận được khi dung dịch từ không màu sang màu đỏ nâu.

Phản ứng chuẩn độ: $H_2Y^{2-} + Al^{3+} = AlY^- + 2H^+$ $\beta'_{AlY} = 10^{9.6}$

Chuẩn lượng EDTA thừa bằng dung dịch chuẩn M^{2+} :



M^{2+} có thể là Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} .

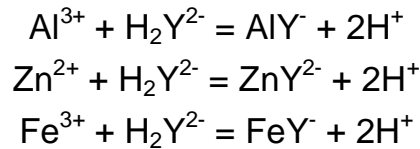
- Phản ứng tạo phức ZnY^{2-} xảy ra nhanh ở nhiệt độ cao, do đó chuẩn độ khi dung dịch nóng khoảng 60°C.

Câu hỏi:

- 1/ So sánh kết quả hai qui trình, nhận xét và đánh giá, giải thích?
- 2/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài thực tập?
- 3/ Giải thích vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập?

Giải thích

- 1/ So sánh kết quả 2 thí nghiệm dựa vào kết quả thu được, thí nghiệm 1 cho kết quả chính xác hơn thí nghiệm 2 là do Al^{3+} phản ứng rất chậm nên ta phải dùng phương pháp chuẩn độ gián tiếp và phải chuẩn độ nóng thì phản ứng mới xảy ra nhanh và cho kết quả chính xác hơn, còn thí nghiệm 2 thực hiện phản ứng ở nhiệt độ thấp nên phản ứng xảy ra chậm và cho kết quả ít chính xác hơn.
- 2/ Các phương trình phản ứng:



3/ Vai trò của hóa chất:

EDTA: vì đây là phản ứng chuẩn độ phần dư nên EDTA được dùng để phản ứng với Al^{3+} và lượng EDTA dư sẽ được chuẩn độ lại.

Bromcresol lục: đây là chỉ thị giúp cho ta dễ nhận biết điểm tương đương.

pH = 5,5: vì chỉ thị bromcresol lục chuyển màu trong khoảng pH=3,8 – 5,4 nên ta dùng đệm để ổn định môi trường.

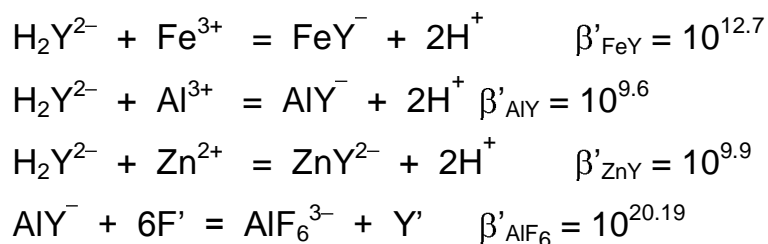
5. Định lượng hỗn hợp $\text{Al}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$

Nguyên tắc:

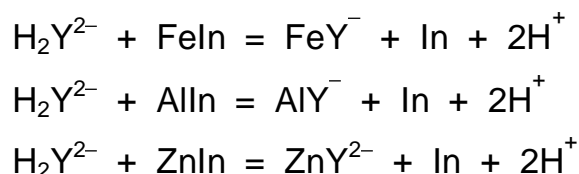
Ở pH = 5–6, tổng nhôm và sắt được phản ứng với dung dịch EDTA dư chính xác, lượng EDTA dư được chuẩn bằng dung dịch chuẩn Zn^{2+} với chỉ thị xylenon da cam. Dùng NaF tạo phức bền với Al^{3+} , đẩy ra một lượng EDTA đã phản ứng với nhôm tương đương, chuẩn lượng EDTA sinh ra bằng dung dịch chuẩn Zn^{2+} cũng với chỉ thị xylenon da cam, điểm tương đương nhận được khi dung dịch có màu hồng tím.

Nếu dùng hai chỉ thị thì chuẩn riêng phần Fe^{3+} bằng dung dịch EDTA ở pH = 2 với chỉ thị axit sunfosalixilic, sau đó chuẩn độ ngược nhôm bằng dung dịch Zn^{2+} với chỉ thị xylenon da cam ở pH = 5–6 (phương pháp song song chỉ thị).

Phản ứng chuẩn độ:



Phản ứng chỉ thị:



6. Định lượng hỗn hợp $\text{Mg}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$

Nguyên tắc:

Ion Zn^{2+} và Mg^{2+} trong môi trường pH = 8–10, tạo phức với chỉ thị ETOO

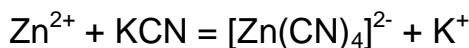
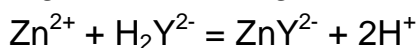
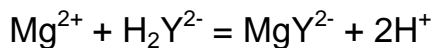
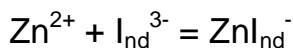
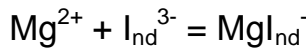
có màu đỏ nho, các phức này kém bền hơn phức của Zn^{2+} và Mg^{2+} với EDTA. Khi chuẩn dung dịch chứa phức của Zn^{2+} và Mg^{2+} với chỉ thị bằng dung dịch chuẩn EDTA thì phức của Zn^{2+} và Mg^{2+} với chỉ thị bị phá hủy bởi EDTA, điểm tương đương nhận được ứng với thời điểm EDTA thay thế toàn bộ chỉ thị trong phức Zn^{2+} và Mg^{2+} , dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang màu xanh lục (màu của chỉ thị tự do). Để chuẩn riêng Mg^{2+} thì dùng KCN để che Zn^{2+} , sau đó tiến hành tương tự như xác định Mg^{2+} ở bài 1 phần chuẩn độ phức chất.

Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài thực tập?
- 2/ Giải thích vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập?
- 3/ Đưa ra và chứng minh các công thức tính?

Giải thích

- 1/ Các phương trình phản ứng:



- 2/ Vai trò của hóa chất:

pH = 10: Vì phản ứng này sử dụng chỉ thị ETOO để xác định mà ETOO thực hiện ở pH = 10 là tốt nhất nên sử dụng pH = 10 để ổn định môi trường.

KCN: Với chỉ thị ETOO ở pH = 10 trong hỗn hợp Mg^{2+}, Zn^{2+} thì cần xác định Mg^{2+} do đó ta cần che Zn^{2+} nên phải dùng KCN để xác định Mg^{2+} .

- 3/ Đưa ra công thức: $C^N (Zn^{2+}) = \frac{(C.V)_{EDTA1} - (C.V)_{DETA2}}{V_{Zn^{2+}}}$

7. Định lượng hỗn hợp $Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+}, Fe^{3+}$

Nguyên tắc:

Trong môi trường NH_3 ứng với pH = 5–6 thì $Al^{3+} + Fe^{3+}$ chuyển thành hydroxyt và được tách ra khỏi hỗn hợp, kết tủa được hòa tan bằng HCl và được xác định $Al^{3+} + Fe^{3+}$ như bài trước, dung dịch còn lại sau khi lọc kết tủa hydroxyt được đem đi xác định trước.

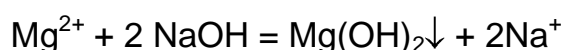
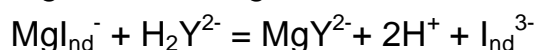
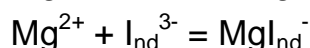
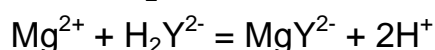
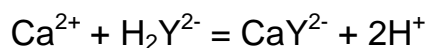
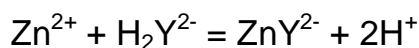
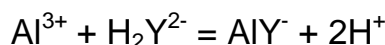
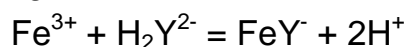
Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài thực tập?
- 2/ Giải thích vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập?

3/ Đưa ra và chứng minh các công thức tính?

Giải thích

1/ Phương trình phản ứng:



2/ Vai trò của hóa chất:

Chuẩn độ hỗn hợp Ca^{2+} , Mg^{2+} :

- Chỉ thị ETOO tạo phức màu tốt nhất ở pH = 10 nên sử dụng đệm 10 để ổn định môi trường.
- NaOH để xác định Ca^{2+} ta dùng NaOH tạo pH = 12 làm cho $\text{Mg}^{2+}\downarrow$ thì ta xác định được Ca^{2+} từ đó suy ra Mg^{2+} .

Chuẩn độ Al^{3+} , Fe^{3+} :

- Axít sunphosalicilic là chỉ thị không màu ở mọi pH nên ta sử dụng chỉ thị này để nhận biết Fe^{3+} khi dung dịch có màu vàng là phức của FeY^-
- pH = 5,5 vì bromcresol lục chuyển màu trong khoảng pH = 3,8 – 5,4 nên ta dùng đệm để ổn định môi trường để dễ dàng nhận biết được điểm tương đương.

3/ Đưa ra công thức và chứng minh:

$$\text{Chuẩn độ } \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+} : C^N (\text{hỗn hợp}) = \frac{(VC)_{EDTA}}{V_{hh}} \quad (1)$$

$$\text{Sau khi loại bỏ } \text{Mg}^{2+} : C^N (\text{Ca}^{2+}) = \frac{(VC)_{EDTA}}{V_{hh}} \quad (2)$$

$$\text{Từ đó tính được } \text{Mg}^{2+} : C^N (\text{Mg}^{2+}) = \frac{(VC)_{EDTA}}{V_{hh}} (1) - \frac{(VC)_{EDTA}}{V_{hh}} (2)$$

$$(CV)_{\text{Mg}^{2+}} = (CV)_{EDTA(1)} - (CV)_{EDTA(2)}$$

$$\text{Chuẩn độ } \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+} : C^N (\text{hỗn hợp}) = \frac{(VC)_{EDTA}}{V_{hh}}$$

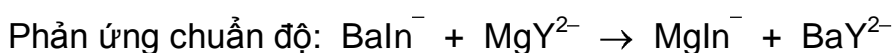
$$\text{Sau khi loại bỏ Fe}^{3+} : C^N (\text{Al}^{3+}) = \frac{(VC)_{\text{Zn}^{2+}}}{V_{hh}}$$

$$\text{Từ đó tính được Fe}^{3+}: C^N (\text{Fe}^{3+}) = \frac{(VC)_{\text{EDTA}}}{V_{hh}} - \frac{(VC)_{\text{Zn}^{2+}}}{V_{hh}}$$

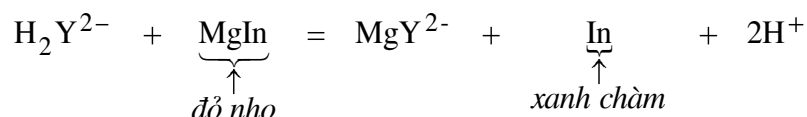
8. Định lượng Ba²⁺

Nguyên tắc:

Ở pH = 9–10, Ba²⁺ là ion tạo phức với EDTA bền hơn Mg²⁺, nên khi cho một lượng dư MgY²⁻ vào dung dịch chứa ion Ba²⁺ thì có phản ứng trao đổi và sinh ra một lượng ion Mg²⁺ tương đương với lượng ion Ba²⁺ có trong mẫu, lượng Mg²⁺ này được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn EDTA với chỉ thị ETOO ở pH = 9–10, điểm tương đương nhận được khi dung dịch từ màu đỏ nho sang xanh lục.



Phản ứng chỉ thị:



Câu hỏi:

- 1/ Định lượng Ba²⁺ bằng 2 thí nghiệm trên có sự khác biệt gì? Thí nghiệm nào có thể cho kết quả gần đúng hơn? Giải thích.
- 2/ Giải thích các hiện tượng có trong 2 thí nghiệm này

Giải thích

Ở TN1: V₁ của EDTA đo ở (1) > V₂ của EDTA đo ở (2) thì phép chuẩn đúng, nếu ngược lại: lượng Mg²⁺ ≤ lượng Ba²⁺ thì phản ứng (2) xảy ra không hoàn toàn, sẽ còn dư Ba²⁺, nên không tính được hàm lượng Ba²⁺ có trong mẫu.

Số đương lượng của EDTA chuẩn (ở 2) = Số đương lượng của MgIn⁻ (ở 2) = Số đương lượng của Mg²⁺ (ở 2) = Số đương lượng Ba²⁺.

$$\Leftrightarrow (C \cdot V_2) \text{ EDTA} = (C \cdot V) \text{ Ba}^{2+}$$

$$C^N (\text{Ba}^{2+}) = \frac{C \cdot V_2}{V_{Ba}} = \frac{0,02}{5} \quad V_2 = 0,004 \cdot V_2$$

Ở TN2: vì chuẩn bằng Mg²⁺ nên tại điểm kết thúc chuẩn độ sẽ có lượng Mg²⁺ dư, và như thế khi cho Ba²⁺ vào dung dịch này để tạo ra Mg²⁺ nữa, thì việc chuẩn bằng EDTA sau sẽ cho kết quả:

Số đương lượng của EDTA = Số đương lượng của Mg²⁺ (1 + 2) = Số đương

lượng của EDTA (1) + Số đương lượng của Ba^{2+}

$$\Leftrightarrow (C.V_2) EDTA = (C.V_1)EDTA + (C.V) Ba^{2+}$$

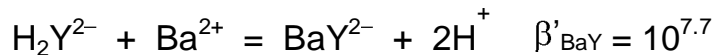
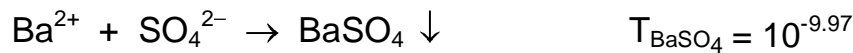
$$\Leftrightarrow C^N (Ba^{2+}) = \frac{C}{V} (V_2 - V_1) = \frac{0,02}{5} = 0,004 (V_2 - V_1)$$

9. Định lượng sunfat bằng phương pháp gián tiếp

Nguyên tắc:

Anion sunfat trong môi trường pH = 4–5 được kết tủa bằng một lượng dư chính xác dung dịch $BaCl_2$ đã biết trước nồng độ, sau khi lọc kết tủa, dịch qua lọc được đem đi xác định lượng $BaCl_2$ dư bằng chuẩn độ thế, dựa vào lượng EDTA tiêu tốn và lượng $BaCl_2$ ban đầu sẽ tính được lượng $BaCl_2$ đã phản ứng với sunfat, từ đó tính được nồng độ sunfat có trong mẫu.

Phản ứng chuẩn độ:

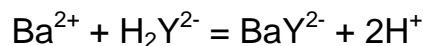
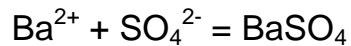


Câu hỏi:

- 1/ Viết đầy đủ các phương trình phản ứng trong bài thực tập?
- 2/ Giải thích vai trò của từng hóa chất đã sử dụng trong bài thực tập?
- 3/ Đưa ra và chứng minh các công thức tính?

Giải thích

- 1/ Phương trình phản ứng:



- 2/ Vai trò của hóa chất:

- MO dùng để dễ dàng nhận biết được môi trường.
- HCl để axit hóa mẫu.
- $BaCl_2$ để tạo tủa với SO_4^{2-} (mẫu).
- NH_3 điều chỉnh môi trường về pH = 9 – 10 để chuẩn độ bằng EDTA với chỉ thị ETOO.
- Đệm pH = 10 để ổn định môi trường.

Hình thức đánh giá

Trong quá trình đào tạo học viên được làm các bài kiểm tra, bài báo cáo sau:

- Một bài test: cách pha chế dung dịch, thiết lập đường định phân
- Một bài tự nghiên cứu: Thiết lập đường định phân, vẽ đồ thị chuẩn độ, chọn chỉ thị, tính sai số phép chuẩn độ

- Một bài báo cáo thí nghiệm: định lượng hàm lượng các ion kim loại ở mẫu phân tích
- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm. Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đưa ra một số bài tập liên quan đến việc xác định: sự tạo phức trong dung dịch, xác định sai số trong phương pháp chuẩn độ tạo phức
- Kiểm tra bằng bài viết 45 phút.
- BÀI TẬP:

1. Viết công thức tính pMg khi chuẩn độ V_0 (ml) dung dịch Mg^{2+} C_0^N bằng V (ml) dung dịch EDTA C^N trong các trường hợp sau:

- Tổng quát khi chuẩn độ
- Trước xa điểm tương đương
- Tại điểm tương đương
- Sau xa điểm tương đương

Giả sử rằng Mg có khả năng tạo phức với EDTA và hydroxyt, EDTA là acid đa chức phân ly bốn nấc, hằng số bền điều kiện của phức giữa M và EDTA lớn.

2. Hút 5mL dung dịch mẫu (có chứa ion Al^{3+}) cùng với 10 mL dung dịch chuẩn EDTA 0,1N thêm 3 giọt chỉ thị Bromcresol lục vào cùng một erlen, rồi chỉnh dung dịch pha trộn về pH = 5-6 bằng cách cho NH_4OH vào đến khi dung dịch có màu xanh. Thêm tiếp 2mL dung dịch đệm pH = 5,5. Đun nhẹ khoảng 60 - 80°C, rồi lại thêm 2 mL đệm pH = 5,5 + 1 giọt chỉ thị Xylenon da cam (làm 4 mẫu trong các bình nón loại 250mL). Chuẩn độ bằng dung dịch Zn^{2+} 0,1N (chuẩn nóng) cho đến khi dung dịch chuyển từ xanh sang vàng thì đo được thể tích dung dịch Zn^{2+} là V_0 (mL), theo kết quả:

Mẫu số	1	2	3	4
V_0 (mL)	9,8	9,7	9,7	9,6

Với độ tin cậy 95%, hãy tính hàm lượng g / L của ion Al^{3+} có trong mẫu ban đầu.

Số thí nghiệm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	12,7	4,3	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,23
Q	1,22	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41

Giả sử các dung dịch đều có khối lượng riêng $d = 1$ g/mL.

BÀI 10. PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ TẠO TỬA

Mã bài: HPT 10

Công việc chuẩn bị

- Trang thiết bị đồ dùng dạy học: dùng overhead hay slide
- Nội dung cần cho học viên đọc
 1. Cơ sở phương pháp kết tửa (nguyên tắc chuẩn độ, đường cong chuẩn độ.
 2. Phương pháp Mohr, Volhard (phương pháp Mohr).
 3. Định lượng một số mẫu theo phương pháp tạo tửa
- Chuẩn bị tài liệu phát tay
- Giáo viên soạn một số chủ đề tự nghiên cứu cho học viên:
 1. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ tạo tửa theo Mohr. Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng trong phương pháp Mohr
 2. Thiết lập phương trình đường định phân chuẩn độ tạo tửa theo phương pháp Volhard. Từ đó vẽ đồ thị đường chuẩn độ tương ứng và chỉ rõ chất chỉ thị cần được sử dụng trong phương pháp này
 3. Tính sai số phương pháp trong các cách thức chuẩn độ

Tổ chức các hoạt động dạy – học

- Giảng về các khái niệm hệ dị thể, độ tan, tích số tan, sự tạo tửa trong các điều kiện ảnh hưởng
- Giảng về cách thiết lập phương trình đường định phân tạo tửa, cách tìm sai số của phương pháp chuẩn độ này, vẽ đồ thị đường cong của phương pháp
- Giảng về ý nghĩa và sự khác biệt khi dùng các phương pháp tạo tửa: phương pháp Mohr, phương pháp Volhard
- Tính toán công thức tìm hàm lượng các chất
- Trình bày các ví dụ minh họa, hướng dẫn học viên làm bài tập.
- Tiến hành tại phòng học bình thường hoặc phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.
- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của từng phương pháp chuẩn độ tạo tửa
- Phải cho học viên thiết lập được phương trình đường định phân của

phương pháp

- Phải cho học viên nắm được thành phần chính trong dung dịch và cách xác định được nồng độ của chúng ứng với từng phương pháp chuẩn độ
- Cho học viên hiểu được từng phương pháp Mohr, phương pháp Volhard
- Giải bài tập mẫu, phân tích ý nghĩa của mỗi phép tính trong bài.
- Tổ chức cho học viên tự giải quyết các bài tập từ thấp đến nâng cao
- Đánh giá sự hiểu biết của học viên bằng các ví dụ cụ thể như:
- Cho học viên làm bài kiểm tra viết tự luận hay trắc nghiệm
- Giao đề tài thảo luận nhóm cho học viên, để học viên thuyết trình bằng OVERHEAD hay SLIDE.
- Tổ chức nhóm hay cá nhân thiết lập phương trình đường định phân, cách tính sai số của phương pháp
- Tổ chức nhóm hay cá nhân lập được công thức tính hàm lượng các chất trong dung dịch

Tiến hành tại phòng học bình thường. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên.

- Phải làm cho học viên nắm vững ý nghĩa của các phương pháp tạo tủa: phương pháp Mohr và phương pháp Volhard
- Học viên sẽ tính toán được các đại lượng và chuyển hoá được chúng
- Tạo điều kiện cho học viên theo dõi các ví dụ của giảng viên
- Cho học viên tự làm các bài tập có trong giáo trình dành cho học viên theo phương pháp tạo tủa

Tiến hành thực tập thí nghiệm các bài sau:

- Định lượng ion Cl^- theo phương pháp Mohr
- Định lượng ion Cl^- theo phương pháp Volhard

Tiến hành tại phòng thí nghiệm. Yêu cầu có bảng viết và ghế ngồi cho học viên, phòng thực hành đáp ứng đầy đủ các yêu cầu phân tích

- Phải làm cho học viên tập thao tác định lượng tạo tủa
- Học viên sẽ thực hành tìm hàm lượng ion Cl^- trong dung dịch
- Trong quá trình thí nghiệm của học viên, giảng viên tiến hành việc ôn bài lý thuyết đã học và đồng thời hướng dẫn thao tác đúng trong thực hành đối với học viên
- Làm thao tác thí nghiệm mẫu cho học viên theo dõi

- Tổ chức kiểm tra chéo giữa các nhóm học viên thực hành
- GV hướng dẫn trả lời phần thực hành trong giáo trình SV theo gợi ý sau:

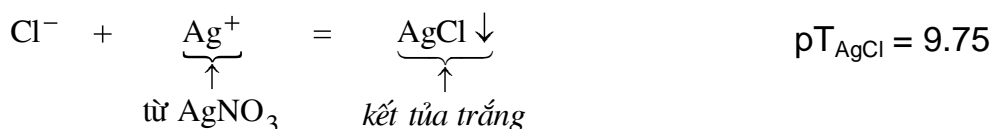
Nội dung

1. Định lượng hàm lượng của NaCl trong muối ăn công nghiệp theo phương pháp Mohr

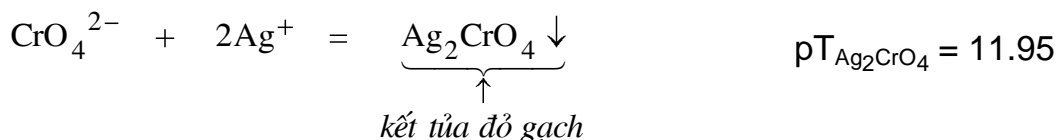
Nguyên tắc:

Dựa trên cơ sở của phương pháp chuẩn độ kết tủa trực tiếp, dùng dung dịch AgNO_3 tiêu chuẩn chuẩn độ trực tiếp xuống dung dịch mẫu có chứa thành phần NaCl. Thực hiện phản ứng trong môi trường trung tính hoặc kiềm yếu và nhận biết điểm tương đương bằng chỉ thị K_2CrO_4 khi kết tủa xuất hiện kết tủa màu đỏ gạch.

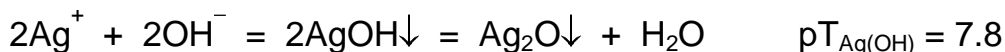
Phản ứng chuẩn độ:



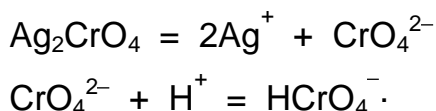
Phản ứng chỉ thị: khi cho dư một giọt Ag^+



Môi trường cần có pH < 10 để tránh cân bằng phụ:



Môi trường cần có pH > 6 để tránh cân bằng phụ:

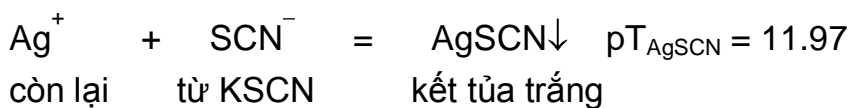
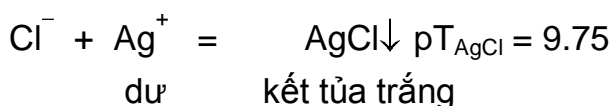


2. Định lượng hàm lượng của NaCl trong muối ăn công nghiệp theo phương pháp Volhard:

Nguyên tắc:

Dựa trên cơ sở của phương pháp chuẩn độ kết tủa của phần dư, dùng dung dịch AgNO_3 tiêu chuẩn dư chính xác xuống dung dịch mẫu có chứa thành phần NaCl. Chuẩn phần dư của dung dịch AgNO_3 bằng dung dịch NH_4SCN thực hiện phản ứng trong môi trường axit nhận biết điểm tương đương bằng chỉ thị Fe^{3+} khi kết tủa xuất hiện màu hung đỏ.

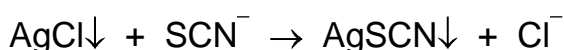
Phản ứng chuẩn độ:



Phản ứng chỉ thị:



Do $T_{\text{AgSCN}} < T_{\text{AgCl}}$ nên gần điểm tương đương có thể có cân bằng phụ:



Để loại trừ cân bằng phụ này bằng cách loại hay cô lập tủa AgCl, có thể dùng biện pháp:

- Lọc bỏ tủa AgCl khỏi dung dịch trước khi chuẩn độ.
- Đun sôi dung dịch vài phút trước khi chuẩn độ nhằm tạo sự đồng tụ tủa.
- Thêm dung môi hữu cơ không trộn lẫn với nước như nitro benzen để bao tủa lại bằng cách lắc thật mạnh dung dịch trước khi chuẩn độ.

Câu hỏi:

- 1/ So sánh kết quả tính toán nồng độ của NaCl trong 2 thí nghiệm trên.
- 2/ Giải thích vai trò NitroBenzen

Giải thích

- 1/ Trong phương pháp Mohr hàm lượng NaCl thu được đạt hiệu suất cao hơn (97,87%) so với phương pháp Volhard (88,11%). Tuy nhiên, trong phương pháp Volhard, trong phản ứng có nitrobenzen (90,71%) thì đạt hiệu suất cao hơn so với khi không có nitrobenzen.
- 2/ Vai trò của nitrobenzen: trong chuẩn độ dùng nitrobenzen để bọc kết tủa AgCl ngăn sự tiếp xúc giữa AgCl & SCN⁻ và giữ ở đáy bình, chuẩn độ như vậy phản ứng phụ không xảy ra được.

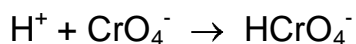
3. Định lượng hàm lượng của NaCl trong muối ăn công nghiệp theo phương pháp Fajans:

Câu hỏi:

- 1/ So sánh kết quả ở 3 phương pháp MOHR; VOLHARD; FAJANS. Có nhận xét gì về 3 phương pháp này?
- 2/ Viết các phương trình phản ứng xảy ra trong thí nghiệm, và giải thích chúng.

Giải thích

- 1/ **Phương pháp Mohr:** được dùng để định phân Cl^- & Br^- chứ không dùng để định phân I^- & SCN^- vì với các anion này sự hấp thụ xảy ra khá mạnh và phương pháp này chuẩn độ ở $\text{pH}=6,5 - 8,5$ (vì ở pH thấp hơn nồng độ cromat \downarrow tạo HCrO_4^-)



Còn ở pH cao hơn sẽ tạo $\downarrow \text{Ag}_2\text{O}$ khó tan màu đen.

Phương pháp Volhard: là phương pháp dùng để xác định các halogen bằng AgNO_3 và là phương pháp chuẩn độ phần dư. Phương pháp có thể tiến hành chuẩn độ trong môi trường axit mạnh.

Phương pháp Fajans: có cùng nguyên tắc và điều kiện môi trường như phương pháp Mohr nhưng chất chỉ thị được dùng là loại chất chỉ thị hấp phụ Fluoriesen. Do đặc điểm của chỉ thị hấp phụ nên dung dịch Cl^- không được quá loãng.

Nhận xét:

Trong phương pháp Mohr để chuẩn độ đạt hiệu quả cao thì phải chú ý đến pH

Trong phương pháp Volhard cần chuẩn độ trong môi trường axit mạnh

Trong phương pháp Fajans: để chuẩn độ thì dùng chỉ thị hấp phụ và dung dịch chuẩn độ phải không được quá loãng.

Hình thức đánh giá

Trong quá trình đào tạo học viên được làm các bài kiểm tra, bài báo cáo sau:

- Một bài test: cách pha chế dung dịch, thiết lập đường định phân
- Một bài tự nghiên cứu: Thiết lập đường định phân, vẽ đồ thị chuẩn độ, chọn chỉ thị, tính sai số phép chuẩn độ
- Một bài báo cáo thí nghiệm: định lượng hàm lượng ion Cl^- ở mẫu phân tích
- Cho học viên làm bài tập và cho điểm.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm., Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.
- Đưa ra một số bài tập liên quan đến việc xác định: sự tạo tủa trong dung dịch, xác định sai số trong phương pháp chuẩn độ tạo tủa
- BÀI TẬP

1. Hoà tan 1(g) một loại quặng thành dung dịch (A) chứa Fe^{3+} . Hỏi cần dùng bao nhiêu ml dung dịch NH_3 1,19% ($d = 0,99$ g/ml) để kết tủa hoàn toàn lượng Fe^{3+} . Biết trong quặng có chứa đến 10% Fe
2. Định lượng hàm lượng NaCl có trong muối ăn theo phương pháp Mohr: Cân 0,8849g muối ăn có độ tinh khiết 99,5 %, đem hoà tan bằng nước cất nóng đến khi thu được dung dịch 100 ml. Hút 5 ml dung dịch mẫu cho vào cốc tam giác cùng với 5 giọt hỗn hợp chỉ thị (gồm 4,2 g K_2CrO_4 + 0,7g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pha trong 100 ml nước cất) và thêm 3 giọt hồ tinh bột, rồi định mức đến 100ml. Tiến hành chuẩn độ bằng AgNO_3 0,1N cho đến khi xuất hiện tủa có màu cam nhạt thì tốn hết 5,76ml dung dịch AgNO_3 . Tính khối lượng NaCl có trong muối ăn ban đầu.

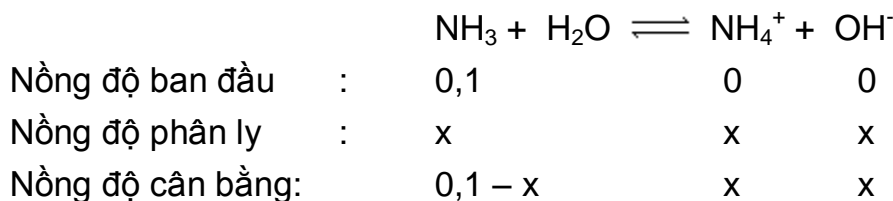
ĐÁP ÁN CÁC CÂU HỎI VÀ BÀI KIỂM TRA

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 1

- Tính hằng số cân bằng của dung dịch sau:
 - Dung dịch NH_3 0,1M có $\alpha = 1,35\%$
 - Dung dịch CCl_3COOH 10^{-3} M có $\alpha = 54\%$
- Tính nồng độ $[\text{H}^+]$ của các dung dịch sau:
 - Dung dịch HCl $5 \cdot 10^{-4}$ M
 - Dung dịch CH_3COONa 10^{-2} M (có $\text{pK}_a = 4,75$)
- Tính nồng độ $[\text{H}^+]$ khi pha trộn các dung dịch sau:
 - Dung dịch CH_3COOH 0,1M và dung dịch CH_3COONa 0,2M
 - 100mL dung dịch CH_3COOH 0,1M và 50mL dung dịch CH_3COONa 0,2M
 - Dung dịch NH_3 0,1M + dung dịch NH_4Cl 0,2M
 - 50mL dung dịch NH_3 0,1M + 100mL dung dịch NH_4Cl 0,2M

Giải

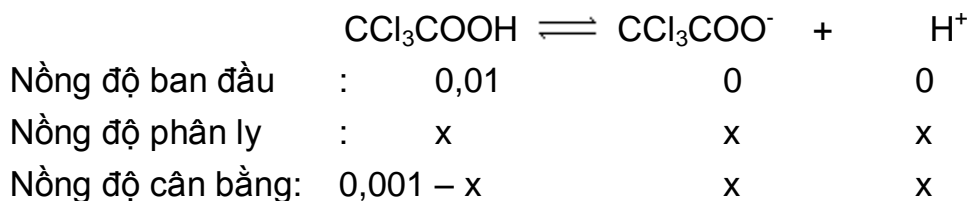
1. Trong dung dịch có sự điện ly:



$$\text{Mà: } \alpha = \frac{x}{0,1} \Leftrightarrow x = 0,1 \cdot 1,35\% = 1,35 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Nên: } K_{\text{CB}} = \frac{x^2}{0,1 - x} = \frac{(1,35 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - 1,35 \cdot 10^{-3}} \approx 1,35 \cdot 10^{-5}$$

- 1.2. Tương tự như câu 1.1, thì:



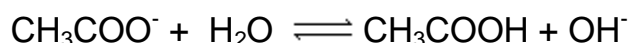
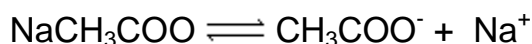
$$\alpha = \frac{x}{0,001} \Leftrightarrow x = 0,001 \cdot 54\% = 54 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Nên: } K_{\text{CB}} = \frac{x^2}{0,001 - x} = \frac{(54 \cdot 10^{-5})^2}{0,001 - 54 \cdot 10^{-5}} \approx 54 \cdot 10^{-7}$$

- 2.1. Xét cân bằng trong dung dịch: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

$$\text{Nên: } [\text{H}^+] = [\text{HCl}] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 3,3$$

2.2. Xét cân bằng trong dung dịch:



Nồng độ ban đầu:	0,01	0	0
------------------	------	---	---

Nồng độ phân ly:	x	x	x
------------------	---	---	---

Nồng độ cân bằng:	0,01 - x	x	x
-------------------	----------	---	---

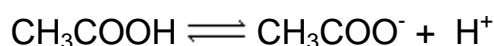
$$pK_a = 4,75 \Leftrightarrow k_a = 10^{-4,75} \Leftrightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-4,75}} = 10^{-9,25} \Rightarrow K_b = \frac{x^2}{0,01 - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 10^{-9,25} x - 10^{-11,25} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 2,371 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2,371 \cdot 10^{-6}$

Vậy $p\text{OH} = 5,62 \Leftrightarrow \text{pH} = 14 - 5,62 = \mathbf{8,38}$.

3.1. Xét cân bằng trong dung dịch:



Nồng độ ban đầu:	0,1	0,2	0
------------------	-----	-----	---

Nồng độ phân ly:	x	x	x
------------------	---	---	---

Nồng độ cân bằng:	0,1 - x	0,2 + x	x
-------------------	---------	---------	---

$$pK_a = 4,75 \Leftrightarrow k_a = 10^{-4,75} = \frac{x(0,2 + x)}{0,1 - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (0,2 + 10^{-4,75}) x - 10^{-5,75} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 8,89 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{H}^+] = 8,89 \cdot 10^{-6}$

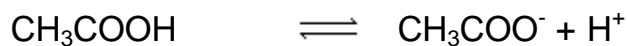
Vậy: $\text{pH} = \mathbf{5,05}$.

3.2. Nồng độ khi pha trộn các chất là:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{100 \cdot 0,1}{100 + 50} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{50 \cdot 0,2}{100 + 50} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Xét cân bằng trong dung dịch:



Nồng độ ban đầu:	6,67. 10 ⁻²	6,67. 10 ⁻²	0
------------------	------------------------	------------------------	---

Nồng độ phân ly:	x	x	x
------------------	---	---	---

Nồng độ cân bằng:	6,67. 10 ⁻² - x	6,67. 10 ⁻² + x	x
-------------------	----------------------------	----------------------------	---

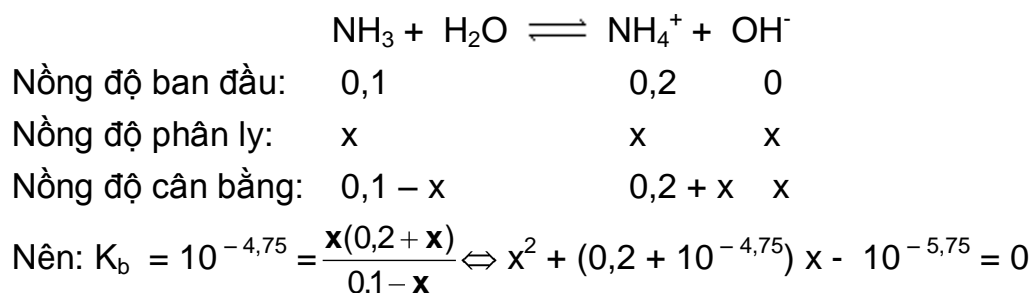
$$pK_a = 4,75 \Leftrightarrow k_a = 10^{-4,75} = \frac{x(6,67 \cdot 10^{-2} + x)}{6,67 \cdot 10^{-2} - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (6,67 \cdot 10^{-2} + 10^{-4,75}) x - 6,67 \cdot 10^{-6,75} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 1,77 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [\text{H}^+] = 1,77 \cdot 10^{-5}$

Vậy: $\text{pH} = \mathbf{4,75}$.

3.3. Trong dung dịch có sự điện ly:



Giải phương trình này được: $x = 8,89 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 8,89 \cdot 10^{-6}$

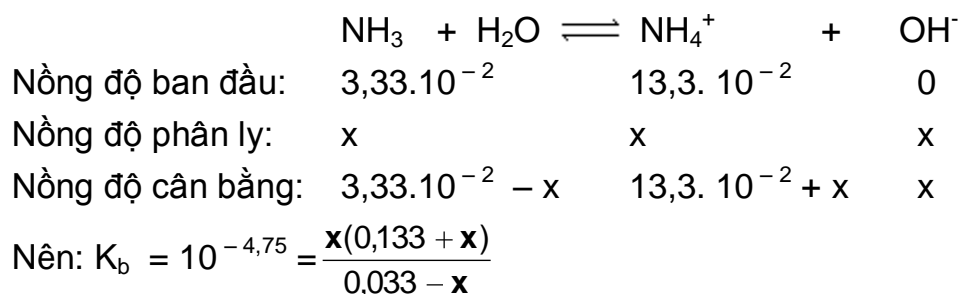
Vậy: $\text{pOH} = 5,05 \Leftrightarrow \text{pH} = 14 - 5,05 = \mathbf{8,95}$

3.4. Nồng độ khi pha trộn các chất là:

$$[\text{NH}_3] = \frac{50 \cdot 0,1}{100 + 50} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{100 \cdot 0,2}{100 + 50} = 13,3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Trong dung dịch có sự điện ly:



$$\Leftrightarrow x^2 + (0,133 + 10^{-4,75})x - 0,033 \cdot 10^{-4,75} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 4,41 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 4,41 \cdot 10^{-6}$

Vậy $\text{pOH} = 5,35 \Leftrightarrow \text{pH} = 14 - 5,05 = \mathbf{8,65}$

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 2

1. Tính thể tích nước cất cần pha vào:

1.1. 100mL dung dịch HCl 20% (d= 1,1g/mL) để thu được dung dịch có nồng độ 5%

1.2. 100g dung dịch H₂SO₄ 20% (d= 1,12g/mL) để thu được dung dịch có nồng độ 5%

1.3. 100g dung dịch NH₃ 2M (có d = 1,14g/mL) để thu được dung dịch có nồng độ 1,5M

2. Để pha được dung dịch đệm loại:

2.1 Dung dịch đệm acid thì phải pha theo tỷ lệ như thế nào về thể tích giữa V₁(mL) dung dịch CH₃COOH C₁^M với V₂ (mL) dung dịch CH₃COONa C₂^M ?

2.2. Dung dịch đệm baz thì phải pha theo tỷ lệ như thế nào về thể tích giữa $V_1(\text{mL})$ dung dịch NH_3 C_1^M với $V_2(\text{mL})$ dung dịch NH_4Cl C_2^M ?

Giải

1.1. Khối lượng dung dịch HCl 20% là $V \cdot d = 100 \cdot 1,1 = 110(\text{g})$

Áp dụng quy tắc chéo ta có được tỷ lệ:

$$\frac{110}{m} = \frac{5}{20-5} \Leftrightarrow m = 330(\text{g}) \text{ hay thể tích } \text{H}_2\text{O} \text{ cần thêm là } \mathbf{330(\text{mL})}$$

1.2. Áp dụng quy tắc chéo ta có được tỷ lệ:

$$\frac{100}{m} = \frac{5}{20-5} \Leftrightarrow m = 300(\text{g}) \text{ hay thể tích } \text{H}_2\text{O} \text{ cần thêm là } 300(\text{mL})$$

1.3. Thể tích dung dịch NH_3 2M là $\frac{100}{1,14} = 87,72(\text{mL})$

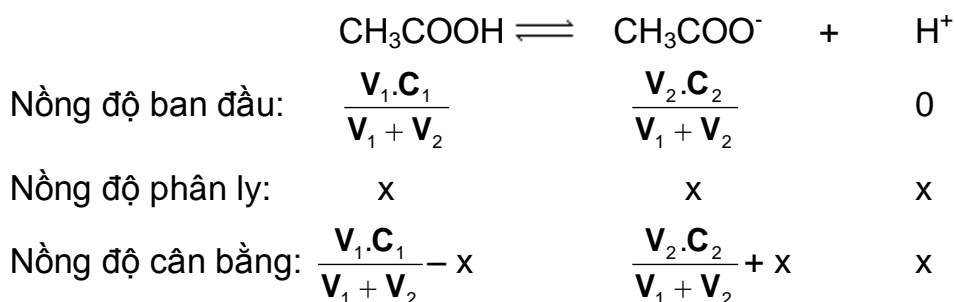
Áp dụng quy tắc chéo ta có được tỷ lệ:

$$\frac{87,72}{V} = \frac{1,5}{2-1,5} \Leftrightarrow V = 29,24 \text{ hay thể tích } \text{H}_2\text{O} \text{ cần thêm là } \mathbf{29,24(\text{mL})}$$

2.1. Nồng độ khi pha trộn các chất là:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{V_1 \cdot C_1}{V_1 + V_2} \text{ M và } [\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{V_2 \cdot C_2}{V_1 + V_2} \text{ M}$$

Xét cân bằng trong dung dịch:



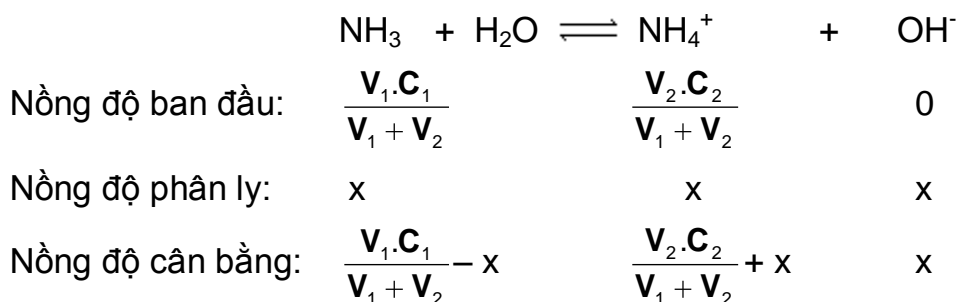
$$\text{Lập biểu thức: } k_a = 10^{-4,75} = \frac{x \left(\frac{V_2 \cdot C_2}{V_1 + V_2} + x \right)}{\frac{V_1 \cdot C_1}{V_1 + V_2} - x}$$

Thay $x = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$ và các giá trị C_1^M , C_2^M vào biểu thức để lập tỷ lệ V_1 / V_2

2.2. Nồng độ khi pha trộn các chất là:

$$[\text{NH}_3] = \frac{V_1 \cdot C_1}{V_1 + V_2} \text{ M và } [\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{V_2 \cdot C_2}{V_1 + V_2} \text{ M}$$

Trong dung dịch có sự điện ly:



$$\text{Lập biểu thức: } K_b = 10^{-4,75} = \frac{x \left(\frac{V_2 \cdot C_2}{V_1 + V_2} + x \right)}{\frac{V_1 \cdot C_1}{V_1 + V_2} - x}$$

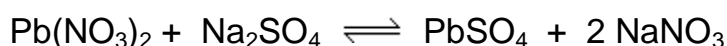
Thay $x = [\text{OH}^-] = 10^{-(14 - \text{pH})}$ và các giá trị C_1^M, C_2^M vào biểu thức trên để lập tỷ lệ V_1 / V_2 .

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 3

1. Khi trộn 100mL dung dịch $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10^{-4}M với 400mL dung dịch Na_2SO_4 10^{-4}M thì có kết tủa tạo thành không? Biết tích số tan (T) của $\text{PbSO}_4 = 10^{-7,8}$.
2. Biện luận các giá trị a và b để khi pha $V_1\text{mL}$ dung dịch BaCl_2 nồng độ $2a(\text{M})$ với $V_2\text{ mL}$ dung dịch H_2SO_4 nồng độ $2b(\text{M})$ thì:
 - 2.1. Dung dịch thu được không có tủa BaSO_4 hình thành
 - 2.2. Dung dịch thu được có tủa BaSO_4 tạo ra

Giải

1. Phản ứng pha trộn là:



Theo đề khi pha trộn:

$$\text{nồng độ của } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \frac{100 \cdot 10^{-4}}{100 + 400} = 0,2 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Nồng độ của } \text{Na}_2\text{SO}_4 = \frac{400 \cdot 10^{-4}}{100 + 400} = 0,8 \cdot 10^{-4}$$

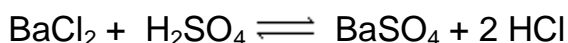
$$\text{Nên: } [\text{Pb}^{2+}] = 0,2 \cdot 10^{-4}, \text{ và } [\text{SO}_4^{2-}] = 0,8 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Do đó: } [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,8 \cdot 10^{-4} = 0,16 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{Mà: } T(\text{PbSO}_4) = 10^{-7,78} = 1,5 \cdot 10^{-8}$$

Vậy $T(\text{PbSO}_4) > [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] \Leftrightarrow$ dung dịch không thu được kết tủa PbSO_4

2. Phản ứng khi pha trộn dung dịch:



Khi đó nồng độ mỗi chất khi pha trộn sẽ là:

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{V_1 \cdot 2a}{V_1 + V_2} \text{ và } [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{V_1 \cdot 2b}{V_1 + V_2}$$

$$\text{Do đó: } [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{V_1 \cdot 2b}{V_1 + V_2} \cdot \frac{V_1 \cdot 2a}{V_1 + V_2} = \frac{4 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot a \cdot b}{V_1 + V_2}$$

$$\text{Mà: } T(\text{PbSO}_4) = 10^{-7,78} = 1,5 \cdot 10^{-8}.$$

2.1. Để dung dịch thu được không có BaSO_4 tạo ra thì:

$$\frac{4 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot a \cdot b}{V_1 + V_2} < 1,5 \cdot 10^{-8}.$$

2.2. Để dung dịch thu được có BaSO_4 tạo ra thì:

$$\frac{4 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot a \cdot b}{V_1 + V_2} > 1,5 \cdot 10^{-8}.$$

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 4:

- Khi cho dung dịch $\text{Cu}^{2+} 10^{-2} \text{ M}$ vào dung dịch EDTA 10^{-2} M , thì nồng độ Cu^{2+} tại cân bằng là bao nhiêu? Biết rằng ion Cu^{2+} có khả năng kết hợp với EDTA tạo phức bền (hằng số bền $\beta = 10^{18,8}$), và phức này không bị ảnh hưởng bởi các ion H^+ hoặc OH^- . Ngoài ra Cu^{2+} còn có khả năng tạo phức với OH^- theo 4 phương trình kết hợp, còn EDTA là một dung dịch acid đa chức phân ly 4 nấc. Dung dịch tạo thành sau khi pha trộn có $\text{pH} = 6$, và các giá trị hằng số cho trước là:

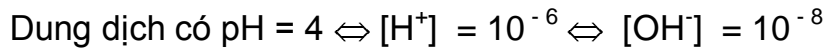
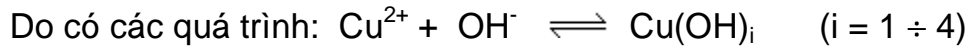
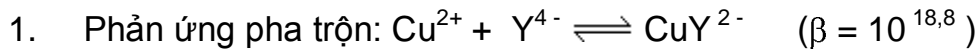
 - Hằng số bền 4 nấc tạo phức Cu^{2+} với OH^- lần lượt là 10^7 ; $10^{6,68}$; $10^{3,32}$; $10^{1,5}$
 - Hằng số bền 4 nấc tạo EDTA từ Y^{4-} lần lượt là $9,1 \cdot 10^{10}$; $1,85 \cdot 10^6$; $4,76 \cdot 10^2$; 10^3
- Pha trộn cùng một thể tích dung dịch $\text{Hg}^{2+} 10^{-4} \text{ M}$ với dung dịch EDTA 10^{-4} M , thì có thể tạo được phức Hg-EDTA không? Tính nồng độ Hg^{2+} tại thời điểm cân bằng sau pha trộn.

Biết rằng dung dịch tạo thành sau khi pha trộn có $\text{pH} = 10$, và ion Hg^{2+} có khả năng kết hợp với EDTA tạo phức bền (hằng số bền $\beta = 10^{21,8}$), và phức này không bị ảnh hưởng bởi các ion H^+ hoặc OH^- . Ngoài ra Hg^{2+} còn có khả năng tạo phức với OH^- theo 3 phương trình kết hợp, còn EDTA là một dung dịch acid đa chức phân ly 4 nấc. Các giá trị hằng số cho trước là:

 - Hằng số bền tổng cộng 6 nấc tạo phức Hg^{2+} với OH^- lần lượt là: $10^{10,3}$; $10^{21,7}$; 0; 0; 0; $10^{21,2}$.

- Hằng số bền 4 nấc tạo EDTA từ Y^{4-} lần lượt là $9,1 \cdot 10^{10}$; $1,85 \cdot 10^6$; $4,76 \cdot 10^2$; 10^3

Giải



Nên

$$\begin{aligned} \alpha(Cu^{2+}/OH^-) &= 1 + \sum \beta [OH^-]^i = \\ &= 1 + 10^7 \cdot 10^{-8} + 10^7 \cdot 10^{6,68} \cdot 10^{-16} + \\ &+ 10^7 \cdot 10^{6,68} \cdot 10^{3,32} \cdot 10^{-24} + 10^7 \cdot 10^{6,68} \cdot 10^{3,32} \cdot 10^{1,5} \approx 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha(Y^{4-}/H^+) &= 1 + \sum \beta [H^+]^j \\ &= 1 + 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-6} + 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,85 \cdot 10^6 \cdot 10^{-12} \\ &+ 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,85 \cdot 10^6 \cdot 4,76 \cdot 10^2 \cdot 10^{-18} + 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,85 \cdot 10^6 \\ &4,76 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-24} = 10^{5,414} \end{aligned}$$

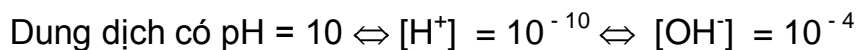
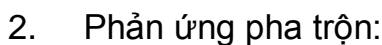
$$\Rightarrow \alpha(CuY) = \alpha(Cu^{2+}/OH^-) \cdot \alpha(Y^{4-}/H^+) = 10^{5,414}$$

Do đó: giá trị β biểu kiến là $\beta' = \frac{\beta}{\alpha} = 10^{13,386}$

Ta được: $\beta' = \frac{[CuY]}{[Cu][Y]} \Leftrightarrow 10^{13,386} = \frac{10^{-2} - x}{x}$ (Với $x = [Cu^{2+}]$)

$$\Leftrightarrow 10^{13,386} x^2 + x - 0,01 = 0 \Leftrightarrow x = 2,02768 \cdot 10^{-8}$$

Vậy: $[Cu^{2+}] = 2,02768 \cdot 10^{-8} = 10^{-7,69} \text{ M}$



Nên:

$$\begin{aligned} \alpha(Hg^{2+}/OH^-) &= 1 + \sum \beta [OH^-]^i = 1 + 10^{20,3} \cdot 10^{-4} + 10^{21,7} \cdot 10^{-8} + \\ &+ 10^{21,7} \cdot 10^{-24} \approx 5,012 \cdot 10^{13} \approx 10^{13,7} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha(Y^{4-}/H^+) &= 1 + \sum \beta [H^+]^j = \\ &= 1 + 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-10} + 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,85 \cdot 10^6 \cdot 10^{-20} + \\ &+ 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,85 \cdot 10^6 \cdot 4,76 \cdot 10^2 \cdot 10^{-30} + \\ &+ 9,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,85 \cdot 10^6 \cdot 4,76 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-40} = 9,9 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \alpha(CuY) = \alpha(Cu^{2+}/OH^-) \cdot \alpha(Y^{4-}/H^+) = 10^{13,7} \cdot 9,9$$

Do đó: giá trị β biểu kiến là $\beta' = \frac{\beta}{\alpha} = 10^{7,1}$

Như vậy giá trị $\beta = 10^7 < \beta' = 10^{7,1}$, nên phản ứng tạo phức này xảy ra

Khi đó ta được: $[\text{Hg}^{2+}] = \frac{C}{\alpha} = \frac{10^{-4}}{10^{13,7}} = 10^{-17,7} \text{ M}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 5

1. Tính hàm lượng % P và P_2O_5 trong một 5(g) mẫu phân, khi đem kết tủa P dưới dạng MgNH_4PO_4 , rồi nung ở nhiệt độ 650°C , thu được 1,235(g) $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.
2. Hoà tan 1(g) một loại quặng thành dung dịch (A) chứa Fe^{3+} . Hỏi cần dùng bao nhiêu ml dung dịch NH_3 1,19% ($d = 0,99 \text{ g/ml}$) để kết tủa hoàn toàn lượng Fe^{3+} . Biết trong quặng có chứa đến 10% Fe
3. Lượng K trong một loại phân được chuyển từ dạng K_2O thành KClO_4 . Hỏi khối lượng phân là bao nhiêu để % K_2O thu được gấp 100 lần khối lượng dạng cân KClO_4

Giải

1. Hệ số chuyển K ($\text{P} \rightarrow \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$) = $\frac{2 \cdot 31}{222} = 0,2793$

Hệ số chuyển K ($\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$) = $\frac{142}{222} = 0,6396$

Nên: (%) P = K. $\frac{m_2}{m_1} \cdot 100 = 0,2793 \cdot \frac{1,235}{5} \cdot 100 = \mathbf{6,8987(g)}$

(%) P_2O_5 = K. $\frac{m_2}{m_1} \cdot 100 = 0,6396 \cdot \frac{1,235}{5} \cdot 100 = \mathbf{15,7981(g)}$

2. Ta có:

Khối lượng Fe có trong quặng = khối lượng $\text{Fe}^{3+} = 1 \cdot 10\% = 0,1(\text{g})$

\Rightarrow số mol của $\text{Fe}^{3+} = \frac{0,1}{56}$

Phản ứng tạo tủa: $\text{Fe}^{3+} + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{NH}_4^+$

Nên: 3. số mol của $\text{Fe}^{3+} =$ số mol của $\text{NH}_3 \Leftrightarrow 3 \cdot \frac{0,1}{56} = \frac{V \cdot 0,99 \cdot 1,19}{100 \cdot 17}$

$\Leftrightarrow \mathbf{V = 7,73(ml)}$

3. Công thức tính % khối lượng dạng cân là: K. $\frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot 100$

Theo đề: % K_2O gấp 100 lần lượng cân KClO_4

$$\Leftrightarrow \% K_2O = 100 \cdot m_{KClO_4}$$

$$\Leftrightarrow K \cdot \frac{m_{KClO_4}}{m_{phan}} \cdot 100 = 100 \cdot m_{KClO_4} \Leftrightarrow m_{phan} = \frac{94}{2.138,5} = 0,009(g)$$

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 7

- Đem chuẩn 100ml dung dịch HCl 0,025M bằng V(ml) dung dịch NaOH 0,1M
 - Tính giá trị pH của dung dịch chuẩn được khi V(ml) lần lượt là: 0 - 10 - 20 - 24,9 - 25 - 25,1 - 26 - 30 (ml)
 - Vẽ đường chuẩn độ (pH - Vml dung dịch NaOH) ứng với các giá trị pH vừa tìm được ở câu a.
 - Xác định bước nhảy chuẩn độ với sai số 0,2%.
- Hút 10 ml dung dịch mẫu NaOH C_x cho vào erlen 250mL cùng với 30 ml nước cất +3 giọt pp (làm 4 mẫu). Đem chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,1N cho đến khi dung dịch chuyển từ màu hồng tím sang không màu. Ghi thể tích axit HCl 0,1N tiêu tốn V_0 (mL). Với độ tin cậy 95%. tính nồng độ dung dịch NaOH

Mẫu số	1	2	3	4
V_0 (mL)	9,8	9,75	9,7	9,6

Biết rằng:

Số thí nghiệm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	12,7	4,3	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,23
Q	1,22	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41

Giả sử các dung dịch đều có khối lượng riêng $d = 1$ g/mL

Giải

1.a) Phương trình phản ứng: $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$$\text{Tại điểm tương đương: } V = \frac{100 \cdot 0,025}{0,1} = 25 \text{ (mL)}$$

Tại $V = 0$: dung dịch chỉ có HCl phân ly mạnh nên pH của dung dịch là pH của acid này

$$pH = -\lg C_x = -\lg 0,025 = 1,60$$

Tại $V = 10$: dung dịch gồm NaCl và HCl dư $\Rightarrow [H^+]$ dung dịch = $[H^+]_{bd} - [H^+]_{phản\ ứng}$

$$[H^+] = \frac{100 \cdot 0,025 - 10 \cdot 0,1}{100 + 10} = 0,0136 \Rightarrow pH \text{ dung dịch} = 1,86$$

$$\text{Tại } V = 20: [H^+] = \frac{100 \cdot 0,025 - 20 \cdot 0,1}{100 + 20} = 4,167 \cdot 10^{-3} \Rightarrow pH \text{ dung dịch} =$$

2,38

$$\text{Tại } V = 24,9: [\text{H}^+] = \frac{100 \cdot 0,025 - 24,9 \cdot 0,1}{100 + 24,9} = 8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{pH dung dịch} =$$

4,09

$$\text{Tại } V = 25: [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \Rightarrow \text{pH dung dịch} = 7$$

Tại $V = 25,1$: dung dịch gồm NaCl và NaOH dư \Rightarrow pH dung dịch = pH (NaOH dư)

$$\text{Mà: } [\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{bd}} - [\text{OH}^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{25,1 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,025}{25,1 + 100} = 7,9 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 4,09 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 9,90$$

$$\text{Tại } V = 26: [\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{bd}} - [\text{OH}^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{26 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,025}{26 + 100} =$$

$$7,9310^{-4}$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 3,10 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 10,90$$

$$\text{Tại } V = 30: [\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{bd}} - [\text{OH}^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{30 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,025}{30 + 100} = 3,85 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 2,41 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,59$$

1.b) Sai số chuẩn độ là $\pm 0,2\%$, nghĩa là lượng NaOH cho vào dung dịch sẽ thiếu ($- 0,2\%$) hoặc thừa ($+ 0,2\%$) so với lượng acid HCl tại sát điểm tương đương, do đó:

$$([\text{OH}^-] - [\text{H}^+]) \cdot \frac{C_0 + C}{C \cdot C_0} = \pm 0,002$$

$$\text{Hay: } \left(\frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \right) \cdot \frac{C_0 + C}{C \cdot C_0} = \pm 0,002 \Leftrightarrow \left(\frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \right) \cdot \frac{0,025 + 0,1}{0,025 \cdot 0,1} = \pm 0,002$$

$$\left(\frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \right) = \pm 4 \cdot 10^{-5} \Leftrightarrow [\text{H}^+]^2 \pm 4 \cdot 10^{-5} [\text{H}^+] - 10^{-14} = 0$$

$$\Leftrightarrow [\text{H}^+] = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ và } [\text{H}^+] = 4 \cdot 10^{-5} \Leftrightarrow \text{pH} = \{ 4,39 ; 9,60 \}$$

Vậy $\Delta\text{pH} = 4,39 \div 9,60$ hay bước nhảy chuẩn độ khoảng 5,21 đơn vị pH

2. Ta có: số đương lượng của NaOH = số đương lượng của HCl $\Leftrightarrow 10$.

$$C_x = V_0 \cdot 0,1$$

$$\Leftrightarrow C_x = \frac{0,1}{10} \cdot V_0 = 0,01 \cdot V_0$$

Nên:

Mẫu số	1	2	3	4
$C_x \cdot 10^2$	9,8	9,75	9,7	9,6

Với $\gamma = 95\%$, $n = 4$ thì: $Q_{Lth} = 0,77$ và $t = 3,18$

Kiểm tra sai số thô bạo: $C_x(1) = \frac{0,098 - 0,0975}{0,098 - 0,096} = 0,25 < Q_{Lth}$.

$$C_x(2) = \frac{0,0975 - 0,097}{0,098 - 0,096} = 0,25 < Q_{Lth}$$

$$C_x(3) = \frac{0,097 - 0,096}{0,098 - 0,096} = 0,5 < Q_{Lth}$$

Vậy dãy số này không có sai số thô bạo, hay dãy số thực nghiệm được tính

Số liệu thu được:

Nồng độ của NaOH trung bình = 0,097125 (N)

Phương sai mẫu = 0,000853912 $\Rightarrow \epsilon = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}} = \frac{3,18 \cdot 0,000835912}{\sqrt{4}} = 0,00135772$.

Vậy Nồng độ của NaOH là:

$$0,097125 \pm 0,00135772 \approx 0,097 \pm 0,001$$

Hay: $0,096(N) \leq$ nồng độ NaOH $\leq 0,098(N)$

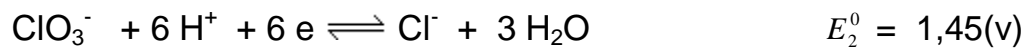
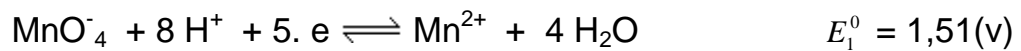
HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 8

- Cho 2 cặp oxy hoá khử $[MnO_4^- / Mn^{2+}]$ và $[ClO_3^- (H^+) / Cl^-]$ có E^0 lần lượt là 1,51(v) và 1,45(v). Xác định chiều phản ứng xảy ra và hằng số cân bằng của phản ứng ở pH = 0.
- Cho miếng đồng kim loại vào dung dịch $AgNO_3$ 0,01M. Tính K_{CB} và nồng độ các ion kim loại trong dung dịch tạo thành. Biết $E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = 0,34(v)$ và $E_{Ag^+/Ag}^0 = 0,8(v)$
- Viết công thức tính thế điện cực E (v) khi chuẩn độ V_0 (ml) dung dịch Fe^{2+} C_0^N bằng V (ml) dung dịch Ce^{4+} C^N trong các trường hợp sau:
 - Tổng quát khi chuẩn độ
 - Trước xa điểm tương đương
 - Tại điểm tương đương
 - Sau xa điểm tương đương
 Biết $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = + 0,68(v)$, $E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^0 = + 1,44(v)$
- Tiến hành pha trộn dung dịch Cu^+ $10^{-4} M$ với dung dịch Na_2S 0,1M,

rồi đo thế điện của dung dịch bằng điện cực đồng-SCE thì được giá trị - 0,906(volt). Giả sử trong dung dịch không xảy ra quá trình tạo phức hydroxo của ion Cu^+ , pH dung dịch đo được là 8, thế điện cực chuẩn của đồng là $E_{\text{Cu}^+/\text{Cu}}^0 = + 0,34$ và H_2S được xem là một dung dịch acid yếu hai chức có hằng số phân ly acid 2 nấc lần lượt là: $10^{-7}, 10^{-12,89}$. Tính nồng độ $[\text{Cu}^+]$ tại thời điểm cân bằng sau khi pha trộn

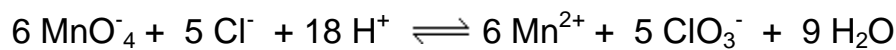
Giải

1. Các bán phản ứng Oxy hoá khử:



Để phản ứng xảy ra thì $\Delta E > 0$ mà với pH = 0 thì $[\text{H}^+] = 1\text{N}$

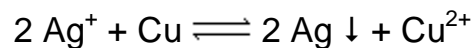
Nên $E_1^0 - E_2^0 = 1,51 - 1,45 = + 0,06$ tương ứng với chiều của phản ứng:



Áp dụng tính hằng số cân bằng: $K_{\text{CB}} = 10^{\frac{6.5.(E-E^*)}{0,059}} = 10^{30,5}$

2. Xét quá trình điện ly: $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$

Nên phản ứng điện hoá xảy ra giữa Ag^+ và Cu là:



Nồng độ ban đầu : 0,01 0

Nồng độ cân bằng: 0,01 - x x

$$\text{Ta có: } K_{\text{CB}} = \frac{x}{0,01 - x}$$

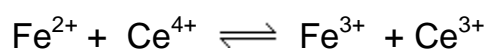
Mặt khác theo hệ quả từ phương trình Nernst:

$$K_{\text{CB}} = 10^{\frac{m.n.\Delta E}{0,059}} = 10^{\frac{2.1.(0,8-0,34)}{0,059}} = 10^{-15,6}$$

$$\text{Do đó: } \frac{x}{0,01 - x} = 10^{-15,6} \Rightarrow x = 2,071. 10^{-3}$$

Vậy: $[\text{Cu}^{2+}] = 2,071. 10^{-3} \text{ M}$ và $[\text{Ag}^+] = 5,858. 10^{-3} \text{ M}$

3. Phản ứng chuẩn độ:



$$\text{Khi chuẩn độ: } [\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{2+}]^{\text{phản ứng}} = [\text{Fe}^{2+}]^{\text{pt}} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

$$[\text{Ce}^{4+}] + [\text{Ce}^{4+}]^{\text{phản ứng}} = [\text{Fe}^{2+}]^{\text{pt}} = \frac{VC}{V_0 + V}$$

Đặt $\frac{V.C}{V_0 C_0} = F$: Công thức tổng quát sẽ là:

$$([\text{Ce}^{4+}] - [\text{Fe}^{2+}]) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = F - 1 \quad (3)$$

Trước xa điểm tương đương: $[\text{Ce}^{4+}] \approx 0$:

$$(3) \Leftrightarrow E = \Delta E + 0,059 \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = 0,68 + 0,059 \lg \frac{F}{1-F}$$

Tại điểm tương đương: $F = 1$ và $[\text{Fe}^{2+}] = [\text{Ce}^{4+}]$

$$E_{\text{td}} = \frac{1,44 + 0,68}{2} = 1,06$$

Sau xa điểm tương đương: $[\text{Fe}^{2+}] \approx 0$:

$$(3) E = 1,44 + 0,059 \lg (F - 1)$$

4. Phản ứng phóng điện của các ion: $\text{Cu}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$

Nên theo phương trình Nernst:

$$E_{\text{CB}} = E_{\text{Cu}^+/\text{Cu}}^0 + \frac{0,059}{n} \lg [\text{Cu}^+] = 0,34 + 0,059 \lg [\text{Cu}^+]$$

Thế đo được trong dung dịch là:

$$E_{\text{CB}} = E_{\text{do}} + E_{\text{chuan}} = -0,906 + 0,247 = -0,659(\text{v})$$

Do đó: $[\text{Cu}^+] = 10^{-19,48}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 9

1. Viết công thức tính pMg khi chuẩn độ V_0 (ml) dung dịch $\text{Mg}^{2+} C_0^N$ bằng V (ml) dung dịch EDTA C^N trong các trường hợp sau:

- Tổng quát khi chuẩn độ
- Trước xa điểm tương đương
- Tại điểm tương đương
- Sau xa điểm tương đương

Giả sử rằng Mg có khả năng tạo phức với EDTA và hydroxyt, EDTA là acid đa chức phân ly bốn nấc, hằng số bền điều kiện của phức giữa M và EDTA lớn.

2. Hút 5mL dung dịch mẫu (có chứa ion Al^{3+}) cùng với 10 mL dung dịch chuẩn EDTA 0,1N thêm 3 giọt chỉ thị Bromcresol lục vào cùng một erlen, rồi chỉnh dung dịch pha trộn về pH = 5-6 bằng cách cho NH_4OH vào đến khi dung dịch có màu xanh. Thêm tiếp 2mL dung dịch đệm pH = 5,5. Đun nhẹ khoảng 60 - 80°C, rồi lại thêm 2 mL

đệm pH = 5,5 + 1 giọt chỉ thị Xylenon da cam (làm 4 mẫu trong các bình nón loại 250mL). Chuẩn độ bằng dung dịch Zn^{2+} 0,1N (chuẩn nóng) cho đến khi dung dịch chuyển từ xanh sang vàng thì đo được thể tích dung dịch Zn^{2+} là V_0 (mL), theo kết quả:

Mẫu số	1	2	3	4
V_0 (mL)	9,8	9,7	9,7	9,6

Với độ tin cậy 95% hãy tính hàm lượng g / L của ion Al^{3+} có trong mẫu ban đầu.

Số thí nghiệm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	12,7	4,3	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,23
Q	1,22	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41

Giả sử các dung dịch đều có khối lượng riêng $d = 1$ g/mL

Giải

- Theo đề cho: Mg^{2+} (kí hiệu M) chỉ có khả năng tạo phức với EDTA (kí hiệu Y) mà không có các quá trình phụ như hydroxo, hydrua... do hằng số bền điều kiện của phức này khá lớn, nên cách giải bỏ qua các quá trình phụ này.



$$\text{Khi tiến hành chuẩn độ: } [M] + [M]_{pu} = [M]_{bd} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V} \quad (2)$$

$$[Y] + [Y]_{pu} = [Y]_{bd} = \frac{VC}{V_0 + V} \quad (3)$$

Đặt $\frac{V.C}{V_0 C_0} = F$: Phương trình tổng quát định phân chuẩn độ là:

$$\Leftrightarrow \left([M] - \frac{V_0.C_0}{V_0 + V} - [M] \right) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = 1 - F \quad (5)$$

Trước xa điểm tương đương: Giả sử $[Y] \ll [M]$

$$[M] = (1 - F) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

Tại điểm tương đương: ($F = 1$)

$$\beta.[M]^2 + [M] - \frac{V_0 C_0}{V_0 + V} = 0$$

Tại sau xa điểm tương đương: $[M] \ll [Y]$

$$(5) \Leftrightarrow \frac{V_0 \cdot C_0}{V_0 + V} - [M] = (F - 1) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V} \cdot \beta \cdot [M]$$

2. Ta có: số đương lượng của Al^{3+} = số đương lượng của EDTA phản ứng = số đương lượng của EDTA ban đầu – số đương lượng của EDTA dư = số đương lượng của EDTA ban đầu - số đương lượng của Zn^{2+}

$$\Leftrightarrow 5 \cdot C_x = (10 - V_0) \cdot 0,1 \Leftrightarrow C_x = (10 - V_0) \cdot \frac{0,1}{5} \cdot V_0 = 0,02 \cdot (10 - V_0)$$

Và khối lượng của Al^{3+} trong mẫu là $C^N \cdot V(L)$. $D = C^N \cdot V(L) \cdot \frac{M}{Z}$

$$\Rightarrow \text{Hàm lượng g/L của } Al^{3+} = \frac{C \cdot V \cdot M}{Z \cdot V'} = \frac{C_x \cdot 5 \cdot 27}{3 \cdot 5} = 9 \cdot C_x$$

(Trong đó V và V' lần lượt là thể tích được chuẩn và mẫu ban đầu tính theo lít)

Nên:

Mẫu số	1	2	3	4
$C_x \cdot 10^3$	4	6	6	8
Hàm lượng g/L	$36 \cdot 10^{-3}$	$54 \cdot 10^{-3}$	$54 \cdot 10^{-3}$	$72 \cdot 10^{-3}$

Với $\gamma = 95\%$, $n = 4$ thì: $Q_{Lth} = 0,77$ và $t = 3,18$

$$\text{Kiểm tra sai số thô bạo: } C_x(1) = \frac{0,072 - 0,054}{0,072 - 0,036} = 0,5 < Q_{Lth}$$

$$C_x(2) = \frac{0,054 - 0,036}{0,072 - 0,036} = 0,5 < Q_{Lth}$$

Vậy dãy số này không có sai số thô bạo, hay dãy số thực nghiệm được tính

Số liệu thu được:

Hàm lượng Al^{3+} TBình = 0,054 (g/L)

$$\text{Phương sai mẫu} = 0,014687 \Rightarrow \varepsilon = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}} = \frac{3,18 \cdot 0,014687}{\sqrt{4}} = 0,02337$$

Vậy hàm lượng (g/L) của $Al^{3+} = 0,054 \pm 0,023$

Hay $0,031 \text{ (g/L)} \leq \text{Hàm lượng } Al^{3+} \leq 0,077 \text{ (g/L)}$

HƯỚNG DẪN GIẢI CÁC BÀI TẬP BÀI 10:

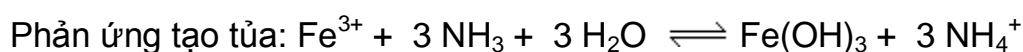
1. Hoà tan 1(g) một loại quặng thành dung dịch (A) chứa Fe^{3+} . Hỏi cần dùng bao nhiêu ml dung dịch NH_3 1,19% ($d = 0,99 \text{ g/ml}$) để kết tủa hoàn toàn lượng Fe^{3+} . Biết trong quặng có chứa đến 10% Fe.

2. Định lượng hàm lượng NaCl có trong muối ăn theo phương pháp Mohr: Cân 0,8849g muối ăn có độ tinh khiết 99,5 %, đem hoà tan bằng nước cất nóng đến khi thu được dung dịch 100 ml. Hút 5 ml dung dịch mẫu cho vào cốc tam giác cùng với 5 giọt hỗn hợp chỉ thị (gồm 4,2 g K_2CrO_4 + 0,7g $K_2Cr_2O_7$ pha trong 100 ml nước cất) và thêm 3 giọt hồ tinh bột, rồi định mức đến 100ml. Tiến hành chuẩn độ bằng $AgNO_3$ 0,1N cho đến khi xuất hiện tủa có màu cam nhạt thì tốn hết 5,76ml dung dịch $AgNO_3$. Tính khối lượng NaCl có trong muối ăn ban đầu.

Giải

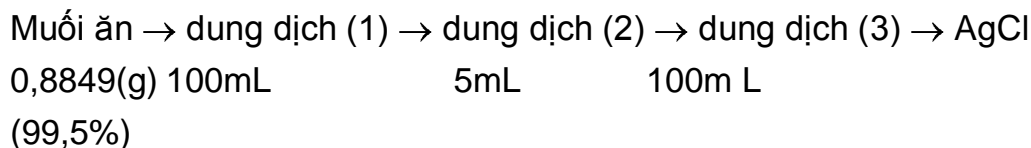
1. Ta có khối lượng Fe có trong quặng = khối lượng Fe^{3+} = 1. 10% = 0,1(g)

$$\Rightarrow \text{số mol của } Fe^{3+} = \frac{0,1}{56}$$



$$\text{Nên: } 3. \text{ số mol của } Fe^{3+} = \text{số mol của } NH_3 \Leftrightarrow 3. \frac{0,1}{56} = \frac{V.0,99.1,19}{100.17} \Leftrightarrow V = 7,73(\text{ml})$$

2. Sơ đồ phân tích:



Tại dung dịch (3) có:

$$\begin{aligned} \text{số đương lượng gam } Cl^- &= \text{số đương lượng gam } Ag^+ \\ &= 5,67.0,1. 10^{-3} \end{aligned}$$

Nên khối lượng NaCl trong dung dịch (1) là:

$$5,76. 10^{-4} . \frac{100.100}{5} . \frac{58,5.100}{0,8849 . 99,5} = 76,54\%$$

BÀI GIẢI CÁC BÀI TẬP MỞ RỘNG VÀ NÂNG CAO

Câu 1: Tính pH của các dung dịch sau:

- Metilamin 0.1M có $pK_b = 3.36$
- Acid Lactic C_2H_5OCOOH 0.2M và Kalilactat C_2H_5OCOOK 0.2M có $pK_a = 3.36$.

Giải

- Metilamin là một baz yếu cho nên ta áp dụng công thức sau:

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b} = 10^{-2,18} \Rightarrow pOH = 2,18 \Leftrightarrow pH = 11,82$$

Hỗn hợp axit lactic và Kalilactat là một hỗn hợp dung dịch đệm axit,

$$\text{nên: } pH = pK_a - \lg \frac{C_a}{C_b} = 3.36 - \lg \frac{0.2}{0.2} = 3.36$$

Câu 2: Tính độ tan của CaC_2O_4 trong dung dịch $(NH_4)_2C_2O_4$ 0.5M so sánh với độ tan của nó trong nước. Biết $T_{CaC_2O_4} = 2,3 \cdot 10^{-9}$.

Giải

$$\text{Trong nước: } S = \sqrt{2,3 \cdot 10^{-9}} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

Trong dung dịch $(NH_4)_2C_2O_4$ 0,5M:

$$S = \frac{T}{C_A} = \frac{2,3 \cdot 10^{-9}}{0,5} = 4,6 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$$

Độ tan của CaC_2O_4 trong dung dịch $(NH_4)_2C_2O_4$ 0,5M nhỏ hơn 10000 lần so với độ tan của nó trong nước.

Câu 3: Hòa tan 0.2486g $K_2Cr_2O_7$ tinh khiết thành 500ml dung dịch chuẩn $K_2Cr_2O_7$. Hút 20.00ml dung dịch này, thêm một lượng nhất định HCl và KI thích hợp rồi chuẩn độ bằng 20.05ml $Na_2S_2O_3$. Tính nồng độ đương lượng của dung dịch $Na_2S_2O_3$ và độ chuẩn của dung dịch đó?

Giải

Chuẩn độ $Na_2S_2O_3$ theo cách trên là chuẩn độ thế. Do đó số đương lượng $S_2O_3^{2-}$ bằng số đương lượng $Cr_2O_7^{2-}$, và:

$$\bar{D}(K_2Cr_2O_7) = M(K_2Cr_2O_7)/6 = 294/6; \bar{D}(Na_2S_2O_3) = M(Na_2S_2O_3)/1 = 158$$

$$C_N(K_2Cr_2O_7) = \frac{0.2486 \times 6}{294 \times 0.5} = 0.0101N$$

$$C_N(Na_2S_2O_3) = \frac{0.0101 \times 20.00}{20.05} = 0.01N$$

$$\begin{aligned} T(Na_2S_2O_3) &= C_N(Na_2S_2O_3) \cdot 10^{-3} \bar{D}(Na_2S_2O_3) = \\ &= 0.01 \times 10^{-3} \times 158 = 0.00158 \text{ g/mL} \end{aligned}$$

Câu 4: Một mẫu Sud cân nặng 0.9210g, được pha loãng thành 250ml dung dịch. Hút ra 50mL dung dịch này đem chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0.1042N, thì thể tích HCl tiêu tốn là:

- Nếu dùng chỉ thị PP $V_{HCl} = 20.50\text{ml}$
- Nếu dùng chỉ thị MO $V_{HCl} = 21.30\text{ml}$

Xác định hàm lượng các thành phần trong mẫu ban đầu

Giải

Nếu mẫu ban đầu chỉ chứa NaOH thì thể tích dung dịch HCl dùng để chuẩn độ với chỉ thị PP (V_1) hay với chỉ thị MO (V_2) phải như nhau (không tính đến sự chênh lệch thể tích do sai số chuẩn độ). Sự chênh lệch đáng kể giữa V_1 với V_2 cho thấy mẫu NaOH ban đầu đã bị Carbonat hóa, tức dung dịch đem phân tích chứa hỗn hợp NaOH + Na_2CO_3 .

Thể tích dung dịch HCl dùng chuẩn độ NaOH = $(2V_1 - V_2)$ mL

Thể tích dung dịch HCl dùng chuẩn độ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2(V_2 - V_1)$ mL

$$\%NaOH = \frac{2 \cdot 20,50 - 21,30 \cdot 0,1042 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{250}{25} \cdot \frac{100}{0,9210} \cdot 40}{100} = 89,15\%$$

$$\%Na_2CO_3 = \frac{2 \cdot 21,30 - 20,50 \cdot 0,1042 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{250}{25} \cdot \frac{100}{0,9210} \cdot \frac{106}{2}}{100} = 9,59\%$$

CÂU 5: Nồng độ cân bằng của NH_3 trong 100ml dung dịch chứa 10^{-2} mol kết tủa AgCl phải là bao nhiêu để hoà tan lượng kết tủa. Tích số tan của AgCl $T_{AgCl} = 10^{-9,75}$ và phức của Ag^+ và NH_3 có logarit hằng số bền tổng cộng lần lượt ở 2 nấc là 3,22 và 7,24.

Giải

Nếu 10^{-2} mol kết tủa AgCl tan hết trong 100ml dung dịch, thì nồng độ cân bằng của ion clorua và tổng nồng độ cân bằng các dạng tồn tại của ion bạc là 0,1M.

Vì $\beta_{1,2}$ lớn hơn $\beta_{1,1}$ là 100 lần, nên khi đã hoà tan hết lượng kết tủa AgCl; dạng tồn tại chủ yếu của ion bạc trong dung dịch là phức có số phối trí cao nhất: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Mà $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = T_{AgCl} = 10^{-9,75} \Rightarrow [\text{Ag}^+] = \frac{10^{-9,75}}{10^{-1}} = 10^{-8,75}$.

$$\text{Mà } \beta_{1,2} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2} = 10^{7,24} \Rightarrow [\text{NH}_3] = 10^{-0,255} = 1,8\text{M}$$

CÂU 6: Đem chuẩn 50ml dung dịch HCl 0,05M bằng V(ml) dung dịch NaOH 0,1M.

- a) Tính giá trị pH của dung dịch chuẩn được khi V(ml) lần lượt là: 0 -

10 - 20 - 24,9 - 25 - 25,1 - 26 - 30 (ml)

- b) Vẽ đường chuẩn độ (pH - Vml dung dịch NaOH) ứng với các giá trị pH vừa tìm được ở câu a.
- c) Xác định bước nhảy chuẩn độ với sai số 0,2%.

Giải

- a) Phương trình phản ứng: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

$$\text{Tại điểm tương đương: } V = \frac{50.0,05}{0,1} = 25 \text{ (mL)}$$

Tại $V = 0$: dung dịch chỉ có HCl phân ly mạnh nên pH của dung dịch là pH của acid này: $\text{pH} = -\lg C_x = -\lg 0,05 = 1,3$

Tại $V = 10$: dung dịch gồm NaCl và HCl dư $\Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{dung dịch}} = [\text{H}^+]_{\text{bd}} - [\text{H}^+]_{\text{phản ứng}}$, nên: $[\text{H}^+] = \frac{50.0,05 - 10.0,1}{50 + 10} = 0,025 \Rightarrow \text{pH dung dịch} = 1,6$

Tại $V = 20$: $[\text{H}^+] = \frac{50.0,05 - 20.0,1}{50 + 20} = 7,14 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH dung dịch} = 2,15$

Tại $V = 24,9$: $[\text{H}^+] = \frac{50.0,05 - 24,9.0,1}{50 + 24,9} = 1,34 \cdot 10^{-4}$

$\Rightarrow \text{pH dung dịch} = 3,87$

Tại $V = 25$: $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \Rightarrow \text{pH dung dịch} = 7$

Tại $V = 25,1$: dung dịch gồm NaCl và NaOH dư $\Rightarrow \text{pH dung dịch} = \text{pH}(\text{NaOH dư})$

Mà $[\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{bd}} - [\text{OH}^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{25.0,1 - 50.0,05}{25,1 + 50} = 1,33 \cdot 10^{-4}$

$\Rightarrow \text{pOH} = 3,88 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 10,12$

Tại $V = 26$: $[\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{bd}} - [\text{OH}^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{26.0,1 - 50.0,05}{26 + 50} = 1,315 \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow \text{pOH} = 2,88 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,12$

Tại $V = 30$: $[\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]_{\text{bd}} - [\text{OH}^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{30.0,1 - 50.0,05}{30 + 50} = 6,25 \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow \text{pOH} = 2,2 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,8$

- b) Sai số chuẩn độ là $\pm 0,2\%$, nghĩa là lượng NaOH cho vào dung dịch sẽ thiếu ($- 0,2\%$) hoặc thừa ($+ 0,2\%$) so với lượng acid HCl tại sát điểm tương đương, do đó:

$$([\text{OH}^-] - [\text{H}^+]) \cdot \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = \pm 0,002$$

$$\text{Hay } \left(\frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \right) \cdot \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = 0,002$$

$$\Leftrightarrow [\text{H}^+]^2 \pm 6,67 \cdot 10^{-5} [\text{H}^+] - 10^{-14} = 0 \Leftrightarrow \text{pH} = \{ 4,176 ; 9,824 \}$$

Vậy $\Delta \text{pH} = 4,176 \div 9,824$ hay *bước nhảy chuẩn độ* khoảng 5,648 đơn vị pH

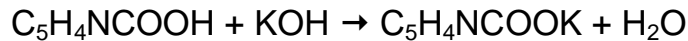
ĐÁP ÁN CÁC ĐỀ THI – ĐỀ KIỂM TRA GIỚI THIỆU

ĐÁP ÁN ĐỀ SỐ 1

Câu 1: 2 điểm

a.(1đ) Trộn 29.90ml dung dịch axit pyridinecarboxylic có nồng độ 0.020M với 20.00ml dung dịch KOH có nồng độ 0.023M.

Phản ứng xảy ra khi trộn:



Số mol của các chất trước khi phản ứng:

$$n_a = 29.90 \times 0.020 = 0.598 \text{ mmol}; n_b = 20.00 \times 0.023 = 0.460 \text{ mmol}$$

→ số mol của axit pyridinecacboxylic dư là:

$$0.598 - 0.460 = 0.138 \text{ mmol}$$

$$\rightarrow [\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOH}]_{\text{dư}} = 0.138 / 49.9 = 2.77 \times 10^{-3} \text{ M}$$

số mol của $\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOK}$ tạo thành 0.460mmol

$$\rightarrow [\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOK}] = 0.460 / 49.9 = 9.22 \times 10^{-3} \text{ M}$$

Dung dịch sau phản ứng là dung dịch đệm:

$$\text{pH} = \text{pK}_a - \lg[\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOH}]_{\text{dư}} / [\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOK}]$$

$$= 5.3 - \lg(2.77 \times 10^{-3} / 9.22 \times 10^{-3}) = 5.82$$

b.(1đ) Trộn 29.90ml dung dịch axit pyridinecarboxylic có nồng độ 0.020M với 26.00ml dung dịch KOH có nồng độ 0.023M.

Phản ứng xảy ra khi trộn: $\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOK} + \text{H}_2\text{O}$

Số mol của các chất trước khi phản ứng:

$$n_a = 29.90 \times 0.020 = 0.598 \text{ mmol}; n_b = 26.00 \times 0.023 = 0.598 \text{ mmol}$$

→ số mol của axit pyridinecacboxylic bằng với số mol của KOH

→ pH của dung dịch phụ thuộc vào lượng muối $\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOK}$ có tính bazơ yếu tạo thành → $[\text{C}_5\text{H}_4\text{NCOOK}] = 0.598 / 55.9 = 0.011 \text{ M}$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_b - \lg C_b) = \frac{1}{2}(8.7 - \lg 0.011) = 5.33 \rightarrow \text{pH} = 14 - 5.33 = 8.67$$

Câu 2: 1 điểm

a.(0.5đ) 1L dung dịch Fe^{2+} 50ppm

$$m = C_{\text{ppm}} \times V_{\text{pha}} \times \frac{M_{\text{dc}}}{M_{\text{pha}}} \times \frac{100}{P} \times 10^{-6} = 50 \times 1000 \times \frac{392}{56} \times \frac{100}{99.8} \times 10^{-6} = 0.3507 \text{ g}$$

b.(0.5đ) 500mL dung dịch Fe^{2+} 0.1N (dùng làm chất chuẩn cho phản ứng oxy hóa khử)

$$m = C_N \times V_{\text{pha}} \times D \times \frac{100}{P} = 0.1 \times 0.5 \times \frac{392}{1} \times \frac{100}{99.8} = 16.4830 \text{ g}$$

Câu 3: 2 điểm

$$\text{Hệ số chuyển } K = \frac{M_{xd}}{M_{dc}} = \frac{M_{CaCO_3}}{M_{CaO}} = \frac{100}{56} = 1.7857$$

$$\text{Khối lượng mẫu cân: } a = 23.4560 - 23.1024 = 0.3536\text{g}$$

$$\text{Khối lượng dạng cân: } m = 23.2260 - 23.1024 = 0.1236\text{g}$$

$$\%CaCO_3 = K \times F \times \frac{m}{a} \times 100 = 1.7857 \times 1 \times \frac{0.1236}{0.3536} \times 100 = 62.42\%$$

Câu 4: 3 điểm

a.(1đ) Tính khoảng bước nhảy pH của phép chuẩn ứng với thể tích của chất chuẩn là 9.99ml và 10.01ml?

Khi $V = 9.99\text{ml}$ ta áp dụng công thức tính:

$$[H^+] = \frac{(CV)_{HCl} - (CV)_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = \frac{0.1 \times 10 - 0.1 \times 9.99}{19.99} = 5.10^{-5} M \rightarrow \text{pH} = 4.3$$

Khi $V = 10.01\text{ml}$ ta áp dụng công thức tính:

$$[OH^-] = \frac{(CV)_{NaOH} - (CV)_{HCl}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = \frac{0.1 \times 10.01 - 0.1 \times 10}{20.01} = 5.10^{-5} M \rightarrow \text{pH} = 9.7$$

Vậy khoảng bước nhảy pH = (4.3 ÷ 9.7)

b.(1đ) Chọn chất chỉ thị nào trong số các chỉ thị sau đây với sai số không quá 0.1%: phenolphthalein (pT=9); metyl đỏ (pT=5); metyl cam (pT=4). Tính sai số chỉ thị khi sử dụng chất chỉ thị đã chọn?

Dựa vào khoảng bước nhảy pH = (4.3 ÷ 9.7) ta chọn được 2 chất chỉ thị

Với pT=5 khi dùng chất chỉ thị này sẽ mắc sai số âm

$$\%S = -\frac{10^{-pT} \times (V_{HCl} + V_{NaOH})}{(CV)_{HCl}} \times 100 = -\frac{10^{-5} \times (10 + 10)}{10 \times 0.1} \times 100 = -0.02\%$$

Với pT=9 khi dùng chất chỉ thị này sẽ mắc sai số dương

$$\%S = +\frac{10^{-14+pT} \times (V_{HCl} + V_{NaOH})}{(CV)_{HCl}} \times 100 = +\frac{10^{-14+9} \times (10 + 10)}{10 \times 0.1} \times 100 = +0.02\%$$

c. (1đ) Nếu tiến trình chuẩn độ chuẩn được 7ml HCl thì pH của dung dịch trong bình chuẩn lúc này là bao nhiêu?

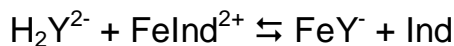
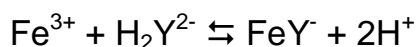
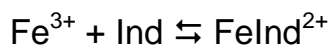
Nếu chuẩn được 7ml HCl thì lúc này chưa đạt điểm tương đương khi đó áp dụng công thức sau:

$$[H^+] = \frac{(CV)_{HCl} - (CV)_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = \frac{0.1 \times 10 - 0.1 \times 7}{17} = 0.0176 M \rightarrow \text{pH} = 1.75$$

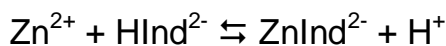
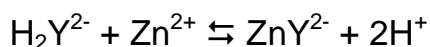
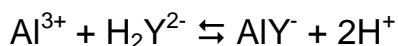
Câu 5: 2 điểm

a. (1đ) Giải thích và viết các phản ứng xảy ra?

ở pH=2 Fe³⁺ được chuẩn trực tiếp bằng EDTA với chỉ thị sunfosalixilic, trong điều kiện đó Al³⁺ không gây ảnh hưởng.



ở pH=5 người ta dùng kỹ thuật chuẩn độ ngược (do Al³⁺ phản ứng chậm với EDTA) bằng cách cho dư chính xác một lượng EDTA tiêu chuẩn, sau đó chuẩn lượng EDTA dư bằng dung dịch Zn²⁺ tiêu chuẩn với chỉ thị xylenol da cam, trong điều kiện đó Fe³⁺ vẫn tồn tại dưới dạng phức chất FeY⁻



b. (1đ) Tính nồng độ mol/L của mỗi ion có trong dung dịch mẫu ban đầu?

$$\text{ở pH=2: ta có } C_{\text{Fe}^{3+}} = \frac{(CV)_{\text{EDTA}}}{50} = \frac{0.04016 \times 29.61}{50} = 0.02378M$$

ở pH=5: ta có

$$C_{\text{Al}^{3+}} = \frac{(CV)_{\text{EDTA}} - (CV)_{\text{Zn}^{2+}}}{50} = \frac{0.04016 \times 50 - 0.03228 \times 19.03}{50} = 0.02787M$$

ĐÁP ÁN ĐỀ SỐ 2

Câu 1: 2 điểm

Khi không có KI thì thế oxy hóa của cặp Cu²⁺/Cu⁺ ứng với phương trình:



Được xác định bằng công thức:

$$E = E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+} + 0.059 \lg[\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+] \text{ trong đó } E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+} = 0.170V \text{ (0.5đ)}$$

Khi có KI làm kết tủa CuI thì thế oxy hóa của cặp Cu²⁺/Cu⁺ ứng với phương trình phản ứng: Cu²⁺ + I⁻ + 1e⁻ ⇌ CuI↓ (0.5đ)

Được xác định bằng công thức:

$$E = E^0 + 0.059 \lg[\text{Cu}^{2+}][\text{I}^-]$$

Trong đó E⁰ là thế oxy hóa khử tiêu chuẩn điều kiện:

$$E = E^0 \text{ khi } [\text{Cu}^{2+}][\text{I}^-] = 1 \quad (1)$$

Ta có Cu⁺ + I⁻ ⇌ CuI↓ có T=[Cu⁺][I⁻] (2) (0.5đ)

từ (1) và (2) ta suy ra: [Cu²⁺]/[Cu⁺]=1/T

Vậy:

$$E^0 = E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+} + 0.059 \lg(1/T) = 0.170 + 0.059 \lg 10^{12} = 0.878V \text{ (0.5đ)}$$

Câu 2: 1 điểm

- a. 1L dung dịch $K_2Cr_2O_7$ 0.1N (dùng làm chất chuẩn oxy hóa trong môi trường axit) (0.5đ)

$$m = C_N \times V_{pha} \times D \times \frac{100}{P} = 0.1 \times 1 \times \frac{294}{1} \times \frac{100}{99.8} = 29.4589g$$

- b. 500mL dung dịch $K_2Cr_2O_7$ 5% (0.5đ)

$$m = C\% \times V_{pha} \times \frac{M_{dc}}{M_{pha}} \times \frac{100}{P} \times 10^{-2} = 5 \times 500 \times \frac{100}{99.8} \times 10^{-2} = 25.0501g$$

Câu 3: 2 điểm

Hệ số chuyển: $K = \frac{M_{xd}}{M_{dc}} = \frac{2 \times M_{MgO}}{M_{Mg_2P_2O_7}} = \frac{2 \times 40}{222} = 0.3604$

Phần trăm của MgO

$$\%MgO = K \times F \times \frac{m}{a} \times 100 = 0.3604 \times \frac{250}{25} \times \frac{0.1278}{2.0132} \times 100 = 22.88\%$$

Câu 4: 3 điểm

- a. (2đ) Tính pH và vẽ đường định phân tại các điểm khi thể tích chất chuẩn HCl là: 0.00ml; 5.00ml; 9.00ml; 9.99ml; 10.00ml; 10.01ml; 12.00ml; 15.00ml.



Trước điểm tương đương pH trong bình chuẩn được tính theo công thức:

$$[H^+] = \frac{(CV)_{HCl} - (CV)_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} \quad (0.5đ)$$

Sau điểm tương đương pH trong bình chuẩn được tính theo công thức:

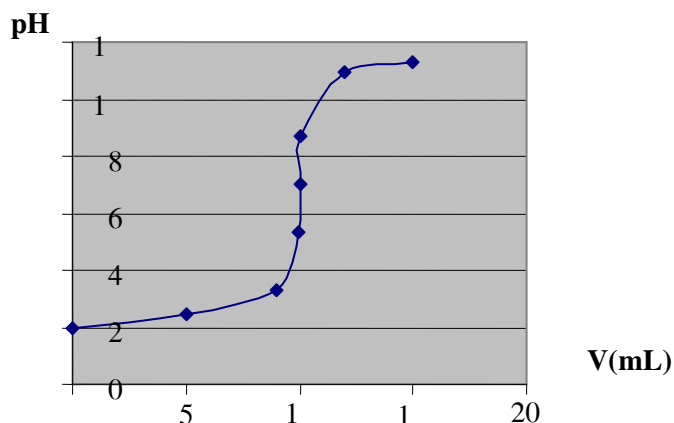
$$[OH^-] = \frac{(CV)_{NaOH} - (CV)_{HCl}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} \quad (0.5đ)$$

Tại điểm tương đương pH=7

Áp dụng công thức tính trên ta th được kết quả sau: (0.5đ)

V_{NaOH} ml	0.00	5.00	9.00	9.99	10.00	10.01	12.00	15.00
pH	2.00	2.48	3.28	5.30	7.00	8.70	10.95	11.30

Đường định phân được vẽ như sau: (0.5đ)



- b. (0.5đ) Chọn chất chỉ thị nào trong số các chỉ thị sau đây (pT=9; pT=6.5; pT=5; pT=4) với sai số không quá 0.1%.

Với sai số không quá 0.1% tức là ứng với thể tích chất chuẩn ở trước điểm tương đương là 9.99mL và sau điểm tương đương là 10.01mL. Khi đó khoảng bước nhảy pH sẽ là: 5.30 – 8.70, như vậy ta chọn pT = 6.5.

- c. (0.5đ) Nếu tiến trình chuẩn độ chuẩn được 19ml HCl thì pH của dung dịch trong bình chuẩn lúc này là bao nhiêu?

Nếu chuẩn được 19ml HCl thì lúc này đã vượt quá điểm tương đương khi đó áp dụng công thức sau:

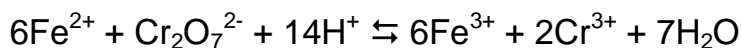
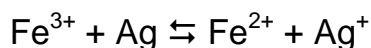
$$[OH^-] = \frac{(CV)_{NaOH} - (CV)_{HCl}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = \frac{19 \times 0.01 - 10 \times 0.01}{19 + 10} = 3.1 \times 10^{-3} M$$

$$\rightarrow pH = 11.49$$

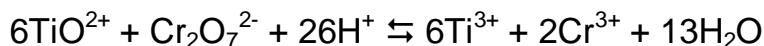
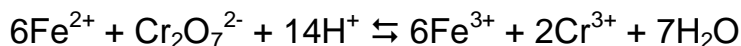
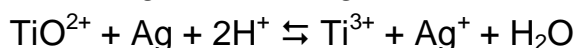
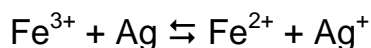
Câu 5: 2 điểm

- a. (1đ) Viết các phản ứng xảy ra trong quá trình phân tích trên?

TN 1:



TN 2:



- b. (1đ) Tính số mg sắt và titan có trong dung dịch ban đầu?

TN 1: Ta xác định được hàm lượng Fe

$$\text{Ta có } mg(Fe) = (CV)_{K2Cr2O7} \times D_{Fe} \times \frac{100}{25} = 0.05 \times 25.50 \times 56 \times \frac{100}{25} = 285.60mg$$

TN 2: Ta xác định được tổng titan và sắt

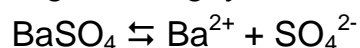
$$\begin{aligned} \text{Ta có } n'_{Ti} &= n'_T - n'_{Fe} = (CV)_T - (CV)_{Fe} \\ &= 0.05 \times 40.25 - 0.05 \times 25.50 = 0.7375 \end{aligned}$$

$$mg(Ti) = n'_{Ti} \times D_{Ti} \times \frac{100}{25} = 0.7375 \times 47.9 \times \frac{100}{25} = 141.31mg$$

ĐÁP ÁN ĐỀ SỐ 3

Câu 1: 2 điểm

a. Trong nước nguyên chất (1đ)

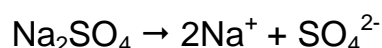
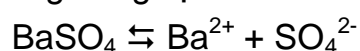


$$S_{BaSO_4} = \sqrt{T_{BaSO_4}} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} M$$

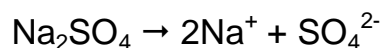


$$S_{CaSO_4} = \sqrt{T_{CaSO_4}} = \sqrt{10^{-5}} = 10^{-2.5} M = 3.16 \times 10^{-3} M$$

b. Trong dung dịch có chứa 0.01M Na₂SO₄ (1đ)



$$S = \frac{T_{BaSO_4}}{C_M} = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = 10^{-8} M$$



$$S = \frac{T_{CaSO_4}}{C_M} = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-3} M$$

Câu 2: 1 điểm

a. 1L dung dịch EDTA 0.1N (0.5đ)

$$m = C_N \times V_{pha} \times D \times \frac{100}{P} = 0.1 \times 1 \times \frac{372.24}{2} \times \frac{100}{99.8} = 18.6493g$$

b. 500mL dung dịch EDTA 0.1M (0.5đ)

$$m = C_M \times V_{pha} \times M \times \frac{100}{P} = 0.1 \times 0.5 \times 372.24 \times \frac{100}{99.8} = 18.6493g$$

Câu 3: 2 điểm

$$\text{Hệ số chuyển: } K = \frac{M_{xd}}{M_{dc}} = \frac{M_S}{M_{CuS}} = \frac{32}{96} = 0.3333$$

Phần trăm của S

$$\%S = K \times F \times \frac{m}{a} \times 100 = 0.3333 \times \frac{0.0872}{1.0000} \times 100 = 2.91\%$$

Câu 4: 3 điểm

- a. Tính khoảng bước nhảy pH của phép chuẩn ứng với thể tích của chất chuẩn NaOH là 9.99ml và 10.01ml? (1đ)

Khi V = 9.99ml ta áp dụng công thức tính:

$$[OH^-] = \frac{(CV)_{NaOH} - (CV)_{HCl}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = \frac{0.1 \times 10 - 0.1 \times 9.99}{19.99} = 5.10^{-5} M \rightarrow pH = 9.7$$

Khi V = 10.01ml ta áp dụng công thức tính:

$$[H^+] = \frac{(CV)_{HCl} - (CV)_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} = \frac{0.1 \times 10.01 - 0.1 \times 10}{20.01} = 5.10^{-5} M \rightarrow pH = 4.3$$

Vậy khoảng bước nhảy pH = (9.7 ÷ 4.3)

- b. Chọn chất chỉ thị nào trong số các chỉ thị sau đây với sai số không quá 0.1%: phenolphthalein (pT=9); metyl đỏ (pT=5); metyl cam (pT=4). Tính sai số chỉ thị khi sử dụng chất chỉ thị đã chọn? (1đ)

Dựa vào khoảng bước nhảy pH = (4.3 ÷ 9.7) ta chọn được 2 chất chỉ thị pT=5 và pT=9.

Với pT=5 khi dùng chất chỉ thị này sẽ mắc sai số dương

$$\%S = + \frac{10^{-pT} \times (V_{HCl} + V_{NaOH})}{(CV)_{NaOH}} \times 100 = + \frac{10^{-5} \times (10 + 10)}{10 \times 0.1} \times 100 = +0.02\%$$

Với pT=9 khi dùng chất chỉ thị này sẽ mắc sai số âm

$$\%S = - \frac{10^{-14+pT} \times (V_{HCl} + V_{NaOH})}{(CV)_{NaOH}} \times 100 = - \frac{10^{-14+9} \times (10 + 10)}{10 \times 0.1} \times 100 = -0.02\%$$

- c. Nếu tiến trình chuẩn độ chuẩn dừng ở pH=12 thì phải thêm bao nhiêu ml dung dịch chuẩn HCl nữa thì đạt điểm tương đương? (1đ)

Tại pH=12 $\rightarrow [OH^-] = 10^{-2} M \rightarrow$ đang ở thời điểm trước điểm tương đương ta có công thức tính pH trước điểm tương đương như sau:

$$[OH^-] = \frac{(CV)_{NaOH} - (CV)_{HCl}}{V_{HCl} + V_{NaOH}}$$

$$\rightarrow V_{HCl} = \frac{(CV)_{NaOH} - [OH^-] \cdot V_{NaOH}}{C_{HCl} + [OH^-]} = \frac{0.1 \times 10 - 10^{-2} \times 10}{0.1 + 10^{-2}} = 8.18 ml$$

Do đó cần phải thêm $10.00 - 8.18 = 1.82 mL$ thì đạt điểm tương đương

Câu 5: 2 điểm

- a. Tính khối lượng phân tử của HA (0.5đ)

Gọi M là khối lượng phân tử của HA và K_a là hằng số phân ly của chúng

Nồng độ ban đầu của HA là: $C_{HA} = \frac{1.2500}{M} \times \frac{1000}{50}$

Khi chuẩn 50ml HA bằng dung dịch NaOH 0.0900M thì hết 41.2ml thì đạt điểm tương đương $\rightarrow C_{HA} = \frac{(CV)_{NaOH}}{50} = \frac{0.0900 \times 41.2}{50} = 0.07416M$

$\rightarrow M = 337.2$

b. Tính hằng số phân ly của axit HA (1đ)

Tại thời điểm pH=4.3 dung dịch là dung dịch đệm

$pH = pK_a - \lg C_a / C_b$ với $C_a = [HA] = \frac{(CV)_{HA} - (CV)_{NaOH}}{V_T}$; $C_b = [A^-] =$

$\frac{(CV)_{NaOH}}{V_T}$

$\rightarrow pK_a = pH + \lg \frac{(CV)_{HA} - (CV)_{NaOH}}{(CV)_{NaOH}} = 4.3 + \lg \frac{0.07416 \times 50 - 8.24 \times 0.0900}{8.24 \times 0.0900}$

$= 4.3 + 0.6 = 4.9 \rightarrow K_a = 1.25 \times 10^{-5}$

c. Tính pH ở điểm tương đương của quá trình chuẩn độ (0.5đ)

Phản ứng chuẩn độ: $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

Tại điểm tương đương pH của dung dịch phụ thuộc vào muối NaA có tính bazơ yếu

Công thức tính pH của một bazơ yếu: $pOH = \frac{1}{2}(pK_b - \lg C_b)$

Trong đó $pK_b = 14 - pK_a = 14 - 4.9 = 9.1$;

$C_b = [NaA] = \frac{41.20 \times 0.0900}{50 + 41.20} = 0.0407M$

Vậy $pOH = \frac{1}{2}(9.1 - \lg 0.0407) = 5.25 \rightarrow pH = 14 - 5.25 = 8.75$

ĐÁP ÁN ĐỀ SỐ 4

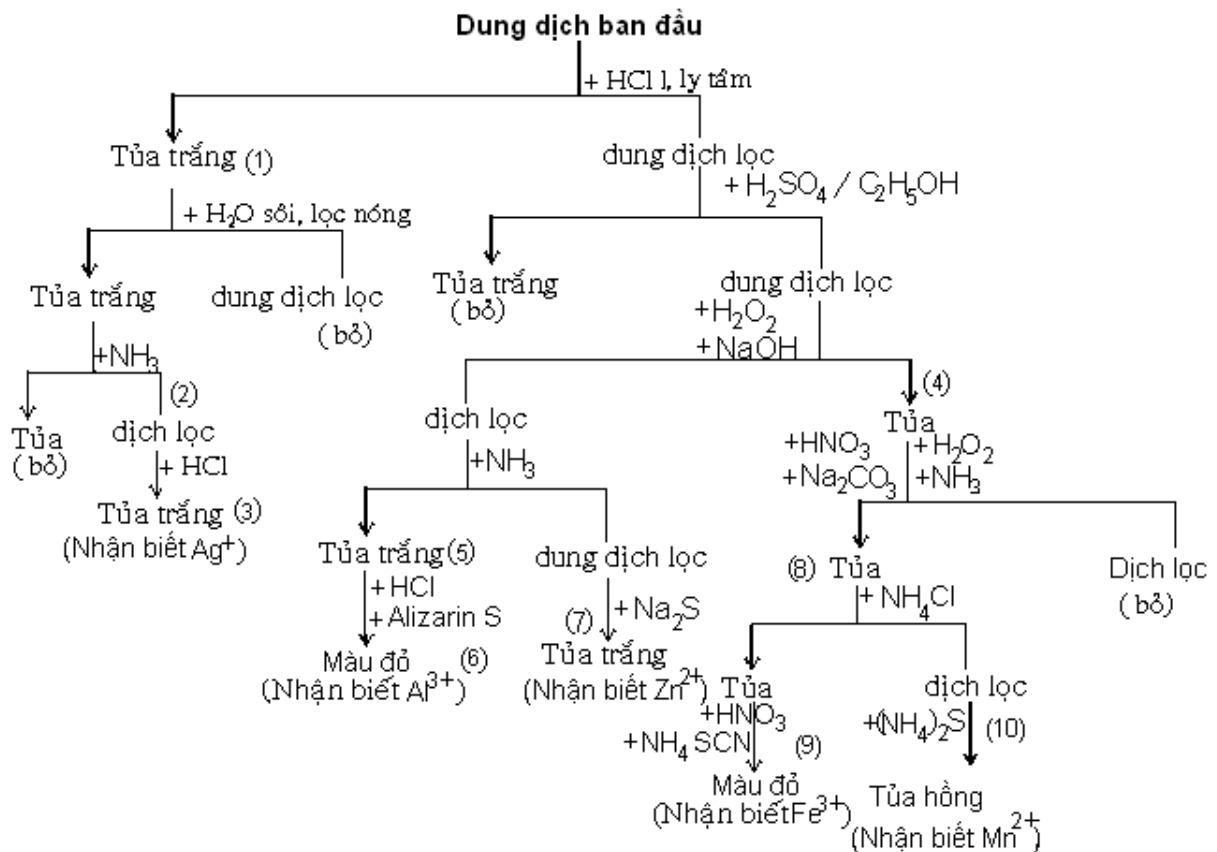
Câu 1: (2 điểm)

Một dung dịch chứa đồng thời các ion sau: Mn^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} ,
hãy:

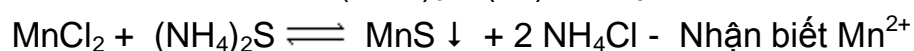
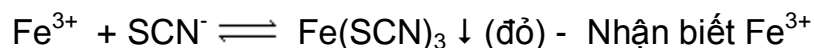
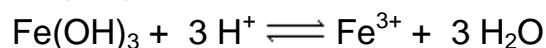
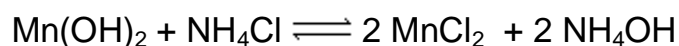
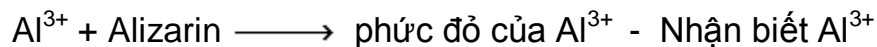
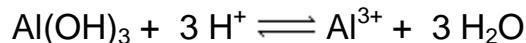
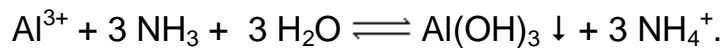
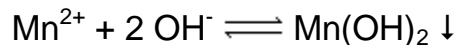
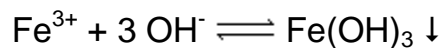
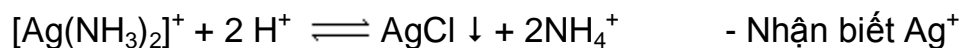
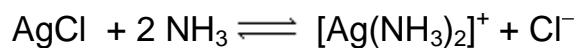
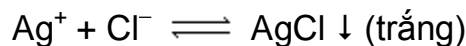
1. Vẽ sơ đồ dạng nhánh cây để phân tích hệ thống các ion này.
2. Viết các phương trình phản ứng minh họa các hiện tượng đã nêu.

Giải

1. Xây dựng quy trình phân tích theo dạng nhánh cây:



2. Các phản ứng xảy ra:



Câu 2: (2 điểm)

- Tính khối lượng tinh thể rắn $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($M=392$ đvC) 98% cân cân theo lý thuyết để pha được 200(mL) dung dịch (SO_4^{2-}) 10ppm (khối lượng riêng là $d=1,02$ g/mL). Giả sử trong dung dịch

điện ly hoàn toàn và không có các quá trình khác

2. Pha 200(mL) dung dịch KMnO_4 0,05N từ tinh thể rắn KMnO_4 ($M=158\text{đvC}$) có độ tinh khiết (97%).

Giải

$$1. \text{ Áp dụng công thức } m = V.C.d. \frac{M_{A_a B_b}}{a.M_{A^{b+}}} \cdot \frac{10^{-4}}{p} = 200.10.1,02. \frac{392.10^{-4}}{2.96.98} \approx$$

$$42,5.10^{-4} \text{ (g)} \approx 0,0043\text{(g)}$$

2. Vì dung dịch KMnO_4 chỉ được pha trong môi trường acid hoặc trung

$$\text{tính, nên: } m = \frac{V.C.M.}{z.p.10} \text{ (g)}$$

Đối với môi trường acid:

$$m = \frac{V.C.M.}{z.p.10} = \frac{200.0,05.158.}{5.97.10} \approx 0,3258\text{(g)}$$

Đối với môi trường trung tính hoặc baz:

$$m = \frac{V.C.M.}{z.p.10} = \frac{200.0,05.158.}{3.97.10} \approx 0,5429\text{(g)}$$

Câu 3: (2 điểm)

Để xác định hàm lượng Al^{3+} có trong một mẫu quặng Boxit, người ta tiến hành phương pháp phân tích khối lượng $m_0\text{(g)}$ mẫu đó, và chuyển về dạng Al(OH)_3 , sau đó nung thành Al_2O_3 nặng $m_1\text{(g)}$, thì qua 5 lần thí nghiệm được các giá trị cân như sau:

STN	1	2	3	4	5
$m_0\text{(g)}$	0,5124	0,5001	0,5204	0,5099	0,5112
$m_1\text{(g)}$	0,4981	0,4882	0,4996	0,4788	0,5019

Qua 5 lần thí nghiệm trên, tìm hàm lượng % của Al^{3+} có trong quặng, biết với xác suất tin cậy 0,95 thì:

STN (n=)	4	5	6	7
t	3,18	2,78	2,57	2,45
Q	0,77	0,64	0,56	0,51

Giải

Sơ đồ chuyển hoá: Mẫu (Al) \rightarrow $\text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

$$\text{Nên: } \% \text{Al}^{3+} = K. \frac{m_1}{m_0} \cdot 100 = \frac{2.27}{27.2+16.3} \frac{m_1}{m_0} \cdot 100 = 52,94. \frac{m_1}{m_0}$$

Ta được kết quả theo bảng sau:

STN	1	2	3	4	5
$m_0(\text{g})$	0,5124	0,5001	0,5204	0,5099	0,5112
$m_1(\text{g})$	0,4981	0,4882	0,4996	0,4788	0,5019
% Al	51,4637	51,6814	50,8251	49,7122	51,9780

Xác định dãy số thực:

$$49,7122 \quad 50,8251 \quad 51,4637 \quad 51,6814 \quad 51,9780$$

$$\text{Ta có: } Q(51,9780) = \frac{51,9780 - 51,6814}{51,9780 - 49,7122} = 0,1309 < Q_{\text{It}} = 0,64$$

$$Q(51,6814) = \frac{51,6814 - 51,4637}{51,9780 - 49,7122} = 0,096 < Q_{\text{It}} = 0,64$$

$$Q(51,4637) = \frac{51,4637 - 50,8251}{51,9780 - 49,7122} = 0,282 < Q_{\text{It}} = 0,64$$

$$Q(50,8251) = \frac{50,8251 - 49,7122}{51,9780 - 49,7122} = 0,491 < Q_{\text{It}} = 0,64$$

Nên dãy số liệu thu được không có sai số thô bạo

Xử lý số liệu ta được kết quả: GTTB của $\% \text{Al}^{3+} = 51,13208$

$$\text{Độ lệch chuẩn (S)} = 0,8996667$$

$$\text{Giá trị sai số thống kê } \varepsilon = \pm \frac{t.S}{\sqrt{n}} = \frac{2,78 \cdot 0,8996667}{\sqrt{5}} = \pm 1,118514$$

Do đó khoảng tin cậy (0,95) là: $\% \text{Fe} = 51,13208 \pm 1,118514$

$$\text{Hay: } 50,01\% \leq \% \text{Al} \leq 52,25\%$$

Câu 4: 2 điểm

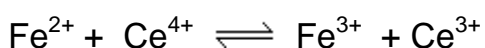
Thiết lập công thức tính thế điện cực E (v) khi chuẩn độ V_0 (ml) dung dịch $\text{Fe}^{2+} \text{C}_0^{\text{N}}$ bằng V (ml) dung dịch $\text{Ce}^{4+} \text{C}^{\text{N}}$ trong các trường hợp sau:

- Tổng quát khi chuẩn độ
- Trước xa điểm tương đương
- Tại điểm tương đương
- Sau xa điểm tương đương

Biết $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = +0,68$ (v), $E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^0 = +1,44$ (v)

Giải

Phản ứng chuẩn độ:



Khi chuẩn độ: $[Fe^{2+}] + [Fe^{2+}]^{\text{phản ứng}} = [Fe^{2+}]^{\text{pt}} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$

$$[Ce^{4+}] + [Ce^{4+}]^{\text{phản ứng}} = [Fe^{2+}]^{\text{pt}} = \frac{VC}{V_0 + V}$$

Nên: $[Ce^{4+}] - [Fe^{2+}] = \frac{VC - V_0 C_0}{V_0 + V}$

Đặt $\frac{V.C}{V_0 C_0} = F$: $([Ce^{4+}] - [Fe^{2+}]) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = F - 1$ (3)

Trước xa điểm tương đương:

$$[Ce^{4+}] \approx 0: (3) \Leftrightarrow [Fe^{2+}] = (1 - F) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

Mà (2) $[Fe^{2+}] + [Fe^{3+}] = [Fe^{2+}]^{\text{pt}} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$

$$\Leftrightarrow [Fe^{2+}] = (1 - F) ([Fe^{2+}] + [Fe^{3+}]) \Leftrightarrow \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{F}{1 - F}$$

Do đó: $E = \Delta E + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = 0,68 + 0,059 \lg \frac{F}{1 - F}$

Tại điểm tương đương: $F = 1$ và $[Fe^{2+}] = [Ce^{4+}]$

Nên: $E_1 = E_1^0 + 0,059 \lg \frac{[Ce^{4+}]}{[Ce^{3+}]} = E_{\text{td}}$

$$E_2 = E_2^0 + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = E_{\text{td}}$$

Do đó: $E_{\text{td}} = \frac{1,44 + 0,68}{2} = 1,06$

Sau xa điểm tương đương:

$$[Fe^{2+}] \approx 0: (3) \Leftrightarrow [Ce^{4+}] = (F - 1) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V} \quad (4)$$

Mà (1) $[Ce^{4+}] + [Ce^{3+}] = [Ce^{4+}]^{\text{pt}}$

$$[Fe^{2+}] + [Fe^{3+}] = [Fe^{2+}]^{\text{pt}} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

$$[Fe^{3+}] = [Ce^{3+}]$$

Nên: (4) $\Leftrightarrow \frac{[Ce^{4+}]}{[Ce^{3+}]} = F - 1$. Do đó: $E = \Delta E + 0,059 \lg \frac{[Ce^{4+}]}{[Ce^{3+}]}$

Vậy: $E = 1,44 + 0,059 \lg (F - 1)$

Câu 5: 2 điểm

Cho 50mL dung dịch CH_3COOH 0,1M được chuẩn bởi V (mL) dung dịch NaOH 0,1M

- Hãy xác định pH của dung dịch thu được khi chuẩn dung dịch NaOH với $V = 0 - 25 - 49 - 49,9 - 50 - 50,1 - 60$ (mL), biết $\text{p}K_a = 10^{-4,75}$
- Khi chuẩn với $V(\text{NaOH}) = 49,9$ (mL) thì sai số phép chuẩn là bao nhiêu?
- Tính sai số cho từng chỉ thị sau, từ đó nhận ra để phép chuẩn được chính xác, thì trong các chỉ thị sau, chỉ thị nào nên được sử dụng?

Chất chỉ thị	Khoảng pH	Sự biến đổi màu	
		Dạng acid	Dạng baz
Metyl vàng	2,9 – 4,0	Đỏ	Vàng
BromCresol lục	3,8 – 5,4	Vàng	Xanh biển
Clo phenol đỏ	4,8 – 6,4	Vàng	Đỏ
Alizarin	10 – 12	Vàng	Tím

Giải

- Áp dụng công thức tính:

$$([\text{H}^+] - [\text{OH}^-]) \cdot \frac{V_a + V_b}{C_a \cdot V_a} + \frac{[\text{H}^+]}{K_a + [\text{H}^+]} = 1 - F$$

V(mL)	pH
0	2,88
10	4,16
25	4,76
40	5,36
49	6,45
49,9	7,46
50	8,73
50,1	10,00
60	11,96
75	12,30

- Khi chuẩn độ với $V = 49,9(\text{mL})$ thì pH dung dịch là 7,46, nên: $[\text{H}^+] = 10^{-7,46}$ và $[\text{OH}^-] = 10^{-6,54}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$\Leftrightarrow S = (10^{-7,46} - 10^{-6,54}) \frac{0,1+0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-7,46}}{10^{-4,75} + 10^{-7,46}}$$

$$\approx -5,074 \cdot 10^{-6} + 0,001949 \approx 0,001949 = 0,195\%$$

c)

Chất chỉ thị	Khoảng pH	pT
Metyl vàng	2,9 – 4,0	3,45
BromCresol lục	3,8 – 5,4	4,6
Clo phenol đỏ	4,8 – 6,4	5,6
Alizarin	10 – 12	11

Với MY: pT = 3,45 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-3,45}$ và $[OH^-] = 10^{-10,55}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-3,45} - 10^{-10,55}) \frac{0,1+0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-3,45}}{10^{-4,75} + 10^{-3,45}}$$

$$\approx 0,007096 + 0,001949 \approx 0,009045 = 0,9045\%$$

Với B.C.L: pT = 4,6 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-4,6}$ và $[OH^-] = 10^{-9,4}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-4,6} - 10^{-9,4}) \frac{0,1+0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-4,6}}{10^{-4,75} + 10^{-4,6}}$$

$$\approx 0,000502 + 0,001949 \approx 0,002451 = 0,2451\%$$

Với Clophenol đỏ: pT = 5,6 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-5,6}$ và $[OH^-] = 10^{-8,4}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-5,6} - 10^{-8,4}) \frac{0,1+0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-5,6}}{10^{-4,75} + 10^{-5,6}}$$

$$\approx 0,000502 + 0,001949 \approx 0,002451 = 0,2451\%$$

Với Alizarin: pT = 11 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-11}$ và $[OH^-] = 10^{-3}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-11} - 10^{-3}) \frac{0,1 + 0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-7,46}}{10^{-4,75} + 10^{-7,46}} \approx 2,1949\%$$

Do đó có hai chỉ thị nên được sử dụng là Bromcrezol lục và clophenol đỏ.

ĐÁP ÁN ĐỀ SỐ 5

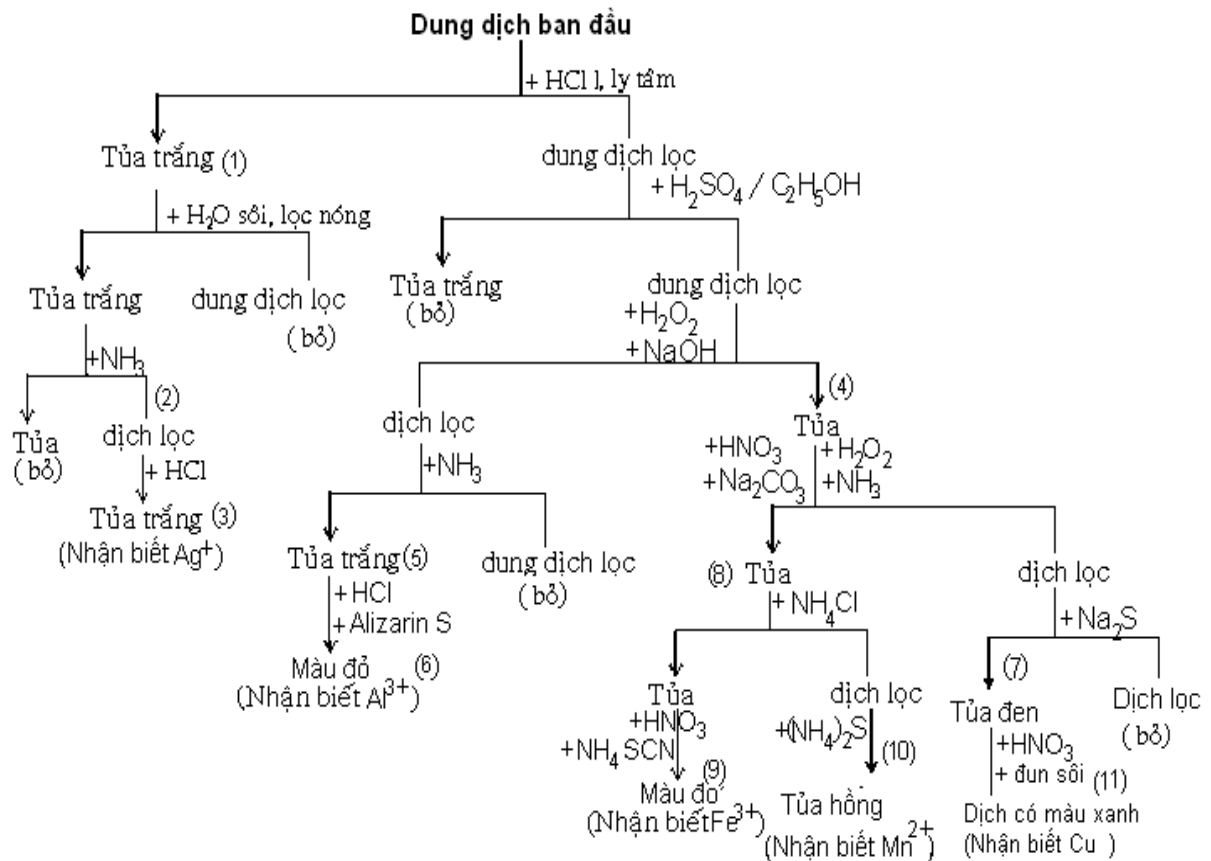
Câu 1: 2 điểm

Một dung dịch chứa đồng thời các ion sau: Mn^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , hãy:

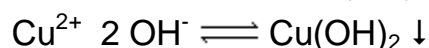
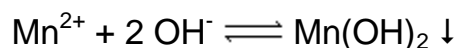
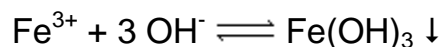
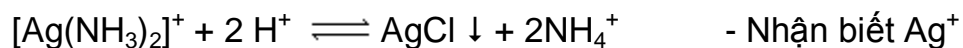
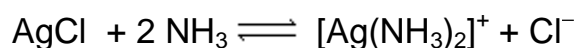
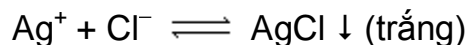
- Vẽ sơ đồ dạng nhánh cây để phân tích hệ thống các ion này.
- Viết các phương trình phản ứng các hiện tượng đã nêu.

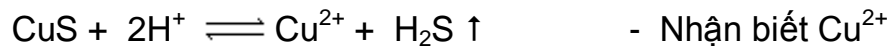
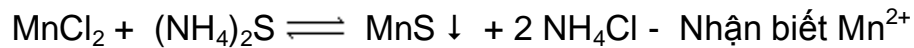
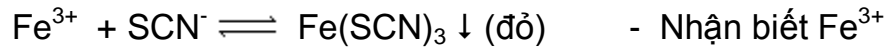
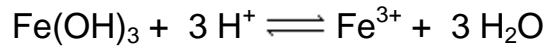
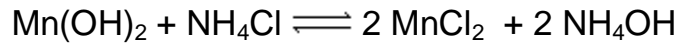
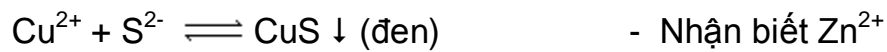
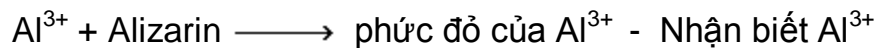
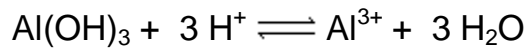
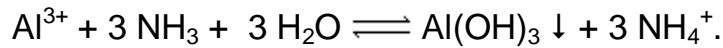
Giải

- Xây dựng quy trình phân tích theo dạng nhánh cây:



- Các phản ứng xảy ra:





Câu 2: 2 điểm

1. Pha 1(L) dung dịch $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 200ppm ($d = 1,12 \text{ g/mL}$) từ dung dịch $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 1% ($d_0 = 1,24 \text{ g/mL}$)
2. Tính khối lượng tinh thể rắn $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ ($M = 572 \text{ đvC}$) 97% để pha được 200(mL) dung dịch (SO_4^{2-}) 10ppm (khối lượng riêng là $d = 1,02 \text{ g/mL}$). Giả sử trong dung dịch điện ly hoàn toàn và không có các quá trình khác

Giải

1. Áp dụng công thức pha chế dung dịch: $V_0 = \frac{C_{\text{ppm}} \cdot V \cdot d}{d_0 \cdot C\%} \cdot 10^{-4}$, thì thể

tích dung dịch $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 1% cần lấy là:

$$V_0 = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,12}{1,24 \cdot 1} \cdot 10^{-4} \approx 180645,16 \cdot 10^{-4} \approx \mathbf{18,06 \text{ (mL)}}$$

2. Áp dụng công thức:

$$m = V \cdot C \cdot d \cdot \frac{M_{A_a B_b}}{a \cdot M_{A^{b+}}} \cdot \frac{10^{-4}}{p} = 200 \cdot 10 \cdot 1,02 \cdot \frac{572 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 96 \cdot 98} \approx 62,65 \cdot 10^{-4} \text{ (g)}$$

$$\approx \mathbf{0,0063 \text{ (g)}}$$

Câu 3: 2 điểm

Để xác định hàm lượng Fe^{3+} có trong một mẫu quặng Pyrit, người ta tiến hành phương pháp phân tích khối lượng $m_0 \text{ (g)}$ mẫu đó, và chuyển về dạng $\text{Fe}(\text{OH})_3$, sau đó nung thành Fe_2O_3 nặng $m_1 \text{ (g)}$, thì qua 5 lần thí nghiệm được các giá trị cân như sau:

STN	1	2	3	4	5
$m_0 \text{ (g)}$	0,5124	0,5001	0,5204	0,5099	0,5112
$m_1 \text{ (g)}$	0,4981	0,4882	0,4996	0,4788	0,5019

Qua 5 lần thí nghiệm trên, tìm hàm lượng % của Al^{3+} có trong quặng,

biết với xác suất tin cậy 0,95 thì:

STN (n=)	4	5	6	7
t	3,18	2,78	2,57	2,45
Q	0,77	0,64	0,56	0,51

Giải

Sơ đồ chuyển hoá: Mẫu (Fe) \rightarrow Fe(OH)₃ \rightarrow Fe₂O₃

$$\text{Nên: } \% \text{Fe}^{3+} = K \cdot \frac{m_1}{m_0} \cdot 100 = \frac{2.56}{56.2 + 16.3} \frac{m_1}{m_0} \cdot 100 = 0,7 \cdot \frac{m_1}{m_0}$$

Ta được kết quả theo bảng sau:

STN	1	2	3	4	5
m ₀ (g)	0,5124	0,5001	0,5204	0,5099	0,5112
m ₁ (g)	0,4981	0,4882	0,4996	0,4788	0,5019
% Fe	68,0464	68,3343	67,2021	65,7305	68,7265

Xác định dãy số thực:

65,7305 67,2021 68,0464 68,3343 68,7265

Ta có:

$$Q(68,7265) = \frac{68,7265 - 68,3343}{68,7265 - 65,7305} = 0,1309 < Q_{It} = 0,64$$

$$Q(68,3343) = \frac{68,3343 - 68,0464}{68,7265 - 65,7305} = 0,096 < Q_{It} = 0,64$$

$$Q(68,0464) = \frac{68,0464 - 67,2021}{68,7265 - 65,7305} = 0,282 < Q_{It} = 0,64$$

$$Q(67,2021) = \frac{67,2021 - 65,7305}{68,7265 - 65,7305} = 0,491 < Q_{It} = 0,64$$

Nên dãy số liệu thu được không có sai số thô bạo

Xử lý số liệu ta được kết quả: GTTB của %Fe³⁺ = 67,60788

Độ lệch chuẩn (S) = 1,1895544

$$\text{Giá trị sai số thống kê } \varepsilon = \pm \frac{t.S}{\sqrt{n}} = \frac{2,78.1,1895544}{\sqrt{5}} = \pm 1,47891$$

Do đó khoảng tin cậy (0,95) là: % Fe = 67,60788 \pm 1,47891

Hay: 66,13 % \leq %Fe \leq 69,09 %

Câu 4: 2 điểm

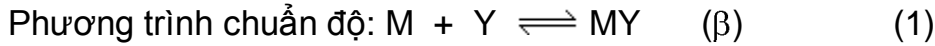
Thiết lập công thức tính pMg khi chuẩn độ V₀ (ml) dung dịch Mg²⁺ C₀^N bằng V (ml) dung dịch EDTA C^N trong các trường hợp sau:

- Tổng quát khi chuẩn độ
- Trước xa điểm tương đương

- c) Tại điểm tương đương
 d) Sau xa điểm tương đương

Giả sử rằng Mg có khả năng tạo phức với EDTA và hydroxyt, EDTA là acid đa chức phân ly bốn nấc, hằng số bền điều kiện của phức giữa M và EDTA lớn.

Giải



$$\text{Khi tiến hành chuẩn độ: } [M] + [M]_{\text{ph}} = [M]_{\text{bđ}} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V} \quad (2)$$

$$[Y] + [Y]_{\text{ph}} = [Y]_{\text{bđ}} = \frac{V C}{V_0 + V} \quad (3)$$

$$\Leftrightarrow [M] - [Y] = \frac{V_0 C_0 - V \cdot C}{V_0 + V} \quad (4)$$

$$\text{Mà: } [M]_{\text{ph}} = [Y]_{\text{ph}} = [MY]$$

$$\text{Từ (1): } [Y] = \frac{[MY]}{\beta \cdot [M]} \Leftrightarrow [Y] = \frac{\frac{V_0 \cdot C_0}{V_0 + V} - [M]}{\beta \cdot [M]}$$

$$\text{Do đó (4) } \Leftrightarrow \left([M] - \frac{\frac{V_0 \cdot C_0}{V_0 + V} - [M]}{\beta \cdot [M]} \right) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = \left(\frac{V_0 C_0 - V \cdot C}{V_0 + V} \right) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0}$$

$$\Leftrightarrow \left([M] - \frac{\frac{V_0 \cdot C_0}{V_0 + V} - [M]}{\beta \cdot [M]} \right) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = 1 - F \quad (5)$$

Trước xa điểm tương đương: giả sử β rất lớn, $[Y] \ll [M]$

$$\text{Phương trình (4) viết lại: } [M] = (1 - F) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

Tại điểm tương đương : ($F = 1$)

$$\text{Phương trình (5) viết lại: } \beta \cdot [M]^2 + [M] - \frac{V_0 C_0}{V_0 + V} = 0$$

Tại sát điểm tương đương : $[M] \approx [Y]$

Tiến hành giải phương trình bậc 2 theo $[M]$ ở (5) tìm được $[M]$

Tại sau xa điểm tương đương: $[M] \ll [Y]$

$$(5) \Leftrightarrow \frac{\frac{V_0 \cdot C_0}{V_0 + V} - [M]}{\beta \cdot [M]} = (F - 1) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

Câu 5: 2 điểm

Cho 50mL dung dịch CH_3COOH 0,001M được chuẩn bởi V (mL) dung dịch NaOH 0,001M

- Hãy xác định pH của dung dịch thu được khi chuẩn dung dịch NaOH với $V = 0 - 25 - 49 - 49,9 - 50 - 50,1 - 60$ (mL), biết $\text{p}K_a = 10^{-4,75}$
- Khi chuẩn với $V(\text{NaOH}) = 49,9$ (mL) thì sai số phép chuẩn là bao nhiêu?
- Tính sai số cho từng chỉ thị sau, từ đó nhận ra để phép chuẩn được chính xác, thì trong các chỉ thị sau, chỉ thị nào nên được sử dụng?

Chất chỉ thị	Khoảng pH	Sự biến đổi màu	
		Dạng acid	Dạng baz
Metyl vàng	2,9 – 4,0	Đỏ	Vàng
BromCresol lục	3,8 – 5,4	Vàng	Xanh biển
Clo phenol đỏ	4,8 – 6,4	Vàng	Đỏ
Alizarin	10 – 12	Vàng	Tím

Giải

- Áp dụng công thức tính:

$$([\text{H}^+] - [\text{OH}^-]) \cdot \frac{V_a + V_b}{C_a \cdot V_a} + \frac{[\text{H}^+]}{K_a + [\text{H}^+]} = 1 - F$$

V(mL)	pH
0	3,91
10	4,30
25	4,80
40	5,38
49	6,45
49,9	7,46
50	7,73
50,1	8,00
60	9,96
75	10,30

- Khi chuẩn độ với $V = 49,9$ (mL) thì pH dung dịch là 7,46, nên:
 $[\text{H}^+] = 10^{-7,46}$ và $[\text{OH}^-] = 10^{-6,54}$,

$$\text{Nên } S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$\Leftrightarrow S = (10^{-7,46} - 10^{-6,54}) \frac{0,1 + 0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-7,46}}{10^{-4,75} + 10^{-7,46}}$$

$$\approx -5,074 \cdot 10^{-6} + 0,001949 \approx 0,001949 = 0,195\%$$

c)

Chất chỉ thị	Khoảng pH	pT
Metyl vàng	2,9 – 4,0	3,45
BromCresol lục	3,8 – 5,4	4,6
Clo phenol đỏ	4,8 – 6,4	5,6
Alizarin	10 – 12	11

Với MY: pT = 3,45 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-3,45}$ và $[OH^-] = 10^{-10,55}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-3,45} - 10^{-10,55}) \frac{0,001 + 0,001}{0,001 \cdot 0,001} + \frac{10^{-3,45}}{10^{-4,75} + 10^{-3,45}}$$

$$\approx 0,7096 + 0,001949 \approx 0,71155 \approx 71,16\%$$

Với B.C.L: pT = 4,6 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-4,6}$ và $[OH^-] = 10^{-9,4}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-4,6} - 10^{-9,4}) \frac{0,1 + 0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-4,6}}{10^{-4,75} + 10^{-4,6}}$$

$$\approx 0,0502 + 0,001949 \approx 0,052149 \approx 5,21\%$$

Với Clophenol đỏ: pT = 5,6 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-5,6}$ và $[OH^-] = 10^{-8,4}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-5,6} - 10^{-8,4}) \frac{0,1 + 0,1}{0,1 \cdot 0,1} + \frac{10^{-5,6}}{10^{-4,75} + 10^{-5,6}}$$

$$\approx 0,0502 + 0,001949 \approx 0,052149 \approx 5,21\%$$

Với Alizarin: pT = 11 $\Leftrightarrow [H^+] = 10^{-11}$ và $[OH^-] = 10^{-3}$, nên:

$$S = ([H^+] - [OH^-]) \cdot \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} + \frac{[H^+]}{K_a + [H^+]}$$

$$= (10^{-11} - 10^{-3}) \frac{0,1+0,1}{0,1.0,1} + \frac{10^{-7,46}}{10^{-4,75} + 10^{-7,46}} \approx 200,20 \%$$

Do đó có hai chỉ thị nên được sử dụng là Bromcrezol lục và clophenol đỏ

ĐÁP ÁN ĐỀ SỐ 6

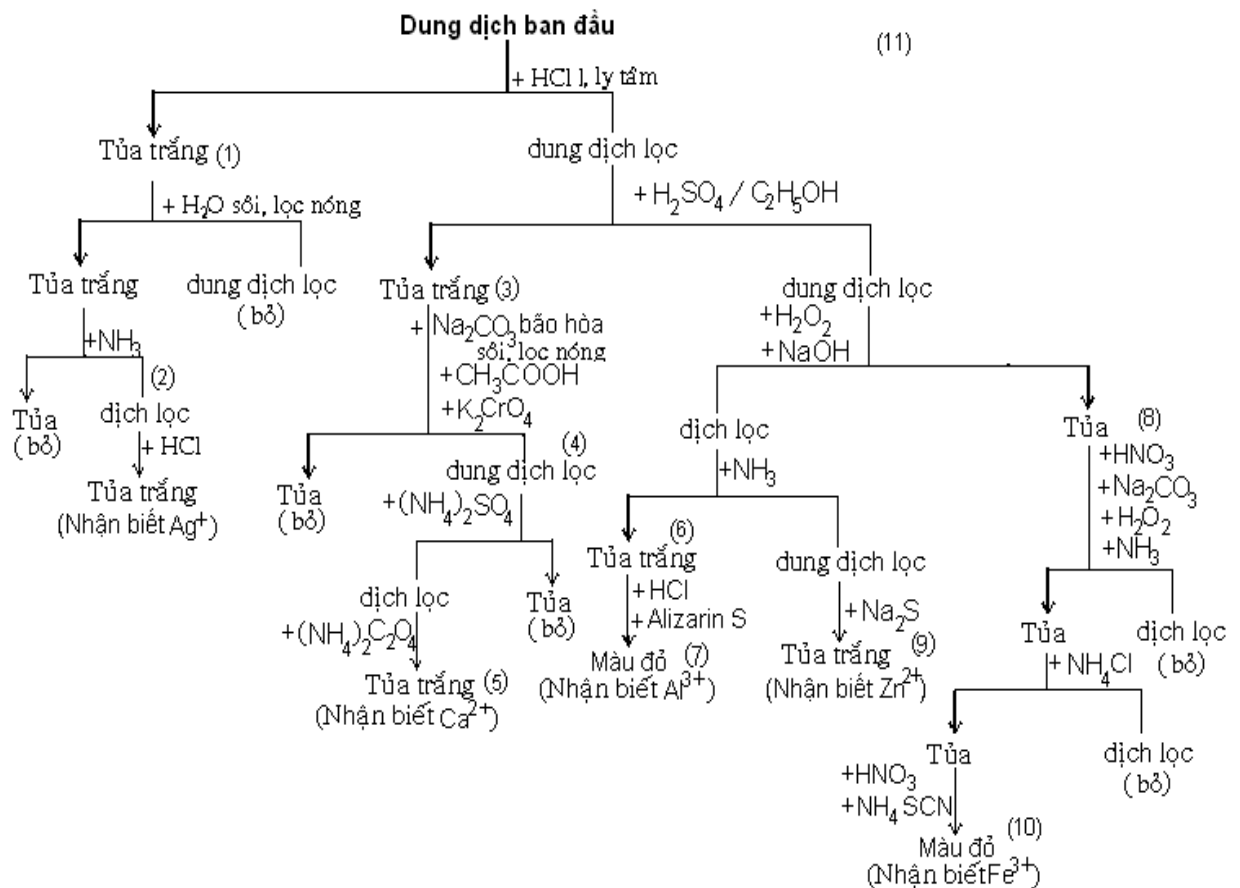
Câu 1: 2 điểm

Một dung dịch chứa đồng thời các ion sau: Fe^{3+} , Ca^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} , Al^{3+} ,
hãy:

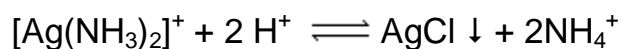
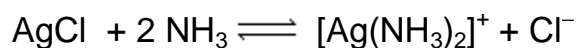
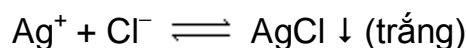
- Vẽ sơ đồ dạng nhánh cây để phân tích hệ thống các ion này.
- Viết các phương trình phản ứng các hiện tượng đã nêu.

Giải

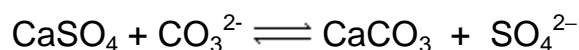
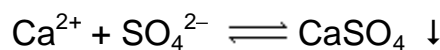
1.

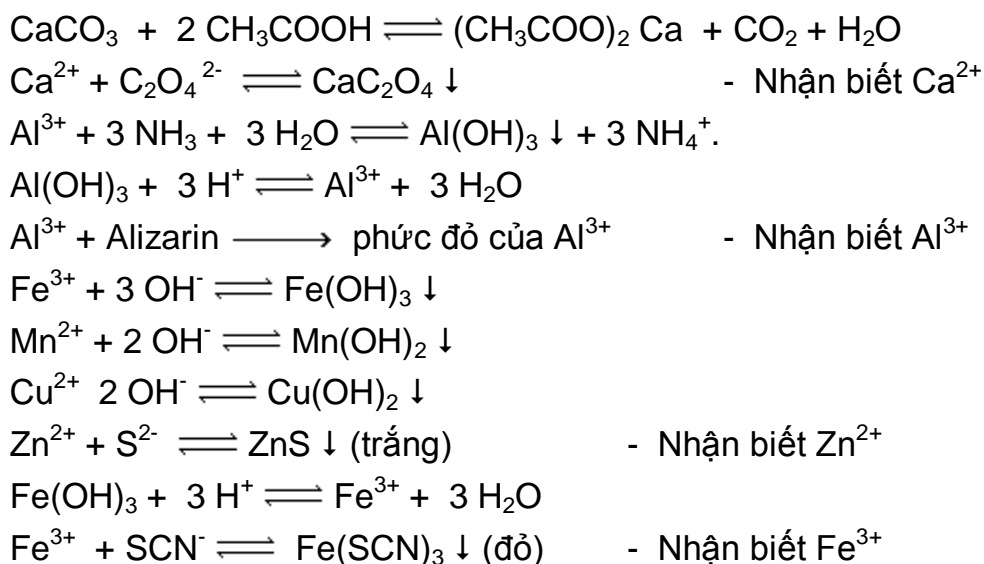


2. Các phản ứng xảy ra:



- Nhận biết Ag^+





Câu 2: 2 điểm

1. Pha 500(mL) dung dịch $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 20ppm ($d = 1,12 \text{ g/mL}$) từ dung dịch $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 5% ($d = 1,24 \text{ g/mL}$)
2. Tính khối lượng tinh thể rắn $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ ($M = 572 \text{ đvC}$) 97% để pha được 200(mL) dung dịch (NH_4^+) 10ppm (khối lượng riêng là $d = 1,02 \text{ g/mL}$). Giả sử trong dung dịch điện ly hoàn toàn và không có các quá trình khác

Giải

1. Áp dụng công thức pha chế dung dịch:

$$V_0 = \frac{\text{C}_{\text{ppm}} \cdot V \cdot d}{d_0 \cdot C\%} \cdot 10^{-4},$$

Thì thể tích dung dịch $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 5% cần lấy là:

$$V_0 = \frac{500 \cdot 20 \cdot 1,12}{1,24 \cdot 5} \cdot 10^{-4} \approx 1806,45 \cdot 10^{-4} \approx 0,1806(\text{mL})$$

2. Áp dụng công thức:

$$m = V \cdot C \cdot d \cdot \frac{M_{A_a B_b}}{a \cdot M_{A^{b+}}} \cdot \frac{10^{-4}}{p} = 200 \cdot 10 \cdot 1,02 \cdot \frac{572 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 18 \cdot 97} \approx 334,16 \cdot 10^{-4} (\text{g})$$

$$\approx 0,0334(\text{g})$$

Câu 3: 2 điểm

Hút 5 ml dung dịch mẫu Al^{3+} C_x (chỉnh mẫu về pH = 5 bằng cách cho NH_4OH vào) + 5ml đệm pH = 5,5 + 10 ml dung dịch EDTA 0,1N + 3 giọt chỉ thị axit Sunfosalicilic, làm 5 mẫu trong 5 bình nón 250ml

Chuẩn độ bằng dung dịch Fe^{3+} 0,1N cho đến khi dung dịch chuyển từ không màu sang nâu thì đo được thể tích dung dịch Fe^{3+} là $V_0(\text{mL})$, theo kết quả:

Mẫu số	1	2	3	4	5
V_0 (mL)	9,8	9,7	9,7	9,6	9,8

Với độ tin cậy 95% hãy tính nồng độ C_x của ion Al^{3+} có trong mẫu ban đầu.

Số thí nghiệm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	12,7	4,3	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,23
Q	1,22	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41

Giả sử các dung dịch đều có khối lượng riêng $d = 1$ g/mL

Giải

Ta có: số đương lượng của Al^{3+} = số đương lượng của EDTA phản ứng
= số đương lượng của EDTA ban đầu – số đương lượng của EDTA dư = số
đương lượng của EDTA ban đầu - số đương lượng của Fe^{3+} $\Leftrightarrow 5. C_x = (10 - V_0). 0,1$

$$\Leftrightarrow C_x = (10 - V_0). \frac{0,1}{5} . V_0 = 0,02. (10 - V_0).$$

Mẫu số	1	2	3	4	5
$C_x. 10^3$	8	6	6	4	8

Với $\gamma = 95\%$, $n = 5$ thì: $Q_{Lth} = 0,64$ và $t = 2,78$: dãy số viết lại là:

4	4	6	6	8
---	---	---	---	---

Kiểm tra sai số thô bạo: $C_x(8) = \frac{8-6}{8-4} = 0,5 < Q_{Lth}.$

$$C_x(6) = \frac{6-4}{8-4} = 0,5 < Q_{Lth}.$$

Vậy dãy số này không có sai số thô bạo, hay dãy số thực nghiệm được tính

Số liệu thu được:

Hàm lượng Al^{3+} TBình = $5,6. 10^{-3}$ M.

Phương sai mẫu = $1,67332. 10^{-3}$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{t.S}{\sqrt{n}} = \frac{2,78.0,00167332}{\sqrt{5}} = 2,08. 10^{-3}.$$

Vậy hàm lượng (g/L) của Al^{3+} = $(5,6 \pm 2,08). 10^{-3}$ M.

Hay: $0,00352 \text{ M} \leq C_x (Al^{3+}) \leq 0,00768 \text{ M}$

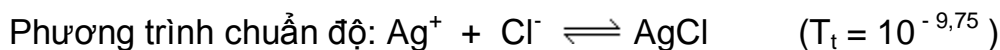
Câu 4: 2 điểm

Thiết lập công thức tính pAg khi chuẩn độ V_0 (ml) dung dịch Cl^- C_0^N bằng V (ml) dung dịch Ag^+ C^N trong các trường hợp sau:

a) Tổng quát khi chuẩn độ

- b) Trước xa điểm tương đương
- c) Tại điểm tương đương
- d) Sau xa điểm tương đương

Giải



a) Khi chuẩn độ: $[\text{Ag}^+] + [\text{Ag}^+]_{\text{pu}} = \frac{VC}{V_0 + V}$

$$[\text{Cl}^-] + [\text{Cl}^-]_{\text{pu}} = \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

$$\Leftrightarrow [\text{Cl}^-] - [\text{Ag}^+] = \frac{V_0 C_0 - V.C}{V_0 + V} \quad (\text{đặt } \frac{V.C}{V_0 C_0} = F)$$

$$\Leftrightarrow ([\text{Cl}^-] - [\text{Ag}^+]) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = 1 - F \quad (1)$$

- b) Trước điểm tương đương: ($0 < F < 1$) $[\text{Ag}^+]$ quá nhỏ Nên:

$$(1): \quad [\text{Cl}^-] \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = 1 - F \quad \Leftrightarrow \frac{T_t}{[\text{Ag}^+]} \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = 1 - F$$

$$\Leftrightarrow [\text{Ag}^+] = \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} \frac{T_t}{(1 - F)}$$

- c) Tại điểm tương đương: ($F = 1$) lúc này $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$

$$\Rightarrow [\text{Cl}^-] = \frac{T_t}{[\text{Ag}^+]} = \sqrt{T_t} \Rightarrow \text{pAg} = -\frac{1}{2} \lg T_t$$

Trước sát điểm tương đương: ($F \approx 1$) dung dịch có $[\text{Ag}^+] \approx [\text{Cl}^-]$

$$(1) \Leftrightarrow ([\text{Ag}^+] - \frac{T_t}{[\text{Ag}^+]}) \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = F - 1$$

Giải Phương trình bậc 2 theo $[\text{Ag}^+]$

- d) Sau xa điểm tương đương : ($F > 1$) dung dịch có nồng độ $[\text{Cl}^-]$ quá bé.

$$(1) \Leftrightarrow [\text{Ag}^+] \frac{V_0 + V}{V_0 C_0} = F - 1 \Rightarrow [\text{Ag}^+] = (F - 1) \frac{V_0 C_0}{V_0 + V}$$

Sau khi tính được $[\text{Ag}^+]$ thì chuyển logarit để tính được pAg. Từ giá trị pAg và V (Ag^+) xây dựng được đường cong chuẩn độ tạo tựa theo phương pháp bậc.

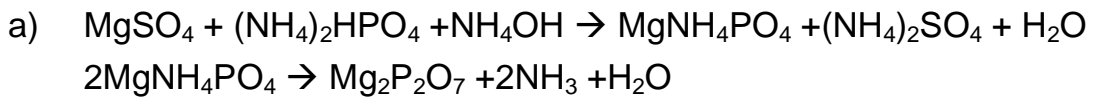
Câu 5: 2 điểm

Cân 0,1982 (g) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($p = 98\%$), cho vào chén nung, thêm 3ml HCl 1:1 + 40ml nước cất + 2 giọt MR 0.1% + 15ml $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0,1N. Đun nhẹ

dung dịch ở 40 - 45 °C. Thêm 2ml NH₃ đặc cho đến khi dung dịch hóa vàng. Để nguội hẳn thêm tiếp 5ml NH₃ đặc. Đun cách thủy 30 phút. Tiến hành lọc nóng qua giấy lọc băng xanh với kỹ thuật lọc gạn (bằng cách dùng dung dịch NH₃ 1:10 rửa kết tủa cho đến hết ion Cl⁻, thử bằng AgNO₃). Tiếp tục rửa kết tủa 2 lần, mỗi lần 5ml NH₄NO₃ 0,05N. Chuyển giấy lọc chứa kết tủa vào chén nung, tro hóa chén mẫu trên bếp điện đến khi giấy lọc hóa đen, chuyển vào lò nung đã chỉnh tới nhiệt độ 850°C, nung khoảng 40 phút (tới khi kết tủa trắng), lấy ra để bình hút ẩm 5 phút, cân được phần rắn là 0,0725(g).

- a) Viết các phương trình phản ứng xảy ra.
- b) Cho biết vai trò của HCl 1:1, MR, (NH₄)₂HPO₄, NH₃
- b) Tính hàm lượng của MgSO₄ có trong mẫu.

Giải



- b) HCl 1:1 để axit hoá mẫu.

MR để dễ dàng nhận biết môi trường.

(NH₄)₂HPO₄ để tạo tủa với Mg.

NH₃ để tạo môi trường kiềm cho phản ứng xảy ra.

- c) Chất rắn thu được cuối cùng là Mg₂P₂O₇

Sơ đồ chuyển hoá mẫu (MgSO₄.7H₂O) → MgNH₄PO₄ → Mg₂P₂O₇.

$$\text{Nên } \%MgSO_4 = K \cdot \frac{m_1}{m_0} \cdot 100 = \frac{2.246}{222} \cdot \frac{0,0725}{0,1982 \cdot 0,98} \cdot 100 = 82,72(\%)$$

ĐÁP ÁN ĐỀ TRẮC NGHIỆM

- 1a - 2b - 3d - 4d - 5a - 6c - 7b - 8c - 9b - 10b - 11d - 12d -
 13a - 14b - 15b - 16a - 17d - 18a - 19d - 20a - 21a - 22a - 23d
 - 24d - 25d - 26b

HƯỚNG DẪN GIẢI ĐỀ TRẮC NGHIỆM

1. Để pha chế 100ml dung dịch $C_2H_2O_4$ 0,1M, thì:
- Cần bao nhiêu gam lượng tinh thể $C_2H_2O_4 \cdot 7 H_2O$ và lượng H_2O
 - Cần bao nhiêu gam lượng dung dịch $C_2H_2O_4$ 20% ($d = 1,24g/ml$) và lượng H_2O

Giải

a) Số mol của $H_2C_2O_4 \cdot 7 H_2O =$ số mol của $H_2C_2O_4 = \frac{m}{216}$

Mà số mol của $H_2C_2O_4$ trong dung dịch là $0,1 \cdot 0,1 = 10^{-2}$.

Nên: $\frac{m}{216} = 10^{-2} \Leftrightarrow m = 2,16(g)$

Theo phép gần đúng, lượng chất tan coi như không đáng kể thì lượng H_2O cần cho thêm vào là 100 (ml)

b) Số mol của $H_2C_2O_4$ 20% = $\frac{m \cdot 20}{100 \cdot 90}$

Mà số mol của $H_2C_2O_4$ trong dung dịch là $0,1 \cdot 0,1 = 10^{-2}$.

Nên: $\frac{m \cdot 20}{100 \cdot 90} = 10^{-2} \Leftrightarrow m = 4,5 (g)$

$\Rightarrow V (H_2C_2O_4 \text{ 20\%}) = \frac{4,5}{1,24} = 3,63(ml)$

Do đó lượng H_2O cần thêm vào là: $100 - 3,63 = 96,37 (ml)$

2.

- Cần bao nhiêu (g) muối $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ($M=392,14$) 98% theo lý thuyết để pha thành 80(g) dung dịch muối $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 5%.
- Tính khối lượng tinh thể $KMnO_4$ 98% theo lý thuyết để pha 500ml dung dịch $KMnO_4$ 0,05N.

Giải

a) Theo đề số mol của $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 50% = $\frac{80 \cdot 50}{100 \cdot 192} = 0,2083 (mol)$

Nên số mol của $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O = 0,2083 \Rightarrow$ khối lượng của nó là: $0,2083 \cdot 392,14 = 81,6958 (g)$.

Do đó khối lượng cần cân là: $81,6958 \cdot \frac{100}{98} = 83,363(g)$

b) Theo đề số đương lượng gam của $KMnO_4$ 0,05N = $0,5 \cdot 0,005 = 0,0025$.

Nên số đương lượng gam của tinh thể cũng là 0,0025

Do đó: Khối lượng tinh thể $KMnO_4$ là: $0,0025 \cdot \frac{158}{3} = 0,1317 (g)$

$$\Rightarrow \text{Khối lượng tinh thể cần lấy là: } 0,1317 \cdot \frac{100}{98} = 0,1344(\text{g})$$

3. Tính thể tích nước cất cần pha vào:

- 100mL dung dịch HCl 20% ($d = 1,1\text{g/mL}$) để thu được dung dịch có nồng độ 5%
- 100g dung dịch H_2SO_4 20% ($d = 1,12\text{g/mL}$) để thu được dung dịch có nồng độ 5%
- 100g dung dịch NH_3 2M (có $d = 1,14\text{g/mL}$) để thu được dung dịch có nồng độ 1,5M

Giải

a. Khối lượng dung dịch HCl 20% là $V \cdot d = 100 \cdot 1,1 = 110(\text{g})$

Áp dụng quy tắc chéo ta có được tỷ lệ:

$$\frac{110}{m} = \frac{5}{20-5} \Leftrightarrow m = 330(\text{g}) \text{ hay thể tích H}_2\text{O cần thêm là } 330(\text{mL})$$

b. Áp dụng quy tắc chéo ta có được tỷ lệ:

$$\frac{100}{m} = \frac{5}{20-5} \Leftrightarrow m = 300(\text{g}) \text{ hay thể tích H}_2\text{O cần thêm là } 300(\text{mL})$$

c. Thể tích dung dịch NH_3 2M là $\frac{100}{1,14} = 87,72 (\text{mL})$

Áp dụng quy tắc chéo ta có được tỷ lệ:

$$\frac{87,72}{V} = \frac{1,5}{2-1,5} \Leftrightarrow V = 29,24 \text{ hay thể tích H}_2\text{O cần thêm là } 29,24(\text{mL})$$

4. Hoà tan 0,2g quặng thành dung dịch (A) chứa Fe^{3+} . Hỏi cần phải dùng bao nhiêu mL dung dịch NH_3 1,89% ($d = 0,99\text{g/mL}$) để kết tủa hoàn toàn Fe^{3+} . Biết trong quặng có chứa đến 30% Fe

Giải

Khối lượng Fe trong quặng = $0,2 \cdot 0,3 = 0,06\text{g Fe}$

Phản ứng tạo tủa: $\text{Fe}^{3+} + 3 \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{NH}_4^+$

Thì số mol của Fe là $\frac{0,06}{56} \Rightarrow$ số mol của $\text{NH}_3 = 3 \cdot \frac{0,06}{56}$

\Rightarrow Thể tích của dung dịch NH_3 là $3 \cdot \frac{0,06}{56} \cdot \frac{17}{1,89} \cdot \frac{1}{0,99} \cdot 100 \approx 2,92 (\text{mL})$

5. Từ 0,4154g đá vôi có hàm lượng CaO là 43%, được chuyển hoá thành 250mL, rồi làm kết tủa hoàn toàn lượng Ca^{2+} bằng $m(\text{g})$ dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 4%. Biết tích số tan của CaC_2O_4 là $1,78 \cdot 10^{-9}$. Tìm m , nếu lượng Ca^{2+} coi như kết tủa hoàn toàn nếu trong dung dịch hàm lượng $[\text{CaC}_2\text{O}_4] \leq 10^{-4} \text{g/L}$

Giải

Để kết tủa hoàn toàn lượng CaC_2O_4 thì CaC_2O_4 trong dung dịch phải có

hàm lượng $\leq 10^{-4}$ g/L \Leftrightarrow lượng $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ cho vào đủ với Ca^{2+} , tức (A) gồm 2 lượng:

- (A) tạo được CaC_2O_4 kết tủa
- (A) tan tạo CaC_2O_4 dư đủ để tan ($\leq 10^{-4}$ g/L)

Do đó: số mol của Ca^{2+} ban đầu = $\frac{0,4154 \cdot 0,43}{56} = 3,189 \cdot 10^{-3}$.

\Rightarrow số mol của (A) = số mol của Ca^{2+} thì khối lượng $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 = 3,189 \cdot 10^{-3} \cdot 124 = 0,395\text{g} \Rightarrow$ khối lượng dung dịch (A) để có tủa là $\frac{0,395}{4} \cdot 100 = 9,875(\text{g})$

Và: lượng CaC_2O_4 có dư thì phải $\leq 10^{-4}$ g/L

\Rightarrow khối lượng CaC_2O_4 dư $\leq (V + 0,25) 10^{-4}$ g/L (V là lượng (A) bỏ vào)

\Rightarrow số mol của Ca^{2+} dư = $\frac{(V + 0,25) \cdot 10^{-4}}{128 \cdot 0,25}$

$\Rightarrow [\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \text{ dư}] = \frac{T}{[\text{Ca}^{2+}]} = \frac{1,78 \cdot 10^{-9} \cdot 128 \cdot 0,25}{(V + 0,25) \cdot 10^{-4}}$

Nên khối lượng (A) tan = $\frac{1,78 \cdot 10^{-9} \cdot 128 \cdot 0,25}{(V + 0,25) \cdot 10^{-4}} \cdot (V + 0,25) \cdot 124 = 0,0763$ (g)

Do đó: khối lượng dung dịch (A) (để tan) = $\frac{0,07063}{4} \cdot 100 = 1,76(\text{g})$

Vậy khối lượng dung dịch (A) ban đầu là $1,76 + 9,875 = 11,635$ (g)

6.

- a/ Tính pH dung dịch thu được khi pha trộn 100 ml NaOH 0,1 N và 50 ml NH_4OH 0,1 N ($K_b = 1,78 \cdot 10^{-5}$)
- b/ Tính pH dung dịch thu được khi pha trộn 100 ml HCl 0,1 N và 100 ml NaOH 0,1 N và 100ml Na_2SO_4 0,2M

Giải

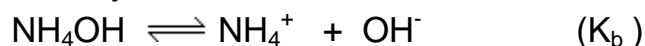
a) Theo cách giải gần đúng:

Vì tính baz của NaOH lớn hơn rất nhiều so với NH_4OH , nên pH trong dung dịch cũng là pH của NaOH, do đó:

$$[\text{OH}^-] = 0,1\text{N} \Leftrightarrow \text{pOH} = 1 \Leftrightarrow \text{pH} = 13$$

Theo cách giải chính xác:

Trong dung dịch có sự điện ly của NH_4OH :



$$\text{Nồng độ ban đầu:} \quad \frac{50 \cdot 0,1}{100 + 50} \qquad \frac{100 \cdot 0,1}{100 + 50}$$

$$\text{Nồng độ cân bằng} \quad : \frac{50 \cdot 0,1}{100 + 50} - x \qquad x \qquad x + \frac{100 \cdot 0,1}{100 + 50}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x(\frac{1}{15} + x)}{(\frac{1}{30} - x)} \Leftrightarrow x^2 + (\frac{1}{15} + 1,78 \cdot 10^{-5})x - \frac{1}{30} \cdot 1,78 \cdot 10^{-5} = 0$$

$$1,78 \cdot 10^{-5} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 7,958 \cdot 10^{-4}$

$$\Rightarrow pOH = 1,17$$

Vậy: trong dung dịch thu được $pH = 12,83$

b) Do số đương lượng gam của HCl bằng NaOH và dung dịch thu được là các muối trung hoà, nên pH dung dịch thu được là 7 (pH = 7)

7.

a/ Tính pH dung dịch thu được khi pha trộn 100 ml HCl 0,1 N và 100 ml NaOH 0,1 N và 50ml Na_2SO_4

b/ Tính pH hỗn hợp 50 ml NaOH 0,1 N và 150 ml NH_4OH 0,1 N

Giải

a) Do số đương lượng gam của HCl bằng NaOH và dung dịch thu được là các muối trung hoà, nên pH dung dịch thu được là 7 (pH = 7)

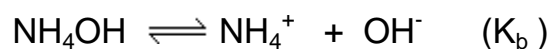
b) Theo cách giải gần đúng: (không chấm điểm cho cách giải này, vì quá sai)

Vì tính baz của NaOH lớn hơn rất nhiều so với NH_4OH , nên pH trong dung dịch cũng là pH của NaOH, do đó:

$$[OH^-] = 0,1N \Leftrightarrow pOH = 1 \Leftrightarrow pH = 13 \text{ (không chọn đáp số này)}$$

Theo cách giải chính xác:

Xét sự điện ly của NH_4OH :



$$\text{Nồng độ ban đầu:} \quad \frac{150 \cdot 0,1}{150 + 50} \quad \frac{50 \cdot 0,1}{150 + 50}$$

$$\text{Nồng độ cân bằng} \quad : \quad \frac{150 \cdot 0,1}{150 + 50} - x \quad x \quad \frac{50 \cdot 0,1}{150 + 50} + x$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x \cdot (x + 0,025)}{0,075 - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (0,025 + 1,78 \cdot 10^{-5})x - 0,075 \cdot 1,78 \cdot 10^{-5} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 5,3244 \cdot 10^{-5}$

$$\Rightarrow pOH = 4,27$$

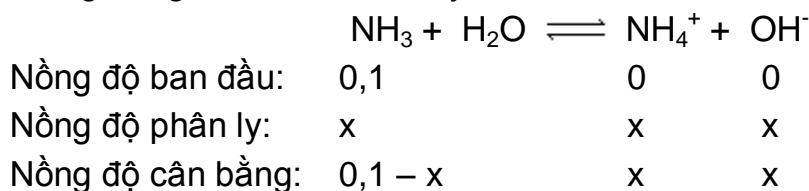
Vậy trong dung dịch thu được $pH = 14 - 4,27 = 9,72$ (là đáp số được chấm)

8. Tính hằng số cân bằng của dung dịch sau:

- a) Dung dịch NH_3 0,1M có $\alpha = 1,35\%$
 b) Dung dịch CCl_3COOH 10^{-3} M có $\alpha = 54\%$

Giải

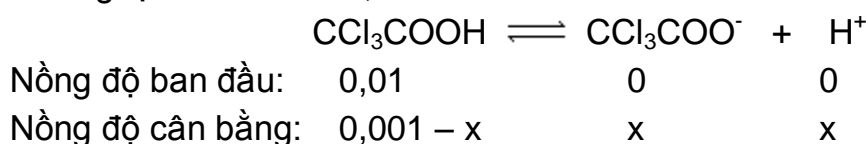
- a) Trong dung dịch có sự điện ly:



$$\text{Mà: } \alpha = \frac{x}{0,1} \Leftrightarrow x = 0,1 \cdot 1,35\% = 1,35 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Nên: } K_{\text{CB}} = \frac{x^2}{0,1 - x} = \frac{(1,35 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - 1,35 \cdot 10^{-3}} \approx 1,35 \cdot 10^{-5}$$

- b) Tương tự như câu trên, thì:



$$\alpha = \frac{x}{0,001} \Leftrightarrow x = 0,001 \cdot 54\% = 54 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Nên: } K_{\text{CB}} = \frac{x^2}{0,001 - x} = \frac{(54 \cdot 10^{-5})^2}{0,001 - 54 \cdot 10^{-5}} \approx 54 \cdot 10^{-7}$$

9. Tính nồng độ $[\text{H}^+]$ của các dung dịch sau:

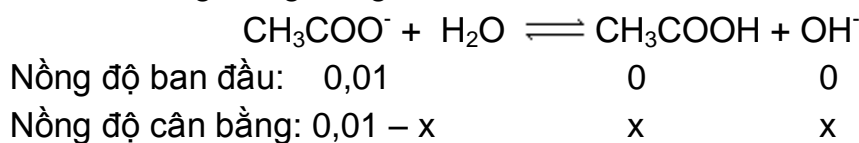
- a) Dung dịch HCl $5 \cdot 10^{-4}$ M
 b) Dung dịch CH_3COONa 10^{-2} M (có $\text{pK}_a = 4,75$)

Giải

- a) Xét cân bằng trong dung dịch: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

$$\text{Nên } [\text{H}^+] = [\text{HCl}] = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 3,3$$

- b) Xét cân bằng trong dung dịch: $\text{NaCH}_3\text{COO} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$



$$\text{pK}_a = 4,75 \Leftrightarrow k_a = 10^{-4,75} \Leftrightarrow K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-4,75}} = 10^{-9,25}$$

$$\Rightarrow K_b = \frac{x^2}{0,01 - x} \Leftrightarrow x^2 + 10^{-9,25} x - 10^{-11,25} = 0$$

$$\text{Giải phương trình này được: } x = 2,371 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2,371 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Vậy } \text{pOH} = 5,62 \Leftrightarrow \text{pH} = 14 - 5,62 = 8,38$$

10. Tính nồng độ $[\text{H}^+]$ khi pha trộn các dung dịch sau:

- a) Dung dịch CH_3COOH 0,1M và dung dịch CH_3COONa 0,2M

- b) 100mL dung dịch CH_3COOH 0,1M và 50mL dung dịch CH_3COONa 0,2M
 c) Dung dịch NH_3 0,1M + dung dịch NH_4Cl 0,2M
 d) 50mL dung dịch NH_3 0,1M + 100mL dung dịch NH_4Cl 0,2M

Giải

- a) Xét cân bằng trong dung dịch: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
- | | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----|
| Nồng độ ban đầu: | 0,1 | 0,2 | 0 |
| Nồng độ cân bằng: | $0,1 - x$ | $0,2 + x$ | x |
- $$pK_a = 4,75 \Leftrightarrow k_a = 10^{-4,75} = \frac{x(0,2 + x)}{0,1 - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (0,2 + 10^{-4,75})x - 10^{-5,75} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 8,89 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{H}^+] = 8,89 \cdot 10^{-6}$

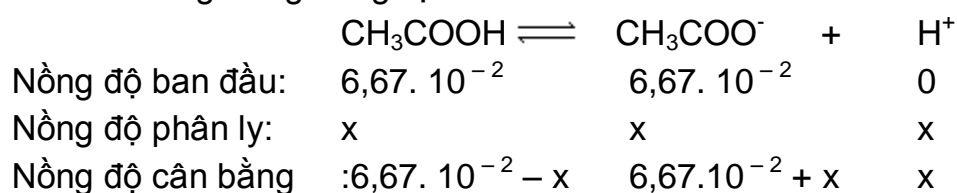
Vậy pH = 5,05.

- b) Nồng độ khi pha trộn các chất là:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{100 \cdot 0,1}{100 + 50} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{50 \cdot 0,2}{100 + 50} = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Xét cân bằng trong dung dịch:



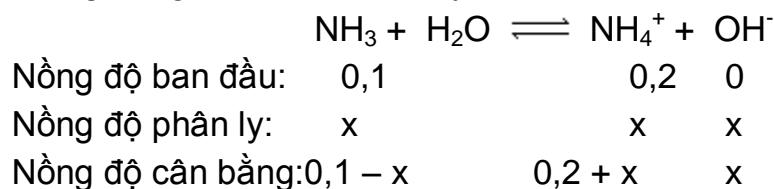
$$pK_a = 4,75 \Leftrightarrow k_a = 10^{-4,75} = \frac{x(6,67 \cdot 10^{-2} + x)}{6,67 \cdot 10^{-2} - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (6,67 \cdot 10^{-2} + 10^{-4,75})x - 6,67 \cdot 10^{-6,75} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 1,77 \cdot 10^{-5} \Rightarrow [\text{H}^+] = 1,77 \cdot 10^{-5}$

Vậy: pH = 4,75.

- c) Trong dung dịch có sự điện ly:



$$\text{Nên } K_b = 10^{-4,75} = \frac{x(0,2 + x)}{0,1 - x} \Leftrightarrow x^2 + (0,2 + 10^{-4,75})x - 10^{-5,75} = 0$$

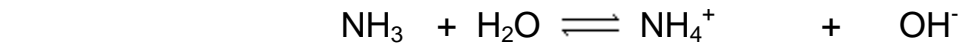
Giải phương trình này được: $x = 8,89 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 8,89 \cdot 10^{-6}$

Vậy pOH = 5,05 \Leftrightarrow pH = 14 - 5,05 = 8,95

d) Nồng độ khi pha trộn các chất là: $[\text{NH}_3] = \frac{50,0,1}{100+50} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{100,0,2}{100+50} = 13,3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Trong dung dịch có sự điện ly:



Nồng độ ban đầu: $3,33 \cdot 10^{-2}$ $13,3 \cdot 10^{-2}$ 0

Nồng độ phân ly: x x x

Nồng độ cân bằng: $3,33 \cdot 10^{-2} - x$ $13,3 \cdot 10^{-2} + x$ x

$$\text{Nên } K_b = 10^{-4,75} = \frac{x(0,133 + x)}{0,033 - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (0,133 + 10^{-4,75})x - 0,033 \cdot 10^{-4,75} = 0$$

Giải phương trình này được: $x = 4,41 \cdot 10^{-6} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 4,41 \cdot 10^{-6}$

Vậy $\text{pOH} = 5,35 \Leftrightarrow \text{pH} = 14 - 5,05 = 8,65$

11. Dung dịch A là dung dịch HIO_3 0,01N ($\text{pK}_a = 0,79$)

- Tính độ điện ly α và pH của dung dịch A.
- Hút chính xác 10ml dung dịch A cho vào 20ml dung dịch $\text{HCl} 10^{-4}\text{N}$. Tính pH của dung dịch tạo thành
- Hút chính xác 10 ml dung dịch A cho vào 20 ml dung dịch $\text{NaOH} 10^{-1}\text{N}$. Tính pH của dung dịch tạo thành
- Hút chính xác 10 ml dung dịch A cho vào 20 ml dung dịch $\text{NaOH} 10^{-3}\text{N}$. Tính pH của dung dịch tạo thành.

Giải

a) Phương trình điện ly: $\text{HIO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{IO}_3^-$ ($K = 10^{-0,79}$)

Tìm pH của dung dịch:

$$\text{Ta có : } K_{(A)} = \frac{[\text{H}^+].[\text{IO}_3^-]}{[\text{HIO}_3]} = \frac{h^2}{0,01 - h} \Leftrightarrow h^2 + 10^{-0,79}h - 10^{-2,79} = 0$$

Giải phương trình này được $h = 9,45 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \text{pH} = 2,0245$

Tìm độ điện ly: $\alpha = \frac{h}{C} = \frac{9,45 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 0,945 \Leftrightarrow \alpha = 94,5\%$

(Chú ý rằng với giá trị α tìm được đã có thể kết luận về độ mạnh của acid này là khá lớn, nên cũng có thể xem sự điện ly của acid này trong dung dịch là hoàn toàn $\approx 100\%$)

b) Dung dịch pha trộn giữa HCl và HIO_3 có $[\text{H}^+] = [\text{H}^+]_{\text{HIO}_3} + [\text{H}^+]_{\text{HCl}}$

Mà $[\text{HCl}]$ khi pha trộn là $\frac{0,02 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02}$ và $[\text{HIO}_3]$ khi pha trộn là

$$\frac{0,01 \cdot 0,01}{0,01 + 0,02};$$

$$\text{Nên } [H^+] = \frac{0,02 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} + \frac{0,01 \cdot 0,01}{0,01 + 0,02} = 0,0034 \Rightarrow \text{pH} = 2,47$$

c) Phản ứng trung hoà: $\text{HIO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Theo đề: số mol của HIO_3 là 0,01. $0,01 = 10^{-4}$ (mol)

số mol của NaOH là 0,1. $0,02 = 20 \cdot 10^{-4}$ (mol)

Nên sau khi pha trộn dung dịch có:

Số mol của NaOH dư là: $19 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{NaOH}] = \frac{19 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{19}{3} \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Số mol của } \text{NaIO}_3 \text{ là } 10^{-4} \text{ (mol)} \Rightarrow [\text{NaIO}_3] = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-2}$$

pH của dung dịch thu được chính là pH của NaOH dư:

$$[\text{OH}^-] = \frac{19}{3} \cdot 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 1,2$$

Vậy $\text{pH} = 12,8$

d) Phản ứng trung hoà: $\text{HIO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Theo đề:

Số mol của HIO_3 là 0,01. $0,01 = 10^{-4}$ (mol)

Số mol của NaOH là 0,001. $0,02 = 0,2 \cdot 10^{-4}$ (mol)

Nên sau khi pha trộn dung dịch có:

Số mol của HIO_3 dư là: $0,8 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{HIO}_3] = \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$$

Số mol của NaIO_3 là $0,2 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{NaIO}_3] = \frac{0,2 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-3}$$

Cách giải gần đúng:

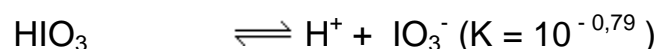
Nếu xem HIO_3 là một acid mạnh tương đương với NaOH thì pH của

dung dịch thu được chính là pH của HIO_3 dư: $[H^+] = \frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow \text{pH} = 2,57$

Cách giải chính xác:

Nếu không xem HIO_3 là một acid mạnh tương đương với NaOH thì
hương trình điện ly:



$$\text{Nồng độ ban đầu:} \quad \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} \qquad \qquad \frac{2}{3} \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Nồng độ cân bằng: } \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} - h \qquad h \qquad \frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + h$$

$$\text{Thì: } K_{(A)} = \frac{[H^+].[IO_3^-]}{[HIO_3]} = \frac{h(\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + h)}{\frac{8}{3} \cdot 10^{-3} - h}$$

$$\Leftrightarrow h^2 + (\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + 10^{-0,79}) h - \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-0,79} = 0$$

$$\text{Giải tìm được } h = 2,61 \cdot 10^{-3} \quad \Leftrightarrow \quad \text{pH} = 2,58$$

12. Dung dịch A là dung dịch HClO₂ 0,01N (pK_a = 1,97)

- Tính độ điện ly α và pH của dung dịch A.
- Hút chính xác 10ml dung dịch A cho vào 20ml dung dịch HCl 10⁻⁴ N. Tính pH của dung dịch tạo thành
- Hút chính xác 10 ml dung dịch A cho vào 20 ml dung dịch NaOH 10⁻¹ N. Tính pH của dung dịch tạo thành
- Hút chính xác 10 ml dung dịch A cho vào 20 ml dung dịch NaOH 10⁻³ N. Tính pH của dung dịch tạo thành.

Giải

- Phương trình điện ly: $\text{HClO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}_2^- \quad (K = 10^{-1,97})$

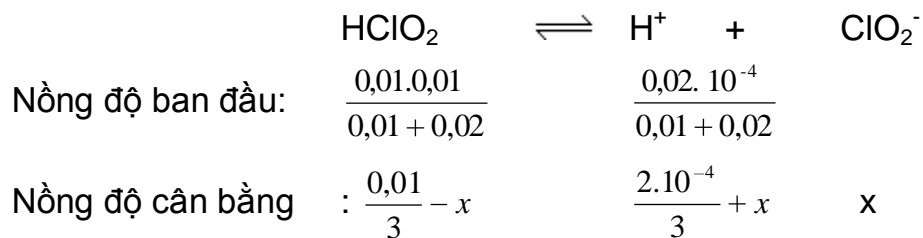
Tìm pH của dung dịch:

$$\text{Ta có: } K_{(A)} = \frac{h^2}{0,01 - h} \Leftrightarrow h^2 + 10^{-1,97} h - 10^{-3,97} = 0$$

$$\text{Giải phương trình này được } h = 6,29812 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \text{pH} = 2,2$$

$$\text{Tìm độ điện ly: } \alpha = \frac{h}{C} = \frac{6,29 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 0,629 \Leftrightarrow \alpha = 62,9\%$$

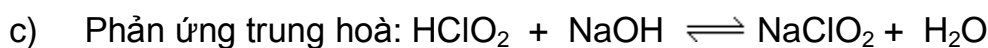
- Dung dịch pha trộn giữa HCl và HIO₃ có sự điện ly:



$$\text{Nên: } K_{(A)} = \frac{x \cdot (x + \frac{2}{3} \cdot 10^{-4})}{\frac{0,01}{3} - x} = 10^{-1,97}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (\frac{2}{3} \cdot 10^{-4} + 10^{-1,97}) x - \frac{0,01}{3} \cdot 10^{-1,97} = 0$$

$$\Leftrightarrow [H^+] = \frac{2}{3} \cdot 10^{-4} + 2,65794 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{pH} = 2,56$$



Theo đề:

Số mol của HClO_2 là 0,01. $0,01 = 10^{-4}$ (mol)

Số mol của NaOH là 0,1. $0,02 = 20 \cdot 10^{-4}$ (mol)

Nên sau khi pha trộn dung dịch có:

Số mol của NaOH dư là: $19 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{NaOH}] = \frac{19 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{19}{3} \cdot 10^{-2}$$

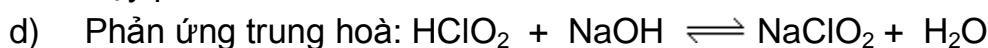
Số mol của NaClO_2 là 10^{-4} (mol)

$$\Rightarrow [\text{NaClO}_2] = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-2}$$

pH của dung dịch thu được chính là pH của NaOH dư:

$$[\text{OH}^-] = \frac{19}{3} \cdot 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 1,2$$

Vậy pH = 12,8



Theo đề:

Số mol của HClO_2 là 0,01. $0,01 = 10^{-4}$ (mol)

Số mol của NaOH là 0,001. $0,02 = 0,2 \cdot 10^{-4}$ (mol)

Nên sau khi pha trộn dung dịch có:

Số mol của HClO_2 dư là: $0,8 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{HClO}_2] = \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$$

Số mol của NaClO_2 là $0,2 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{NaClO}_2] = \frac{0,2 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-3}$$

Phương trình điện ly:



Nồng độ ban đầu: $\frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$ $\frac{2}{3} \cdot 10^{-3}$

Nồng độ cân bằng: $\frac{8}{3} \cdot 10^{-3} - h$ h $\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + h$

$$\text{Thì: } K_{(A)} = \frac{h(\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + h)}{\frac{8}{3} \cdot 10^{-3} - h}$$

$$\Leftrightarrow h^2 + (\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + 10^{-1,97}) h - \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1,97} = 0$$

Giải tìm được $h = 2,117 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \text{pH} = 2,67$

13. Dung dịch A là dung dịch HSCN 0,01N ($pK_a = 0,6$)

- Tính độ điện ly α và pH của dung dịch A.
- Hút chính xác 10ml dung dịch A cho vào 20ml dung dịch HCl 10^{-4} N. Tính pH của dung dịch tạo thành
- Hút chính xác 10 ml dung dịch A cho vào 20 ml dung dịch NaOH 10^{-1} N. Tính pH của dung dịch tạo thành
- Hút chính xác 10 ml dung dịch A cho vào 20 ml dung dịch NaOH 10^{-3} N. Tính pH của dung dịch tạo thành.

Giải

- Phương trình điện ly: $HSCN \rightleftharpoons H^+ + SCN^-$ ($K = 10^{-0,6}$)

Tìm pH của dung dịch:

$$\text{Ta có : } K_{(A)} = \frac{[H^+].[SCN^-]}{[HSCN]} = \frac{h^2}{0,01 - h} \Leftrightarrow h^2 + 10^{-0,6} h - 10^{-2,6} = 0$$

$$\text{Giải phương trình này được } h = 9,43 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \text{pH} = 2,016$$

$$\text{Tìm độ điện ly: } \alpha = \frac{h}{C} = \frac{9,63 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 0,963 \Leftrightarrow \alpha = 96,3\%$$

(Chú ý rằng với giá trị α tìm được đã có thể kết luận về độ mạnh của acid này là khá lớn, nên cũng có thể xem sự điện ly của acid này trong dung dịch là hoàn toàn $\approx 100\%$)

- Dung dịch pha trộn giữa HCl và HSCN có:

$$[H^+] = [H^+]_{HSCN} + [H^+]_{HCl}$$

$$\text{Mà } [HCl] \text{ khi pha trộn là } \frac{0,02 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} \text{ và } [HSCN] \text{ khi pha trộn là}$$

$$\frac{0,01 \cdot 0,01}{0,01 + 0,02}$$

$$\text{Nên } [H^+] = \frac{0,02 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} + \frac{0,01 \cdot 0,01}{0,01 + 0,02} = 0,0034 \Rightarrow \text{pH} = 2,47$$

- Phản ứng trung hoà: $HSCN + NaOH \rightleftharpoons NaSCN + H_2O$

Theo đề:

$$\text{Số mol của HSCN là } 0,01 \cdot 0,01 = 10^{-4} \text{ (mol)}$$

$$\text{Số mol của NaOH là } 0,1 \cdot 0,02 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ (mol)}$$

Nên sau khi pha trộn dung dịch có:

$$\text{Số mol của NaOH dư là: } 19 \cdot 10^{-4} \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow [NaOH] = \frac{19 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{19}{3} \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Số mol của NaSCN là } 10^{-4} \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow [NaSCN] = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-2}$$

pH của dung dịch thu được chính là pH của NaOH dư:

$$[\text{OH}^-] = \frac{19}{3} \cdot 10^{-2} \Rightarrow \text{pOH} = 1,2$$

Vậy pH = 12,8

d) Phản ứng trung hoà: $\text{HSCN} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaSCN} + \text{H}_2\text{O}$

Theo đề:

Số mol của HSCN là 0,01. $0,01 = 10^{-4}$ (mol)

Số mol của NaOH là 0,001. $0,02 = 0,2 \cdot 10^{-4}$ (mol)

Nên sau khi pha trộn dung dịch có:

Số mol của HSCN dư là: $0,8 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{HSCN}] = \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$$

Số mol của NaSCN là $0,2 \cdot 10^{-4}$ (mol)

$$\Rightarrow [\text{NaSCN}] = \frac{0,2 \cdot 10^{-4}}{0,01 + 0,02} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-3}$$

Cách giải gần đúng:

Nếu xem HSCN là một acid mạnh tương đương với NaOH thì pH của dung dịch thu được chính là pH của HIO₃ dư: $[\text{H}^+] = \frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$

$$\Rightarrow \text{pH} = 2,57$$

Cách giải chính xác:

Nếu không xem HSCN là một acid mạnh tương đương với NaOH thì theo hướng trình điện ly:



$$\text{Nồng độ ban đầu:} \quad \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} \qquad \frac{2}{3} \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Nồng độ cân bằng:} \quad \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} - h \qquad h \qquad \frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + h$$

$$\text{Thì: } K_{(A)} = \frac{[\text{H}^+][\text{SCN}^-]}{[\text{HSCN}]} = \frac{h(\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + h)}{\frac{8}{3} \cdot 10^{-3} - h}$$

$$\Leftrightarrow h^2 + (\frac{2}{3} \cdot 10^{-3} + 10^{-0,79}) h - \frac{8}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-0,79} = 0$$

$$\text{Giải tìm được } h = 2,61 \cdot 10^{-3} \quad \Leftrightarrow \quad \text{pH} = 2,58$$

14. Trong bình định mức 100ml dung dịch CH₃COOH 20% (d = 1,1g/ml), pK_a = 4,75

a) Hút chính xác 20 ml dung dịch CH₃COOH trên, rồi pha với V ml H₂O thì thu được dung dịch mới có nồng độ 0,5M. Tính V.

- b) Hút chính xác 20 ml dung dịch CH₃COOH trên rồi pha với 80 ml dung dịch CH₃COONa 10⁻³ M thì dung dịch mới có pH là bao nhiêu ?
- c) Hút chính xác 20 ml dung dịch CH₃COOH trên rồi pha với 80 ml H₂O vào trong cùng một bình erlen khác, sau đó đem chuẩn với 10 ml dung dịch NaOH 0,5N thì tại điểm cân bằng dung dịch được chuẩn có pH là bao nhiêu?

Giải

Trước tiên cần tính nồng độ mol/ lít của dung dịch CH₃COOH: $C_M = \frac{10.C\% \cdot d}{M} = \frac{10.20.1,1}{60} = \frac{11}{3} M$

a) Áp dụng quy tắc chéo, thì: $\frac{20}{V} = \frac{0,5}{\frac{11}{3} - 0,5} \Leftrightarrow V = 126,67 \text{ mL}$

b) Phương trình điện ly:



Nồng độ ban đầu: $\frac{20 \cdot \frac{11}{3}}{20 + 80} \qquad \frac{80 \cdot 10^{-3}}{20 + 80}$

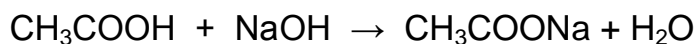
Nồng độ cân bằng: $\frac{20 \cdot \frac{11}{3}}{20 + 80} - h \qquad \frac{80 \cdot 10^{-3}}{20 + 80} + h \quad h$
 $\left(\frac{11}{15} - h\right) \qquad (0,8 \cdot 10^{-3} + h)$

Ta có được: $K_A = \frac{h(0,8 \cdot 10^{-3} + h)}{\frac{11}{15} - h}$

$$\Leftrightarrow h^2 + (0,8 \cdot 10^{-3} + 10^{-4,75})h - \frac{11}{15} \cdot 10^{-4,75} = 0$$

$$\Leftrightarrow h = 3,225 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \text{pH} = 2,49$$

c) Khi pha trộn xảy ra phản ứng:



số mol của CH₃COOH = $20 \cdot \frac{11}{3} \cdot 10^{-3} = \frac{22}{3} \cdot 10^{-2}$

số mol của NaOH = $10 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = \frac{1,5}{3} \cdot 10^{-2}$

Nên số mol của CH₃COOH dư là: $\frac{20,5}{3} \cdot 10^{-2}$

và nồng độ nó là $\frac{20,5 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 0,11} = 0,62 M$

Và số mol của muối tạo ra là $\frac{1,5}{3} \cdot 10^{-2}$

và nồng độ của nó là $\frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{3,011} = 0,045\text{M}$

Do đó sau khi pha trộn trong dung dịch có CH_3COOH và muối CH_3COONa , thì phương trình điện ly:



Nồng độ ban đầu : 0,62 0,045

Nồng độ cân bằng : 0,62-h 0,045+h h

$$\text{Ta có được: } K_A = \frac{h(0,045 + h)}{0,62 - h}$$

$$\Leftrightarrow h^2 + (0,045 + 10^{-4,75})h - 0,62 \cdot 10^{-4,75} = 0$$

$$\Leftrightarrow h = 2,4358 \cdot 10^{-4} \Leftrightarrow \text{pH} = 3,61$$

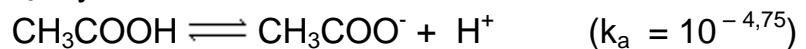
15. Trong bình định mức 100ml dung dịch CH_3COOH 20% ($d = 1,1\text{g/ml}$), $\text{p}K_a = 4,75$

- Hút chính xác 20 ml dung dịch CH_3COOH trên, rồi pha với V ml H_2O thì thu được dung dịch mới có nồng độ 0,5M. Tính V.
- Hút chính xác 20 ml dung dịch CH_3COOH trên rồi pha với 80 ml dung dịch CH_3COONa 10^{-3} M thì dung dịch mới có pH là bao nhiêu?
- Hút chính xác 20 ml dung dịch CH_3COOH trên rồi pha với 80 ml H_2O vào trong cùng một bình erlen khác, sau đó đem chuẩn với 10 ml dung dịch NaOH 0,5N thì tại điểm cân bằng dung dịch được chuẩn có pH là bao nhiêu?

Giải

a) Áp dụng quy tắc chéo, thì $\frac{20}{V} = \frac{1}{2-1} \Leftrightarrow V = 20\text{mL}$

b) Phương trình điện ly:



Nồng độ ban đầu: $\frac{20 \cdot 2}{20 + 80}$ $\frac{80 \cdot 10^{-3}}{20 + 80}$

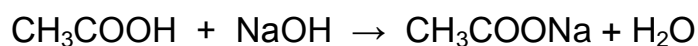
Nồng độ cân bằng: $\frac{20 \cdot 2}{20 + 80} - h$ $\frac{80 \cdot 10^{-3}}{20 + 80} + h$ h
(0,4 - h) (0,8.10⁻³ + h)

$$\text{Ta có được: } K_A = \frac{h(0,8 \cdot 10^{-3} + h)}{0,4 - h}$$

$$\Leftrightarrow h^2 + (0,8 \cdot 10^{-3} + 10^{-4,75})h - 0,4 \cdot 10^{-4,75} = 0$$

$$\Leftrightarrow h = 2,28931 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \text{pH} = 2,64$$

c) Khi pha trộn xảy ra phản ứng:



$$\text{Số mol của CH}_3\text{COOH} = 20.2. 10^{-3} = 4. 10^{-2}$$

$$\text{Số mol của NaOH} = 10. 0,5. 10^{-3} = 0,5. 10^{-2}$$

$$\text{Nên số mol của CH}_3\text{COOH dư là: } (4 - 0,5).10^{-2}$$

$$\text{Và nồng độ nó là } \frac{3,5.10^{-2}}{0,11} = 0,32\text{M}$$

$$\text{Và số mol của muối tạo ra là } 0,5. 10^{-2}$$

$$\text{Và nồng độ của nó là } \frac{0,5.10^{-2}}{0,11} = 0,045\text{M}$$

Do đó sau khi pha trộn trong dung dịch có CH_3COOH và muối CH_3COONa , thì phương trình điện ly:



$$\text{Nồng độ ban đầu: } \quad 0,32 \quad \quad \quad 0,045$$

$$\text{Nồng độ cân bằng: } 0,32-h \quad \quad 0,045+h \quad \quad h$$

$$\text{Ta có được: } K_A = \frac{h(0,045 + h)}{0,32 - h}$$

$$\Leftrightarrow h^2 + (0,045 + 10^{-4,75})h - 0,32.10^{-4,75} = 0$$

$$\Leftrightarrow h = 1,26. 10^{-4} \Leftrightarrow \text{pH} = 3,89$$

16. Bằng phương pháp giải chính xác, hãy xác định pH của các dung dịch sau (tính đến 2 giá trị sau dấu p hãy):

16.1. 100mL dung dịch NH_4OH 0,1N ($\text{pK}_b = 4,75$)

16.2. 100mL dung dịch NH_4OH 0,01N ($\text{pK}_b = 4,75$)

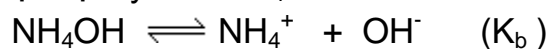
16.3. 100mL dung dịch CH_3COOH 0,1N ($\text{pK}_a = 4,75$)

16.4. 100mL dung dịch CH_3COOH 0,01N ($\text{pK}_a = 4,75$)

16.5. 100mL dung dịch H_3BO_3 0,1N ($\text{pK}_a = 9,24$)

Giải

16.1. Trong dung dịch có sự điện ly của NH_4OH :



$$\text{Nồng độ ban đầu: } 0,1$$

$$\text{Nồng độ cân bằng: } 0,1 - x \quad \quad x \quad \quad x$$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+].[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = \frac{x^2}{0,1 - x} \Leftrightarrow x^2 + 10^{-4,75}x - 10^{-5,75} = 0$$

$$\text{Giải phương trình bậc hai trên theo } x \text{ ta được } x = 1,3247. 10^{-3} \\ \Rightarrow \text{pOH} = 2,87$$

$$\text{Vậy trong dung dịch thu được } \text{pH} = 14 - 2,87 = 11,12$$

16.2. Trong dung dịch có sự điện ly của NH_4OH :



$$\text{Nồng độ ban đầu: } 0,01$$

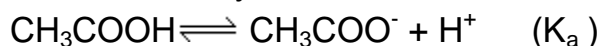
Nồng độ cân bằng: 0,01 - x x x

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x^2}{0,01 - x} \Leftrightarrow x^2 + 10^{-4,75} x - 10^{-6,75} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 4,129 \cdot 10^{-4}$
 $\Rightarrow pOH = 3,38$

Vậy trong dung dịch thu được $pH = 14 - 3,38 = 10,62$

16.3. Trong dung dịch có sự điện ly của CH_3COOH :



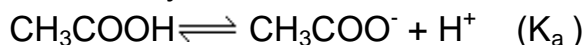
Nồng độ ban đầu : 0,1

Nồng độ cân bằng: 0,1 - x x x

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x^2}{0,1 - x} \Leftrightarrow x^2 + 10^{-4,75} x - 10^{-5,75} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 1,3247 \cdot 10^{-3}$
 $\Rightarrow pH = 2,87$

16.4. Trong dung dịch có sự điện ly của CH_3COOH :



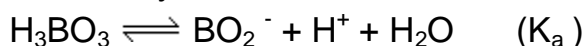
Nồng độ ban đầu: 0,01

Nồng độ cân bằng: 0,01 - x x x

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x^2}{0,01 - x} \Leftrightarrow x^2 + 10^{-4,75} x - 10^{-6,75} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 4,129 \cdot 10^{-4}$
 $\Rightarrow pH = 3,38$

16.5. Trong dung dịch có sự điện ly của H_3BO_3 :



Nồng độ ban đầu: 0,1

Nồng độ cân bằng: 0,1 - x x x

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x^2}{0,1 - x} \Leftrightarrow x^2 + 10^{-9,24} x - 10^{-10,24} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 7,585 \cdot 10^{-6}$
 $\Rightarrow pH = 5,12$

17. Bằng phương pháp giải chính xác, hãy xác định pH của các dung dịch thu được sau khi pha trộn (tính đến 2 giá trị sau dấu phẩy):

17.1. Trộn 100 ml NaOH 0,1 N và 50 ml NH_4OH 0,1 N

17.2. Trộn 100 ml NaOH 0,01 N và 50 ml NH_4OH 0,01 N

17.3. Trộn 100 ml NaOH 0,01 N và 50 ml NH_4OH 0,1 N

17.4. Trộn 50 ml NaOH 0,1 N và 150 ml NH_4OH 0,1 N

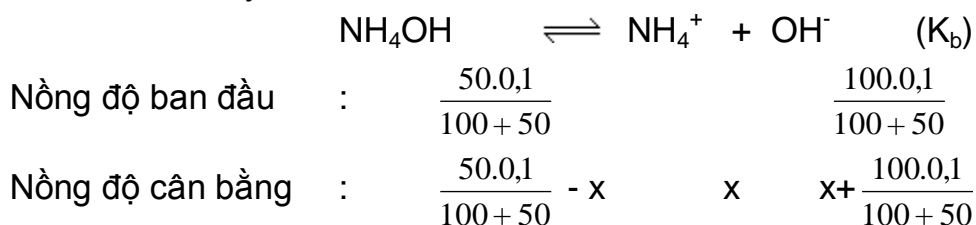
17.5. Trộn 50 ml NaOH 0,01 N và 150 ml NH_4OH 0,1 N

Biết $pK_b = 4,75$

Giải:

17.1. Vì NaOH là một baz mạnh, phân ly hoàn toàn, nên trong dung dịch sự phân ly này coi như bảo toàn nồng độ cho NaOH hay OH^- của NaOH

Do đó sự điện ly của NH_4OH :



$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x.(x + \frac{10}{150})}{\frac{5}{150} - x}$$

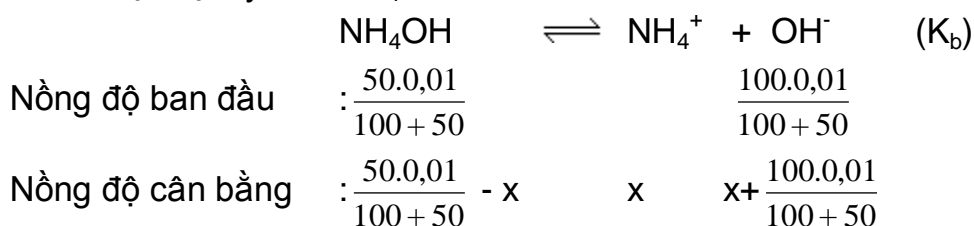
$$\Leftrightarrow x^2 + (\frac{1}{15} + 10^{-4,75})x - \frac{1}{30}.10^{-4,75} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 8,8765. 10^{-6}$
 $\Rightarrow pOH = 5,05$

Vậy trong dung dịch thu được $pH = 14 - 5,05 = 8,95$

17.2. Vì NaOH là một baz mạnh, phân ly hoàn toàn, nên trong dung dịch sự phân ly này coi như bảo toàn nồng độ cho NaOH hay OH^- của NaOH

Do đó sự điện ly của NH_4OH :



$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x.(x + \frac{1}{150})}{\frac{0,5}{150} - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (\frac{1}{150} + 10^{-4,75})x - \frac{1}{300}.10^{-4,75} = 0$$

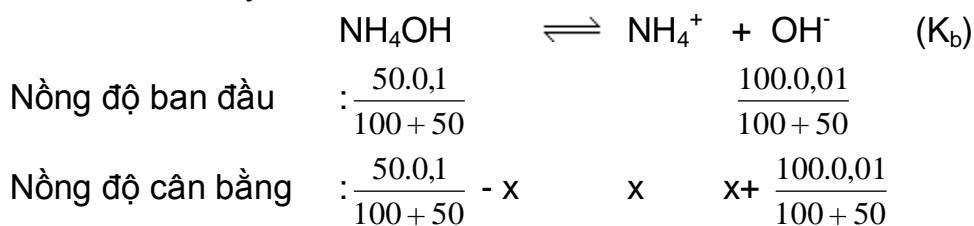
Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 8,845. 10^{-6}$
 $\Rightarrow pOH = 5,05$

Vậy trong dung dịch thu được $pH = 14 - 5,05 = 8,95$

17.3. Vì NaOH là một baz mạnh, phân ly hoàn toàn, nên trong dung dịch sự phân ly này coi như bảo toàn nồng độ cho NaOH hay OH^- của

NaOH

Do đó sự điện ly của NH_4OH :



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+].[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = \frac{x.(x + \frac{1}{150})}{\frac{5}{150} - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (\frac{1}{150} + 10^{-4,75})x - \frac{1}{30}.10^{-4,75} = 0$$

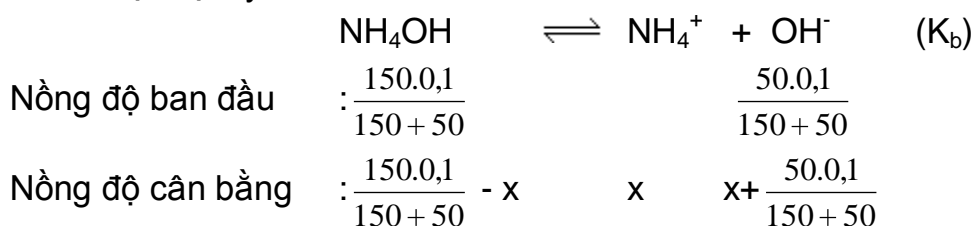
Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 8,742. 10^{-5}$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 4,05$$

Vậy trong dung dịch thu được $\text{pH} = 14 - 5,05 = 9,95$

17.4. Vì NaOH là một baz mạnh, phân ly hoàn toàn, nên trong dung dịch sự phân ly này coi như bảo toàn nồng độ cho NaOH hay OH^- của NaOH

Do đó sự điện ly của NH_4OH :



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+].[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = \frac{x.(x + 0,025)}{0,075 - x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (0,025 + 10^{-4,75})x - 0,075. 10^{-4,75} = 0$$

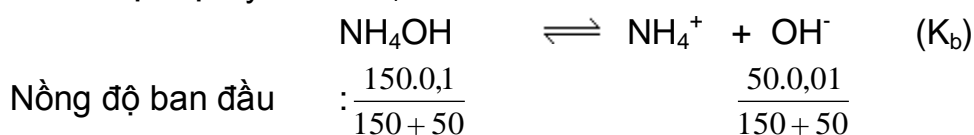
Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 5,3244. 10^{-5}$

$$\Rightarrow \text{pOH} = 4,27$$

Vậy trong dung dịch thu được $\text{pH} = 14 - 4,27 = 9,72$

17.5. Vì NaOH là một baz mạnh, phân ly hoàn toàn, nên trong dung dịch sự phân ly này coi như bảo toàn nồng độ cho NaOH hay OH^- của NaOH

Do đó sự điện ly của NH_4OH :



$$\text{Nồng độ cân bằng} \quad : \frac{150.0,1}{150+50} - x \quad x \quad x + \frac{50.0,01}{150+50}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{x.(x+0,0025)}{0,075-x}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (0,0025 + 10^{-4,75})x - 0,075 \cdot 10^{-4,75} = 0$$

Giải phương trình bậc hai trên theo x ta được $x = 4,484 \cdot 10^{-4}$

$$\Rightarrow pOH = 3,35$$

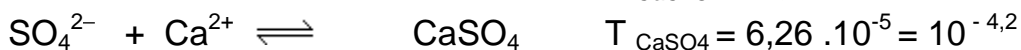
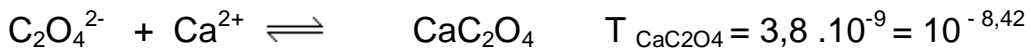
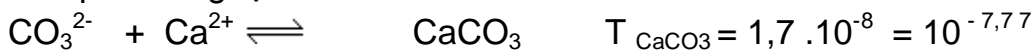
Vậy trong dung dịch thu được $pH = 14 - 3,35 = 10,65$

18. Trong dung dịch chứa các anion: CO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$, SO_4^{2-} . Khi cho ion Ca^{2+} vào thì kết tủa nào tạo trước? Giải thích, biết tích số tan của các tủa:

$$T_{CaC_2O_4} = 3,8 \cdot 10^{-9} \quad - \quad T_{CaCO_3} = 1,7 \cdot 10^{-8} \quad - \quad T_{CaSO_4} = 6,26 \cdot 10^{-5}$$

Giải

Các phản ứng tạo tủa là:



Điều kiện để có tủa là $[Ca^{2+}] \cdot [X] \geq T(CaX) \Rightarrow T$ của chất nào càng bé hơn thì khả năng xuất hiện tủa càng sớm.

Do đó thứ tự xuất hiện tủa sẽ là: CaC_2O_4 - $CaCO_3$ - $CaSO_4$.

24. Đem chuẩn 50ml dung dịch HCl 0,05M bằng V(ml) dung dịch NaOH 0,1M. Tính giá trị pH của dung dịch chuẩn được khi V(ml) lần lượt là: 0 - 10 - 20 - 24,9 - 25 - 25,1 (ml)

Giải



$$\text{Tại điểm tương đương: } V = \frac{50.0,05}{0,1} = 25 \text{ (mL)}$$

Tại V = 0: dung dịch chỉ có HCl phân ly mạnh nên pH của dung dịch là pH của acid này.

$$pH = -\lg C_x = -\lg 0,05 = 1,3$$

Tại V = 10: dung dịch gồm NaCl và HCl dư $\Rightarrow [H^+]$ dung dịch = $[H^+]_{bd} - [H^+]_{\text{phản ứng}}$

$$[H^+] = \frac{50.0,05 - 10.0,1}{50+10} = 0,025 \Rightarrow pH \text{ dung dịch} = 1,6$$

$$\text{Tại } V = 20: [H^+] = \frac{50.0,05 - 20.0,1}{50+20} = 7,14 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow pH \text{ dung dịch} = 2,15$$

$$\text{Tại } V = 24,9: [H^+] = \frac{50.0,05 - 24,9.0,1}{50+24,9} = 1,34 \cdot 10^{-4}$$

⇒ pH dung dịch = 3,87

Tại V = 25: $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \Rightarrow$ pH dung dịch = 7

Tại V = 25,1: dung dịch gồm NaCl và NaOH dư

⇒ pH dung dịch = pH (NaOH dư)

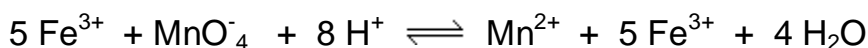
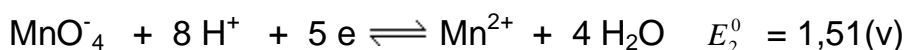
$$\text{Mà } [OH^-] = [OH^-]_{\text{bd}} - [OH^-]_{\text{phản ứng}} = \frac{25 \cdot 0,1 - 50 \cdot 0,05}{25,1 + 50} = 1,33 \cdot 10^{-4}$$

⇒ pOH = 3,88 ⇒ pH = 14 - pOH = 10,12

26. Viết phương trình phản ứng và tính thế oxy hóa khử của phản ứng khi cho 10 ml Fe^{2+} 0,1N pha trộn với 10 ml dung dịch $KMnO_4$ 0,1N trong môi trường acid. Nếu chỉ thêm 5 ml dung dịch $KMnO_4$ 0,1N thì thế oxy hóa khử của phản ứng là bao nhiêu.

Biết $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = +0,68$ (v), $E_{MnO_4^-/Mn^{2+}}^0 = +1,52$ (v)

Giải



Theo đề:

Số đương lượng gam của $Fe^{3+} = 0,01 \cdot 0,1 = 0,001$

Số đương lượng gam của $MnO_4^- = 0,01 \cdot 0,1 = 0,001$

Nên số đương lượng gam của chúng bằng nhau, tức là sự pha trộn này

đạt tại điểm tương đương, khi đó: $E = \frac{0,68 + 5 \cdot 1,52}{6} = 1,38$ (v)

Nếu chỉ thêm 5 ml dung dịch $KMnO_4$ 0,1N thì số đương lượng gam của Fe^{3+} bằng 2 lần số đương lượng gam của MnO_4^-

Giải gần đúng: $E = \frac{1}{2} E_{td} = 0,69$ (v)

Giải chính xác: áp dụng công thức tính thế E ở trước xa điểm tương đương

$$E = E_1^0 + 0,059 \lg \frac{F}{1-F} = 0,68 \text{ (v)}$$

HOẠT ĐỘNG KIỂM TRA THƯỜNG XUYÊN

CHỦ ĐỀ VỀ PHƯƠNG PHÁP KHỐI LƯỢNG

Tên học viên:.....

Nhóm:.....

Nghề: phân tích dầu

Khoá:.....

Tên Giáo viên:.....

Tên trợ giáo:.....

Câu 1

Cho một dung dịch nước chưa rõ chứa loại ion nào. Hãy trình bày cách nhận biết các ion Al^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} có trong dung dịch đó:

- Lập sơ đồ hệ thống phân tích các ion này.
- Viết các phương trình phản ứng minh họa các phản ứng có hiện tượng xảy ra trong quá trình nhận biết trên.

Câu 2

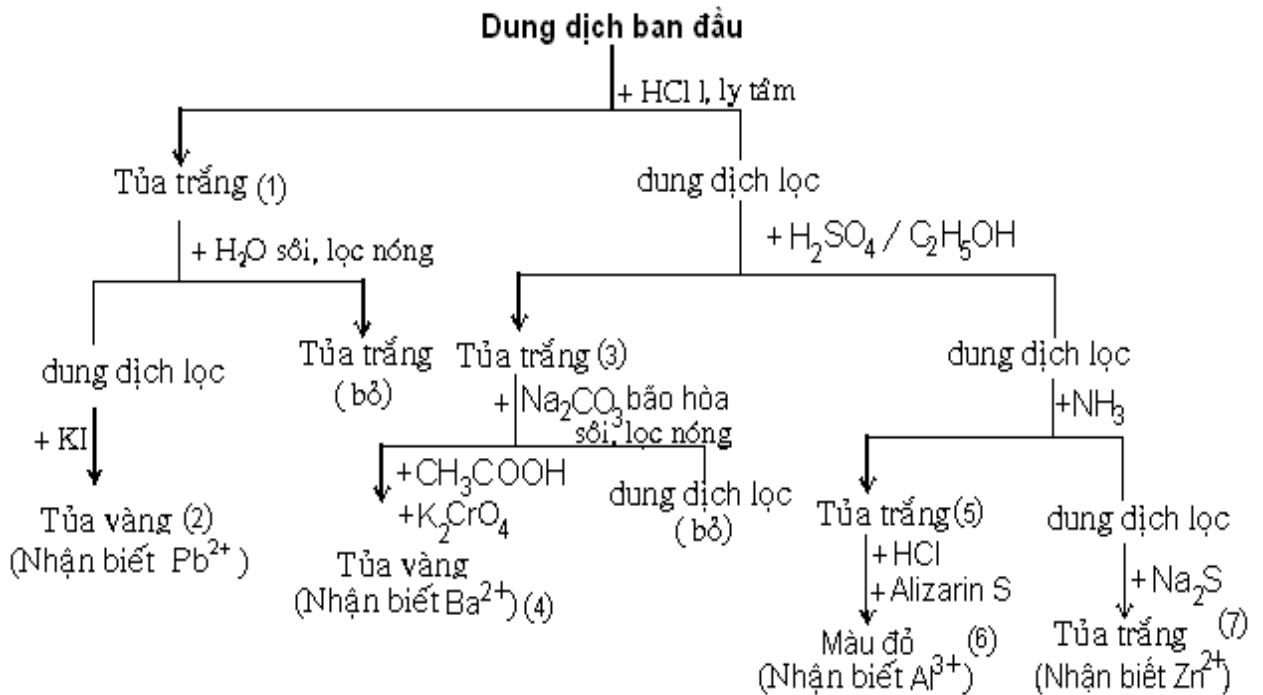
Khi phân tích hàm lượng Na_2SO_4 có trong 0,3579(g) muối rắn NaCl, thì đem định mức muối này thành 250mL dung dịch, sau đó hút ra 50mL dung dịch đem phân tích bằng phương pháp khối lượng thì thu được 0,0041(g) BaSO_4 khan.

- Tính hàm lượng % Na_2SO_4 có trong muối rắn NaCl ban đầu
- Tính nồng độ dung dịch NaCl trong 250mL bình định mức, biết rằng khối lượng riêng của dung dịch này là 1.12g/mL và muối NaCl chỉ lẫn Na_2SO_4 mà thôi

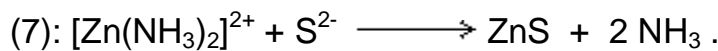
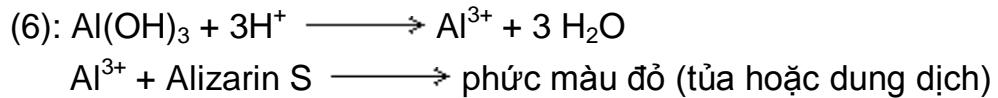
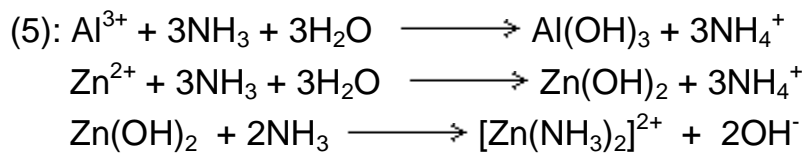
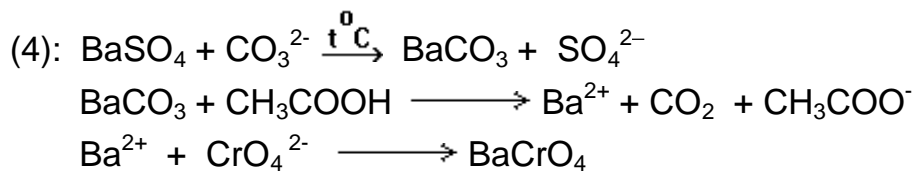
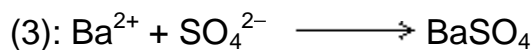
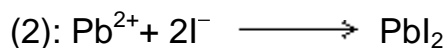
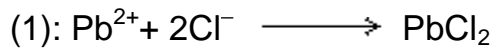
Giải

Câu 1

- Lập sơ đồ dạng nhánh cây (SV cũng có thể lập sơ đồ dạng bảng)



b) Các phản ứng đã xảy ra:



Câu 2

a) Sơ đồ chuyển đổi: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$ (tỷ lệ 1: 1)

$$\text{Nên } K = \frac{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{BaSO}_4}} = \frac{142}{233} = 0,609 \text{ và } F = \frac{250}{50} = 5$$

$$\text{Vậy hàm lượng } \% \text{ Na}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0041 \cdot 250}{0,3579 \cdot 50} \cdot 0,609 \cdot 100 \approx \mathbf{3,49\%}$$

b) Khối lượng của 250mL dung dịch muối đã đem hoà tan là: $250 \cdot 1,12 = 280(\text{g})$

Vì muối rắn NaCl chỉ chứa Na_2SO_4 nên khối lượng NaCl nguyên chất là: $0,3579 \cdot \frac{100-3,49}{100} \approx 0,3454(\text{g}) \Rightarrow$ số mol của NaCl = $\frac{0,3454}{58,5} \approx$

$5,9 \cdot 10^{-3} (\text{mol})$

Vì thể nồng độ % dung dịch thu được là: $\frac{0,3454}{280} \cdot 100 \approx \mathbf{0,12(\%)}$

Hay nồng độ mol/ L là: $\frac{0,0059}{0,25} \approx \mathbf{0,023(\text{M})}$

CHỦ ĐỀ VỀ PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐỘ ACID-BAZ

(Học viên không được sử dụng tài liệu)

Tên học viên:.....

Nhóm:.....

Nghề: phân tích dầu

Khoá:.....

Tên Giáo viên:.....

Tên trợ giáo:.....

Câu 1

Thiết lập phương trình đường định phân V_a (mL) acid HCl C_a^N bằng V_b (mL) baz NaOH C_b^N . Từ đó nêu cách tìm pH của dung dịch tạo thành tại các thời điểm: trước điểm tương đương, tại điểm tương đương và sau điểm tương đương

Câu 2

Tiến hành chuẩn độ 10mL dung dịch HCl chưa biết nồng độ (C_x) bằng dung dịch NaOH 0,1N với chất chỉ thị phenolphthalein từ không màu sang màu hồng bền trong 10 giây (pH của khoảng đổi màu từ 8,1 - 10,1), thì thấy hết 15,2mL dung dịch NaOH.

- Tìm nồng độ C_x của dung dịch HCl ban đầu.
- Nếu chọn chỉ thị metyl Dacam -MO (pH khoảng đổi màu từ 3,1 – 4,4) thì phép chuẩn còn chính xác không? Tính sai số chuẩn độ khi dùng các chỉ thị

Giải

Câu 1

Phản ứng tại điểm tương đương: $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Trong quá trình chuẩn độ: $[\text{H}^+] + [\text{H}^+]_{\text{pứ}} = [\text{H}^+]_{\text{pha trộn}} = \frac{V_a \cdot C_a}{V_a + V_b}$

$$[\text{OH}^-] + [\text{OH}^-]_{\text{pứ}} = [\text{OH}^-]_{\text{pha trộn}} = \frac{V_b \cdot C_b}{V_a + V_b}$$

$$\Leftrightarrow [\text{H}^+] - [\text{OH}^-] = \frac{V_a \cdot C_a - V_b \cdot C_b}{V_a + V_b} \quad (\text{Vì } [\text{H}^+]_{\text{pứ}} = [\text{OH}^-]_{\text{pứ}}) \quad (1)$$

$$(1) \Leftrightarrow ([\text{H}^+] - [\text{OH}^-]) \cdot \frac{V_a + V_b}{V_a \cdot C_a} = 1 - F \quad (\text{Đặt } \frac{V_b \cdot C_b}{V_a \cdot C_a} = F) \quad (2)$$

Được gọi là phương trình định phân Axit mạnh – bazơ mạnh

Khi $V_a = 0$ (chưa chuẩn độ) ($F = 0$)

$$\text{pH}_{\text{dd}} = \text{pH}_{(\text{HCl})} = -\lg C_a$$

Khi $0 < V_a < V_{\text{tương đương}}$ (trước xa điểm tương đương) ($0 < F < 1$)

Xem như $[\text{OH}^-] \lll [\text{H}^+]$ nên (2) viết lại là:

$$- [\text{OH}^-] \cdot \frac{V_a + V_b}{V_a \cdot C_a} = 1 - F$$

$$\Leftrightarrow [\text{OH}^-] = (F - 1) \left(\frac{V_b \cdot C_b}{V_a + V_b} \right) \Rightarrow \text{pOH} \Rightarrow \text{pH}$$

Khi $V_a \approx V_{\text{tương đương}}$ (trước gần điểm tương đương) ($F \leq 1$), ($F \geq 1$)

$$(2) \Leftrightarrow ([\text{H}^+] - \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}) \frac{V_a + V_b}{V_a \cdot C_a} = (1 - F)$$

Giải phương trình bậc 2 theo $[\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH}$

Khi $V_{\text{tđ}} < V_a$ (sau xa điểm tương đương) ($F > 1$)

Xem như $[\text{H}^+] \gg [\text{OH}^-]$, nên (2) viết lại là: $[\text{H}^+] \cdot \frac{V_a + V_b}{V_a \cdot C_a} = 1 - F$

$$\Leftrightarrow \text{Tìm } [\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH}$$

Tại điểm tương đương ($V_a = V_{\text{tương đương}}$) ($F = 1$)

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \Rightarrow \text{pH} = 7$$

Câu 2

a) Khi dung dịch chuyển từ không màu sang màu hồng bền thì phép chuẩn đã đạt điểm dừng chuẩn độ, có: $(C \cdot V)_{\text{HCl}} = (C \cdot V)_{\text{NaOH}}$.

$$\text{Nên } C_x = \frac{(C \cdot V)_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HCl}}} = \frac{15,2 \cdot 0,1}{10} = \mathbf{0,152N}$$

b) Với cách chuẩn ban đầu bằng chỉ thị phenolphthalein có khoảng đổi màu 8,1 – 10,1 thì $\text{pT} = \frac{8,1 + 10,1}{2} = 9,1$. Nên $[\text{H}^+] = 10^{-9,1}$ và $[\text{OH}^-] = 10^{-4,9}$

Mà Sai số của phương pháp chuẩn độ acid mạnh – baz mạnh là

$$S = \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} ([\text{H}^+] - [\text{OH}^-]) = \frac{0,152 + 0,1}{0,152 \cdot 0,1} (10^{-9,1} - 10^{-4,9}) = -0,000208$$

$$\Leftrightarrow S = 0,0208\%$$

Tương tự khi xét sự chuẩn độ dùng chỉ thị MO có khoảng đổi màu là

$$3,1 - 4,4 \text{ thì } \text{pT} = \frac{3,1 + 4,4}{2} = 3,75, \text{ nên } [\text{H}^+] = 10^{-3,75} \text{ và } [\text{OH}^-] = 10^{-10,25}$$

$$\text{Do đó: } S = \frac{C_a + C_b}{C_a \cdot C_b} ([\text{H}^+] - \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}) = \frac{0,152 + 0,1}{0,152 \cdot 0,1} (10^{-3,75} - 10^{-10,25}) =$$

$$0,00295$$

$$\Leftrightarrow S = 0,295\%$$

Vậy khi dùng chỉ thị MO sẽ có sai số là 0,295% lớn hơn sai số của chỉ thị PP là 0,0208%, do đó nếu dùng chỉ thị MO thì cho kết quả chuẩn độ **không chính xác** bằng cách dùng chỉ thị phenolphtalein

KẾ HOẠCH VÀ CÁCH THỨC ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP MÔN HỌC

Bài tập

Sinh viên phải làm tất cả các bài tập trong các bài học và trong mỗi bài thí nghiệm. Đó là cơ sở nền tảng ôn tập lý thuyết đến cách tiến hành thực nghiệm số liệu trong thí nghiệm

Bài kiểm tra

ĐỐI VỚI BÀI LÝ THUYẾT

Sinh viên sẽ làm bài kiểm tra 15 phút hay 45 phút theo chương trình của BỘ, nhằm xác định mức độ chuẩn bị bài của sinh viên trước khi được học sang chương mới

ĐỐI VỚI BÀI THỰC HÀNH

Sinh viên sẽ phải được kiểm tra miệng hoặc 15 phút trước khi vào buổi thực hành nhằm đánh giá khả năng chuẩn bị các bài thực hành

Điểm đánh giá

ĐỐI VỚI BÀI LÝ THUYẾT

- Các bài đều được chấm trên thang điểm 10
- Các bài 15 phút (D15) hay vấn đáp (DVD), và điểm thi môn học lý thuyết được tính hệ số 1
- Các bài 45 phút (D45) hay tiểu luận (DTL) được tính hệ số 2
- Điểm thành phần (DTP) là tổng các điểm 15', vấn đáp, 45', tiểu luận... đã được nhân với các hệ số tương ứng
- Điểm môn học lý thuyết (DMHLT) là trung bình cộng của điểm thi (DT) và điểm thành phần

Cách tính điểm cho môn lý thuyết

Ví dụ: $DTP = D15 \times 1 + DVD \times 1 + D45 \times 2 + DTL \times 2 + \dots$

Điểm môn học lý thuyết = $\frac{1}{2} (DTP + DT)$

ĐỐI VỚI BÀI THỰC HÀNH

- Mỗi buổi thực hành đều phải có điểm tổng kết cho buổi thực hành đó. Điểm chấm sẽ trên thang 10 điểm và nhân với trọng số của từng phần trong mỗi bài. Điểm môn học là điểm trung bình của các bài thực hành.
- Điểm phần kiểm tra miệng có trọng số được tính là 20% trong điểm tổng kết của sinh viên.
- Bài báo cáo, tiểu luận, bản vẽ có trọng số được tính là 40% số điểm

tổng kết

- Thao tác thực hành, các câu trả lời trong khi thí nghiệm, thảo luận có trọng số được tính là 30% trên tổng số điểm.
- Đánh giá tác phong, vệ sinh trong phần thực hành, sự nghiêm túc v.v... trong buổi thực hành sẽ chiếm 10% trong điểm tổng kết

Cách tính điểm cho môn thực hành

	Điểm tác phong, vệ sinh, trực nhật (ĐTP)	Điểm thực hành, thảo luận (ĐTH)	Điểm bài kiểm tra (ĐKT)	Điểm bài báo cáo, tiểu luận, bản vẽ (ĐBC)
Trọng số	10%	30%	20%	40%

Ví dụ:

$$\text{Điểm bài 1} = (\text{ĐTP})_{\text{Bài 1}} \times 0,1 + (\text{ĐTH})_{\text{bài 1}} \times 0,3 + (\text{ĐKT})_{\text{bài 1}} \times 0,2 + (\text{ĐBC})_{\text{bài 1}} \times 0,4$$

$$\text{Điểm bài 2} = (\text{ĐTP})_{\text{Bài 2}} \times 0,1 + (\text{ĐTH})_{\text{bài 2}} \times 0,3 + (\text{ĐKT})_{\text{bài 2}} \times 0,2 + (\text{ĐBC})_{\text{bài 2}} \times 0,4$$

.....

$$\text{Điểm môn học thực hành} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{Điểm Bài } i)$$

Cách xếp loại điểm của môn học

Điểm	Xếp loại	Đạt	Không đạt
8- 10	Giỏi	X	
7- cận 8	Khá	X	
5- cận 7	Trung bình	X	
3,5-cận 5	Yếu		X
< 3,5	Kém		X

Môn học PHÂN TÍCH CƠ SỞ là một khoa học làm nền tảng lý thuyết cho việc phân tích mẫu. Vì thế GV cần phải thường xuyên giúp cho SV một cách nhìn toàn diện trong việc phân tích mẫu thông qua các bài đã học và nhất là sự tự đánh giá kỹ năng tiếp thu, tái hiện và tư duy sáng tạo trong các cách giải bài tập của SV.

Với các bài tập trong từng bài học (mà ở đây chỉ đưa ra một vài bài mang tính ước lệ về chủ điểm) cần đánh giá SV ở mức độ chuẩn bị, khả năng tư

duy

Với các bài kiểm tra, cần có thang điểm rõ ràng đến 0,5 đ. Không nhất thiết mọi đối tượng đều có một thang điểm giống nhau. Vì ở đây vấn đề tư duy và khả năng sáng tạo trong bài giải được đánh giá cao nhất

Với các bài báo cáo thí nghiệm, việc đánh giá phải đồng đều ở các khâu: tác phong làm thực hành, hành vi ứng xử trong thời gian ở phòng thí nghiệm, kiến thức trả lời câu hỏi của giáo trình và nhất là sự chuẩn bị ở nhà trước khi vào phòng thí nghiệm về cơ sở lý thuyết đã được học trong giờ lên lớp lý thuyết

Trong khi chấm điểm các hoạt động trong môn học, giáo viên cần dành ra một tỷ lệ phần trăm điểm nhất định cho việc đánh giá về hành vi, ứng xử, thao tác, sự tuân thủ nội qui, qui chế trong lớp học, trong phòng thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thạc Cát, Từ Vọng Nghi, Đào Hữu Vinh - Cơ sở lý thuyết hóa học phân tích - Xuất bản lần 2, Hà Nội 1985
2. Nguyễn Tinh Dung - Hóa học phân tích, phần I. Lý thuyết cơ sở - NXB Giáo Dục - 1991
3. Lê Xuân Mai, Nguyễn Thị Bạch Tuyết - Giáo trình phân tích định lượng - NXB Đại học quốc gia Tp. HCM, 2000
4. Hoàng Minh Châu - Cơ sở hóa học phân tích - NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2002
5. Từ Vọng Nghi - Hóa học phân tích - NXB Đại học Quốc gia Hà nội, 2000
6. A.P.Kreskov (người dịch: Từ Vọng Nghi, Trần Tứ Hiếu), Cơ sở hóa học phân tích, tập I, II,. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1990
7. Douglas A. Skoog, Analytical Chemistry, USA, 1963.
8. X.L. Akhnadarova, V.V. Kapharop (người dịch: Nguyễn Cảnh, Nguyễn Đình Soa), Tối ưu hóa thực nghiệm trong hóa học và kỹ thuật hóa học, Trường Đại học Kỹ thuật Tp HCM, 1994