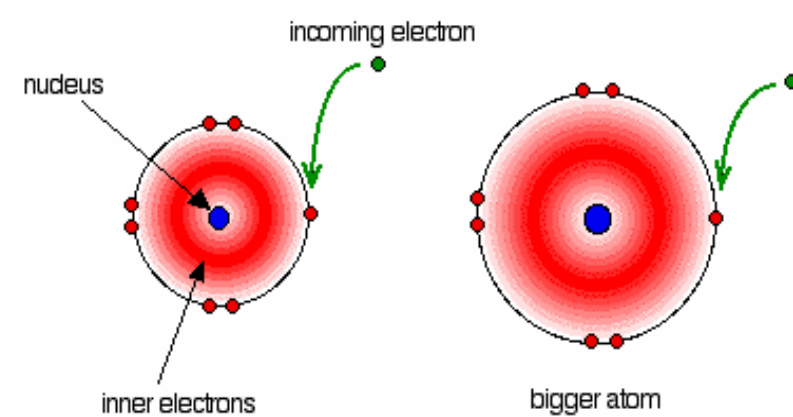


GIÁO TRÌNH THỰC HÀNH

HÓA ĐẠI CƯƠNG

HỆ CAO ĐẲNG VÀ TRUNG CẤP



Thành phố Hồ Chí Minh, 9 – 2004

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
Mục lục	2
Moà hoïc: Thöïc haønh Hoá ñaï coâng.....	3
Danh mục các thí nghiệm	5
Bài 1: Xác định công thức phân tử $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	6
Bài 2: Xác định khối lượng nguyên tử K	7
Bài 3: Xác định khối lượng phân tử khí Oxi	9
Bài 4: Keät tinh - thaøng hoa - chöng caá.....	11
Bài 5: Trích ly.....	14
Bài 6: Nhiệt phân	17
Bài 7: Pha dung dịch và chuẩn độ.....	22
Bài 8: Phản ứng trao đổi	27
Bài 9: Phản ứng trao đổi.....	31
Bài 10: Chuẩn độ manganometrie của acid - bazơ yếu.....	33
Bài 11: Dung dịch đệm.....	37
Bài 12: Nitơ - tích số.....	43
Bài 13: Chuẩn độ theo phương pháp oxy hóa khử	46
Bài 14: Xác định hàm lượng S^{2-} trong dung dịch theo phương pháp khối lượng	48
Phụ lục: Bảng nhiệt độ tan tích phân (ΔH_m) của một số muối trong nước ở 25°C , kJ/mol.....	50

MÔN HỌC: THỰC HÀNH HÓA HỌC

1. Mã môn học: 051HO210
2. Số môn học trong chương: 2
3. Trình độ thuộc khối kiến thức: Khoa học cơ bản
4. Phần bổ sung kiến thức: Thực hành 100%
5. Nội dung kiến thức: Học sau môn Hóa học cơ bản và Kỹ thuật phòng thí nghiệm.
6. Mục tiêu và nội dung môn học:.
7. Nhiệm vụ của sinh viên: Tham dự học và thảo luận đầy đủ. Thi và kiểm tra giữa học kỳ theo qui chế 04/1999/QĐ-BGD&ĐT.
8. Tài liệu học tập: Giáo trình lý thuyết và giáo trình thực hành, các sách tham khảo.
9. Tài liệu tham khảo:
 - [1]. Nguyễn Minh Châu - Hóa học cơ bản - NXB Giáo dục 2001
 - [2]. Nguyễn Đức Chuy - Hóa học cơ bản - NXB Giáo dục 2002
 - [3]. Nguyễn Đình Soa - Hóa học cơ bản 1 và 2 - NXB Giáo dục 2002
 - [4]. Lê Ngọc Thiêm và Trần Hiệp Hải - Bộ tập Notebook nguyên lý cơ bản của hóa học - NXB Giáo dục 2002
 - [5]. Hoàng Ngọc Loan - Thực hành hóa học cơ bản - Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
10. Tiêu chuẩn đánh giá sinh viên:
 - Nhận biết các bài nội dung môn học
 - Có tính chủ động và thái độ nghiêm túc trong học tập
 - Kiểm tra giữa học kỳ và thi
11. Thời gian: 10/10
12. Mục tiêu của môn học: Giúp sinh viên nắm vững các bài của vai trò thông qua các thí nghiệm cơ bản.

13. Nội dung chi tiết môn học:

Nội dung	Thời lượng	Ghi chú
Bài 1: Xác định công thức phân tử của $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	5	
Bài 2: Xác định khối lượng nguyên tử kẽm	5	
Bài 3: Xác định khối lượng phân tử khí oxy	5	
Bài 4: Keatinh - Thuỷ hoa - Chỉ thị màu	5	
Bài 5: Trích ly	5	
Bài 6: Nhiệt phân oxit	5	
Bài 7: Phân tích định lượng	5	
Bài 8: Phân tích định lượng	5	
Bài 9: Phân tích trao đổi	5	
Bài 10: Chuẩn độ manganometrie của acid - bazơ yếu	5	
Bài 11: Dung dịch đệm		
Bài 12: Nitơ - Tỉ số đạm	5	
Bài 13: Chuẩn độ theo phương pháp oxy hoá khử	5	
Bài 14: Xác định hàm lượng Sắt (III) trong dung dịch theo phương pháp khối lượng	5	

DANH MỤC CÁC THÍ NGHIỆM

Sinh viên chuẩn bị các thí nghiệm sau trong buổi thí nghiệm tổng hợp với hiệu suất tạo của mình.

Bước	Cao răng	Trung cấp và công nghệ
1	1	1
2	2 và 3	2 và 3
3	4	4
4	6	6
5	7	7
6	8	8
7	9	9
8	10	10
9	11	11
10	12	12
11	13	13
12	14	14

BAI 1: XÁC ĐỊNH CÔNG THỨC PHÂN TỬ $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

I. MỤC ĐÍCH

Thông qua lý thuyết về cách sử dụng cân, sinh viên tập cân để xác định công thức của muối hydrat $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

II. CÔ SỞ LÝ THUYẾT

Tinh thể muối hydrat khi đun nóng sẽ mất nước kết tinh và chuyển thành muối khan. Do vậy bằng cách cân khối lượng của muối trước và sau khi nung ta có thể biết được hàm lượng nước kết tinh có trong muối từ đó tính được số phân tử nước (n) trong công thức của muối.

III. DỤNG CỤ - HOÀ CHẤT

- Cân số
- Cân phân tích
- Cân số
- Tủ sấy
- Muối $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

IV. THỰC HÀNH

Lấy 1 chén số để cân, rửa sạch, sấy khô trong tủ sấy, để nguội chén trong bình hút ẩm, cân chén bằng cân kỹ thuật (cân chính xác 0,01g), ghi lấy khối lượng. Lấy khoảng 3- 4 gam $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, cho vào chén rồi đem cân, ghi khối lượng m_1 thu được. Sau đó để vào bếp cách cách hoặc tủ sấy (nhiệt độ khoảng 220°C), cho đến khi nước hydrat bay hơi hết. Cho chén vào bình hút ẩm để nguội rồi cân. Lấy lại khoảng 2-3 lần cho đến khi khối lượng chén cân hầu như không thay đổi hoặc sai khác giới hạn của cân không vượt quá 0,01gam, ghi khối lượng m_2 .

Chú ý: Khi cân muối thu được luôn luôn phải dùng nắp kín để tránh trở ngại hộp muối CuSO_4 khan tiếp xúc với không khí ẩm.

V. KẾT QUẢ

Lần thí nghiệm	m_1	m_2	$m_1 - m_2$	Công thức muối hydrat
1				
2				
3				

VI. CÂU HỎI

- Nước hidrat là gì?
- Tại sao sau khi nung ta phải để chén số trong bình hút ẩm?

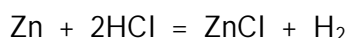
BAI 2: XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG NGUYÊN TỬ KEM

I. MỤC ĐÍCH

Ba thí nghiệm nhằm xác định khối lượng nguyên tử của Zn thông qua việc xác định thể tích của khí sinh ra trong phản ứng.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Xét phản ứng hoá học



Để xác định khối lượng nguyên tử của Zn ta cần đo thể tích khí H₂ thoát ra như sau

$$n = \frac{PV}{RT}$$

Trong đó

- P : áp suất riêng phần của H₂ trong hỗn hợp, atm.
- V : thể tích H₂ sinh ra trong phản ứng, l.
- T : nhiệt độ tuyệt đối phản ứng, °K.
- R : hằng số khí lý tưởng.

Ta có:

$$V_0 = V_1 - V_{\text{H}_2}$$

- V₁ : Thể tích ống rộng
- V₀ : Thể tích nước còn lại trong ống rộng
- V_{H₂} : Thể tích hydro thoát ra

Hỗn hợp hơi trong bình phản ứng bao gồm hơi nước bão hòa và khí hydro nên áp suất riêng phần của hydro tính theo công thức sau

$$P_{\text{H}_2} = P_a - P_{\text{H}_2\text{O}}$$

P_a : áp suất khí quyển tính bằng mmHg (trong thí nghiệm nếu không có khí áp kế thì lấy P_a = 760 mm Hg)

Áp suất hơi nước bão hòa ở các nhiệt độ khác nhau như sau trong bảng sau:

t(°C)	15	20	25	30	35	40
P _{H₂O} mmHg	12,79	17,54	23,76	31,82	42,18	55,32

Để xác định khối lượng nguyên tử của Zn ta cần đo thể tích khí H₂ sinh ra và khối lượng kẽm tham gia phản ứng và nguyên tử khối của nó

$$n_{Zn} = \frac{m_{Zn}}{A_{Zn}} \Rightarrow A_{Zn} = \frac{m_{Zn}}{n_{Zn}}$$

m_{Zn} : khối lượng kẽm tham gia trong phản ứng

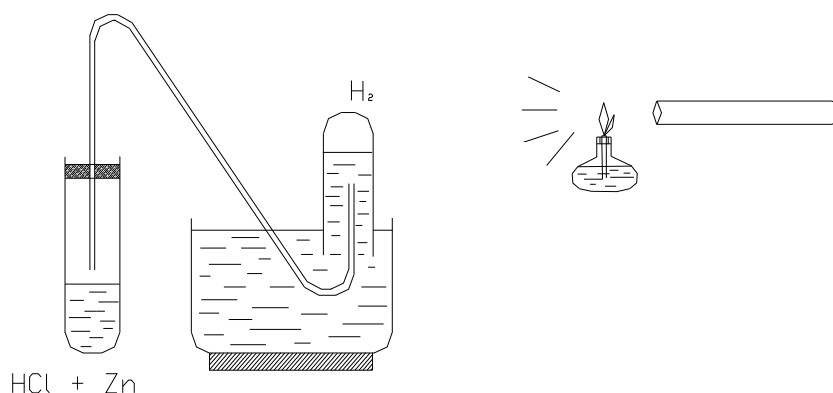
n_{Zn} : số mol kẽm phản ứng

III. DỤNG CỤ – HÓA CHẤT

- Hóa chất dung dịch hình vẽ
- Pipet 5ml
- Cân kỹ thuật
- Bọt cao su
- Dung dịch HCl 6N
- Kẽm hạt

IV. THỰC HÀNH

Lắp dụng cụ theo hình số 1



Cân khoảng 0.1 gam Zn bằng cân kỹ thuật rồi chính xác 0,01g cho vào bình cầu chứa 5ml dung dịch HCl 6N trong số 1 hình vẽ. Đặt trực tiếp trên ống rộng để tích khí H₂ sinh ra. Xác định thể tích nước còn lại trong ống rộng. Tính nguyên tử khối Zn.

Thí nghiệm rồi tiếp hành 3 lần, so sánh kết quả các lần với nhau.

V. KẾT QUẢ

STT	Thể tích H ₂	Số mol H ₂	Số mol Zn	Khoảng khối Zn	Nguyên tử khối Zn
1					
2					
3					

So sánh kết quả với nguyên tử khối của Zn.

VI. CÂU HỎI

- So sánh kết quả thí nghiệm với nguyên tử khối của Zn. Giải thích tại sao có sự sai biệt?
- Thế nào là khí lý tưởng?
- Áp suất hơi bão hòa là gì? Nếu số khác biệt giữa áp suất hơi bão hòa của dung dịch so với dung môi nguyên chất?

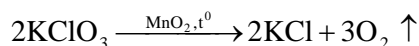
BÀI 3: XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG PHẢN TỬ KHÍ OXI

I. MỤC ĐÍCH

Bài thí nghiệm nhằm xác định khối lượng phản tử khí Oxi thông qua việc xác định thể tích của khí sinh ra trong phản ứng.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Xét phản ứng hoá học



Để đo các số liệu thí nghiệm về tính khối lượng phản tử khí oxi theo phương trình trạng thái khí lý tưởng.

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

Trong đó

- m : khối lượng khí oxi
- P : áp suất riêng phần của O_2 trong hỗn hợp, atm.
- V : thể tích O_2 thực sinh ra trong phản ứng, l.
- T : nhiệt độ tuyệt đối phản ứng, ^0K .
- R : hằng số khí lý tưởng.

Ta có:

$$V_0 = V_1 - V_{\text{O}_2}$$

- V_1 : Thể tích ống rộng
- V_0 : Thể tích nước còn lại trong ống rộng
- V_{O_2} : Thể tích oxi thoát ra

$$P_{\text{O}_2} = P_a - P_{\text{H}_2\text{O}}$$

P_a : áp suất khí quyển tính bằng mmHg (trong thí nghiệm nếu không có khí áp kế nếu P_a thì lấy $P_a = 760\text{mmHg}$)

Áp suất hơi nước bão hòa ở các nhiệt độ khác nhau thực trong bảng sau:

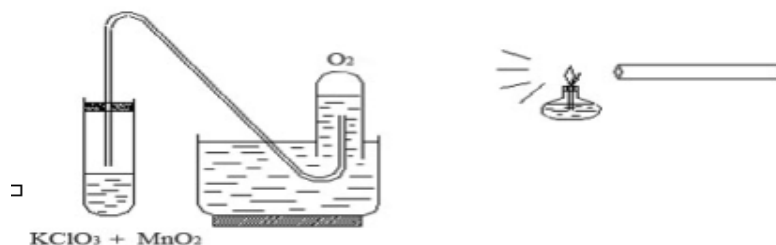
t(^0C)	15	20	25	30	35	40
$P_{\text{H}_2\text{O}}$ mmHg	12,79	17,54	23,76	31,82	42,18	55,32

III. DỤNG CỤ – HÓA CHẤT

- Heát hoả dụng củi hình vĩa
- Ống nghiệm chịu nhiệt
- Nước cất
- Bóp cao su
- Caê kyđhuađ
- Kali clorat
- Mangan đioxit
- Clođion

IV. THỰC HÀNH

Lập dụng cụ theo hình sơ đồ



Trộn đều 0,4g $KClO_3$ và 0,08g MnO_2 cho vào ống nghiệm chịu nhiệt, rồi lấy khóa Caê ống nghiệm chỉ là hơi chất trên caê phaê tích. Ghi khối lượng ống m_1 . Lập ống nghiệm vào giá coilot boâng. Cho nút ống nghiệm vào nút ống vào chậu nước. Chuiyikhoâng có bọt khí trong ống rộng. Dùng nút cao su này kín ống nghiệm, nếu cần gáê nút ống nghiệm vào ống dẫn baêng cloriôn cho kín. Nún nheitoaê theáoá nghiệm, sau rồi tập trung rún cho coilot hơi chất raê. Khí oxi thoát ra này coil nút ống trong ống rộng xuống (chuiyikhoâng này hecoil nút ống). Phản ứng xong, tháo ống dẫn ra rồi raê môi taê rêu. Nếu có khí oxi trólai nheê róp hơng môi rồi theáích khí oxi rồi chiều cao coil nút ống. Nùng thớ rêm caê ống nghiệm vào coilot lại. Ghi khối lượng ống m_2 .

V. KẾT QUẢ

STT	m_1	m_2	Khoá lượng ống O_2 ($m_2 - m_1$)	Theáích O_2	Phaê tỉ lệ ống O_2
1					
2					
3					

So sánh kết quả với phaê tỉ lệ ống của O_2 .

VI. CÂU HỎI

- Vai trò của MnO_2 trong nheê phaê $KClO_3$?
- Tại sao khi phản ứng xong phải tháo ống dẫn ra rồi raê môi taê rêu có bọt khí trong ống rộng trólai nheê róp hơng môi caê ống nghiệm, môi rồi theáích khí oxi?

BÀI 4: KẾT TINH - THĂNG HOA - CHỒNG CẤT

I. MỤC ĐÍCH

Giúp cho sinh viên hiểu bản chất các quá trình kết tinh, thăng hoa và chưng cất để từ đó ứng dụng tinh chế các hợp chất.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. Phương pháp kết tinh:

Phương pháp này dùng để tinh chế các chất rắn dễ tan khi hoà tan trong dung môi hoặc dung môi thích hợp. Trước hết ta cần đun sôi để hoà tan hoàn toàn chất rắn cần tinh chế ở nồng độ cao nhất có thể. Sau đó làm lạnh dung dịch để các chất kết tinh trở lại.

Dung môi thích hợp phải hoà tan tốt chất rắn khi đun sôi ít hoà tan khi làm lạnh và phải thoả mãn các điều kiện sau:

- Không phản ứng với chất rắn cần tinh chế
- Không hoà tan tạp chất.
- Dễ bay hơi khỏi bề mặt chất rắn khi làm khô
- Ít độc và dễ tìm.

2. Phương pháp thăng hoa:

Thăng hoa là quá trình làm bay hơi chất rắn rồi ngưng tụ lại thành tinh thể không qua giai đoạn lỏng. Phương pháp này áp dụng để tinh chế những chất rắn có áp suất hơi bão hoà thấp. Nhờ có cột mồi sơ kỳ để làm quá trình xảy ra chậm, sản phẩm hao hụt một phần.

3. Phương pháp chưng cất đôi áp suất thấp:

Phương pháp chưng cất đôi ở áp suất thấp để tránh hiện tượng sôi khô của các tạp chất hoà tan hoặc các chất khó bay hơi.

Trước hết chất lỏng ở áp suất thấp được đun sôi, hơi ở áp suất thấp ngưng tụ lại thành chất lỏng. Nhờ làm giảm áp suất, nên ở áp suất thấp chất lỏng sẽ sôi khi đun sôi ở áp suất thấp.

Nhờ ở áp suất thấp nên nhiệt độ sôi ở 80°C thì đun bằng bếp cách thủy. Nhờ ở áp suất thấp nên nhiệt độ sôi cao hơn thì đun với bếp cách cát.

III. DỤNG CỤ – HÓA CHẤT

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| - Heát hoá ở nhiệt độ cao | - Tinh thể muối NaCl |
| - Nhiệt kế | - Acid Salicylic có tạp chất |
| - Bếp điện | - Than hoạt tính (nếu cần) |
| - Thau nhôm | - Hộp acetone |
| - Tủ thủy tinh | - Becher 250ml |

IV. THỰC HÀNH

1. Thí nghiệm 1: Tinh chế muối ăn bằng phương pháp kết tinh lại

- Cân chính xác 10 g muối ăn đã rang ra để cân kỹ thuật, cho vào becher 100 ml coi chừng sạch khoảng 50ml nước cất
- Nung nóng, khuấy đều cho hết khí muối rời khỏi tan hoàn toàn. Nếu dung dịch hoàn toàn thì cho vào thêm một ít than hoạt tính (khoảng 2 - 5 % trọng lượng chất cần tinh chế lại) để loại bỏ tạp chất. Lọc dung dịch thu được bằng phễu lọc áp suất thì xong. Cho vào dung dịch muối qua lọc trẻ cho hết khí bay ra xuất hiện vẩn đục thì dừng lại.
- Để nguội, làm lạnh dung dịch bằng nước đá cho hết khí NaCl kết tinh hoàn toàn thì dừng lại.
- Lọc chất không dung dịch thu được, lấy sản phẩm đem sấy trong tủ hút ở 80°C trong 10 phút.
- Cân sản phẩm và xác định hàm lượng tinh khiết trong mẫu ban đầu.
- Thí nghiệm trên thực hiện 3 lần, lấy kết quả trung bình.

2. Thí nghiệm 2: Thu tinh acid Salicylic

- Lấy chính xác 1 gam acid Salicylic nghiền mịn, cho vào bát sứ nhỏ
- Dùng một tờ giấy lọc đã rửa sạch lọc khô rồi sấy kín chén sứ (nếu có kính tờ giấy lọc phải lộn ngược chén sứ một ít để hơi axit không thoát), lấy một phễu thủy tinh rửa sạch nút chặt rồi úp ngược chén sứ lên chén sứ.
- Nung cách chén sứ ở nhiệt độ khoảng 75 - 80°C cho hết khí phần lớn chất rắn rời chén sứ đã thăng hoa vào bình và giấy lọc.
- Thu hồi và xác định khối lượng sản phẩm ra.
(Nộp sản phẩm cho giáo viên hướng dẫn).

Chú ý: Không rửa chén sứ bằng nước lạnh ngay sau khi chén sứ nóng vì hơi Salicylic bay ra sẽ đọng lại trên chén sứ.

3. Thí nghiệm 3: Chưng cất aceton

- Cho vào bình Wurt 25ml aceton, thêm vào 1 ít muối để dung dịch sôi đều. Lắp đặt hệ thống chưng cất như hình vẽ
- Nung cách thủy hoa để trên bếp điện ở nhiệt độ khoảng 56°C - 58°C. Dùng bình cầu 50ml để trong chậu nước lạnh để thu hồi sản phẩm qua ống sinh hàn.
- Quá trình kết thúc khi thấy trong bình Wurt còn khoảng 3 - 5 ml. Xác định thể tích sản phẩm thu được.

V. KẾT QUẢ

STT	m (g) hỗn hợp ban đầu	m (g) sản phẩm	Hàm lượng % chất tinh khiết
1			
2			

VI. CÂU HỎI

1. Cho biết sự thay đổi của nhiệt độ trong các quá trình thăng hoa, kết tinh và chưng cất.
2. Nêu tên các phương pháp nổi bật để định chế các chất. Nguyên nhân của từng phương pháp đó.
3. Tại sao trong mỗi thí nghiệm cần chú ý về nhiệt độ?

BÀI 5: TRÍCH LY

I. MỤC ĐÍCH

Giúp sinh viên hiểu rõ các bước của quá trình trích ly và ứng dụng nó trong việc tách chiết một số chất hữu cơ tan ra khỏi dung dịch chất rắn.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. Sơ trích (Chiết, Tách):

Trích là quá trình chuyển một chất ở dạng hòa tan hay ở dạng huyền phù sang một pha lỏng khác.

- Sơ trích bao gồm các bước hòa tan và tách (hoà tan) của theo trình tự các bước NEXT. Theo trình tự này: ở mỗi bước rửa lại bình khi rửa lại trạng thái của bình thì tỷ lệ nồng độ của chất hòa tan trong hai pha lỏng A và B không tan vào nhau là một hằng số phụ thuộc vào tính chất của chất, với $K = C_A/C_B$. Muốn trích một chất A ra khỏi hỗn hợp A, B: ta phải chọn dung môi trích có độ hòa tan của A cao hơn nhiều so với của B ($K \gg 1$).
- Dung môi dùng để trích là ether dầu hỏa; hexan; ether dietyl; benzen; cloroform; tetraclorua cacbon; aceton ... Các dung môi dùng để trích ngoài tính không tan trong dung dịch nhúng hòa tan của các chất trích, nó còn cần có sự khác biệt nhiều về độ hòa tan với các chất trích càng nhiều càng tốt. Khi trích nên trích nhiều lần với mỗi lần một lượng nhỏ dung môi hơn là trích một lần với một lượng lớn dung môi.
- Các chất trích là một hỗn hợp gồm nhiều chất. Có hai loại hỗn hợp thì dễ dàng tách hai hay nhiều chất lỏng tạo thành một trạng thái duy nhất hoặc có thể là nhiều chất lỏng hòa tan vào nhau. Trường hợp này, chọn dung môi nào sẽ hòa tan tất cả các chất của hỗn hợp. Dùng cuống ống dùng để bình lỏng (phần chiết).
- Khi cần trích một chất thuộc một hỗn hợp rắn (hai hay nhiều chất), thí dụ như bột cà phê, dung môi dùng để trích là các dung môi có độ hòa tan của nó cao nhất khác nhau. Nhờ đó có thể tách ra các phần khác nhau chỉ là các nhóm hóa chất mang nhóm chức nhất định. Dùng cuống ống dùng cho trường hợp này là máy tách trích (soxhlet).
- Một hình thức ứng dụng của sơ trích là sơ trích ngược. Đó là một chất lỏng thì dùng bình lỏng, rửa lại một chất rắn thì dùng phần chiết.

2. Kỹ thuật chiết bằng phần chiết (bình lỏng):

- Cho dung dịch chất tan và dung môi vào bình lỏng (toang thể tích khoảng 3/4 thể tích của bình lỏng): lắc bình lỏng và khuấy, lắc bình lỏng và khuấy, khuấy, lắc bình cho các bước, rửa môi trường đó ở vị trí của bình lỏng để tách riêng hai lớp chất lỏng ra. Trường hợp sau khi lắc, dung dịch tạo thành một khối pha thành hai lớp rõ rệt thì ta thử ống cho thêm một ít muối tinh khi cần để thay đổi tỷ trọng, lúc rồi

VI. CÂU HỎI

1. Trích ly là gì? Nêu ý nghĩa của quá trình trích ly.
2. Phân biệt trích ly với chưng cất?
3. Tại sao muốn tách một chất A ra khỏi một chất B bằng dung môi C thì độ hòa tan của A trong C phải lớn hơn nhiều so với độ hòa tan của A trong B.

BÀI 6: NHIỆT PHẢN ỨNG

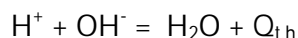
I. MỨC NÍCH

Dùng phương pháp nhiệt lượng kế để xác định các loại hiệu ứng nhiệt.

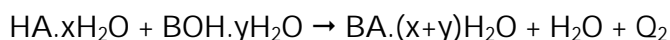
II. CÔ SÔ LÝ THUYẾT

1. Nhiệt trung hòa:

Phản ứng trung hòa của acid mạnh và baz mạnh



Tuy nhiên, trong quá trình phản ứng, kèm theo quá trình trung hòa còn có quá trình pha loãng hòa chất do số ít tăng thể tích khi trộn lẫn các chất. Với 1 thể tích dung dịch V_1 của acid mạnh HA. xH_2O tác dụng với 1 thể tích V_2 dung dịch Bazơ $BOH.yH_2O$, ta có



$$Q_2 = Q_{t,h} + \Sigma Q_{phl}$$

$Q_{t,h}$: Nhiệt trung hòa

Q_{phl} : Nhiệt pha loãng

x, y : Số mol H_2O /1 mol chất phản ứng.

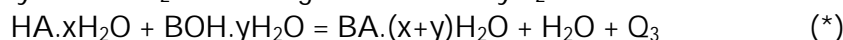
Khi rồi thể tích dung dịch sản phẩm V tính gần đúng sẽ là

$$V = V_1 + V_2$$

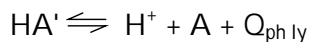
Muốn xác định rồi $Q_{t,h}$, phải xác định rồi Q_2 và Q_{phl}

2. Nhiệt phân ly:

Nếu cho axit yếu $HA.xH_2O$ tác dụng với baz $BOH.yH_2O$ mạnh



Trong quá trình (*), ngoài quá trình trung hòa, quá trình pha loãng, còn có quá trình phân ly của acid yếu:



$Q_{ph ly}$: Nhiệt phân ly.

Tổng nhiệt

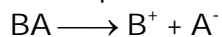
$$Q_3 = Q_{t,h} + \Sigma Q_{phl} + Q_{ph ly}$$

Nếu biết rồi Q_3 , $Q_{t,h}$, ΣQ_{phl} sẽ tính rồi $Q_{ph ly}$

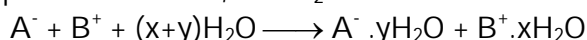
3. Nhiệt hòa tan:

Khi cho 1 chất đang tinh thể hòa tan vào chất lỏng, xảy ra 2 quá trình

Sơ i phân hủy mạng tinh thể là quá trình thu nhiệt, có $\Delta H_1 > 0$



Sơ i solvat hóa ion, là quá trình tỏa nhiệt, có $\Delta H_2 < 0$

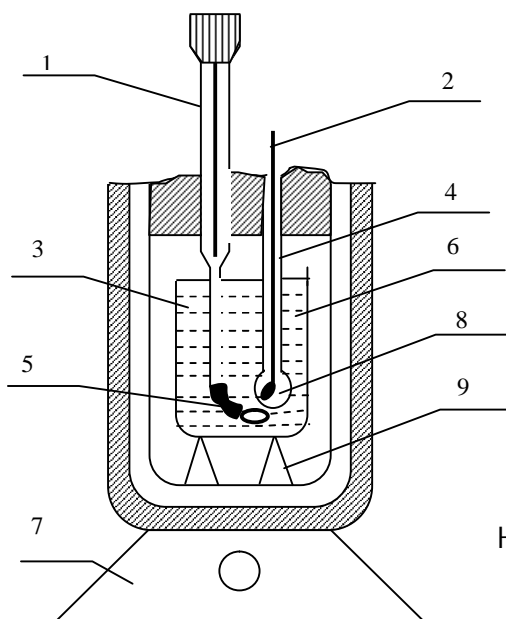


Tổng quá trình: $BA \rightarrow B^+.xH_2O + A^-.yH_2O + Q_{ht}$

Nhiệt hòa tan: $Q_{ht} = \Delta H_1 + \Delta H_2$

4. Cách xác định các loại hiệu ứng nhiệt bằng nhiệt lượng kế:

Cách tạo và cách sử dụng nhiệt kế Beckman



1. Nhiệt kế Beckman
2. Bulb thủy tinh
3. Bình phản ứng
4. Ampul
5. Cánh khuấy từ
6. Dung dịch chất phản ứng
7. Máy khuấy từ
8. Chất phản ứng
9. Lớp cách nhiệt của NLK

Hình 1: Nhiệt lượng kế

Nhiệt kế Beckman là loại nhiệt kế dùng để đo biến thiên nhiệt độ khoảng lớn (khoảng 2 - 4^o). Nhiệt kế này không cho phép xác định giá trị của nhiệt độ một cách trực tiếp chính xác. Nếu cần biết của nhiệt kế này làm hoạt động của bộ thủy ngân phía (phía trên) có thể thay đổi là ống thủy ngân ở bộ chính (bên dưới) và do đó có thể sử dụng nhiệt kế trong khoảng nhiệt độ khoảng lớn (từ 0^oC đến 200^oC).

Trở lại khi thí nghiệm cần việc chuẩn nhiệt kế sao cho độ chính xác thí nghiệm, một thủy ngân luôn nằm trong giới hạn thang chia độ. Khoảng cách giữa vạch cuối cùng của thang chia độ và vị trí của bộ chính với 1,5 - 2,5^oC. Vì vậy nếu độ chính xác của thủy ngân có thể thay đổi chính xác thang chia độ cho tới tại bộ chính thì khi làm giảm nhiệt độ xuống khoảng 2^o, thủy ngân sẽ nằm ở vị trí cao nhất của thang chia độ xuống khoảng 8^o, một thủy ngân sẽ nằm ở vị trí 0.

Biểu thức quy tắc này chúng ta có thể viết như sau:

- Làm nóng nhiệt kế (bằng lòng bàn tay hay ngâm trong nước ấm) để thủy ngân của bộ chính và bộ chính với nhau.
- Nếu nhiệt kế có độ chính xác lớn hơn nhiệt độ của chất lỏng trong bình thì nhiệt độ khoảng 2^o - 3^o. Nếu quá trình của nhiệt độ của chất lỏng thu nhiệt ($\Delta H > 0$) vào khoảng 6^o-7^o nếu quá trình tỏa nhiệt ($\Delta H < 0$)
- Sau 2 - 3 phút, rút nhiệt kế ra khỏi có độ chính xác và nhanh chóng đưa về phía của nhiệt kế vào ngón tay cái cho có thể thay đổi vị trí ra, sau đó lặp lại nhiệt kế vào giai

5. Nguyên tắc xác định:

IV. THỰC HÀNH

1. Thí nghiệm 1: Xác định nhiệt dung hệ thống nhiệt lượng kế C

Nồng chính xác 200 ml nước cất cho vào bình nhiệt lượng kế khuấy khoảng 2 phút. Để rồi bắt đầu hoà tan giã và định thời gian bắt đầu.

Theo dõi nhiệt độ 30 giây ghi nhiệt độ 1 lần, ghi khoảng 7 - 10 lần nhiệt độ. Cất cao thêm 4g NH₄Cl cho vào nhiệt lượng kế khuấy, theo dõi ghi nhiệt độ 30 giây/lần. Thời điểm này nhiệt độ thay đổi nhanh nên cứ 15 giây thay đổi nhiệt độ 1 lần.

Khi quá trình chính kết thúc, nhiệt độ thay đổi dần chậm, khoảng 30 giây ghi nhiệt độ 1 lần, ghi khoảng 10 - 15 lần.

$$H_{NH_4Cl} = -\frac{Q_1}{n} \Rightarrow C^* = -\frac{m}{M} \times \frac{H_{NH_4Cl}}{T_2 - T_1}$$

H_{NH₄Cl}: tra trong bảng

m: Số gam NH₄Cl cho vào nhiệt lượng kế

M: Phân tử lượng của NH₄Cl

2. Thí nghiệm 2 : Xác định nhiệt hoà tan NaOH trong H₂O

Nồng chính xác 200ml nước cất cho vào nhiệt lượng kế cất chính xác 4g NaOH. Tiến hành thí nghiệm nhờ phần trên để xác định $\Delta T_2 = T_2 - T_1$.

Nhiệt hoà tan NaOH trong nước:

$$H_{ht} = -\left(\frac{Q_2}{n}\right) = -\left(\frac{C^* \cdot (T_2 - T_1)}{\frac{m}{M}}\right)$$

m : số gam NaOH

M : phân tử lượng của NaOH

C* : nhiệt dung của hệ thống (Số dùng kết quả thí nghiệm a)

3. Thí nghiệm 3 : Xác định nhiệt trung hoà dung dịch HCl 0,1M

Lấy 100 ml từ thí nghiệm 2 nhờ ng thay nước cất bằng 200ml dung dịch HCl 0,1M.

Xác định $\Delta T_3 = T_2 - T_1$.

Tính : $Q_3 = C^* \cdot (T_2 - T_1)$

Maekhaic : $Q_3 = Q_{trung\ ho\ a} + Q_{pha\ lo\ a\ ng}$ (cho $Q_{pha\ lo\ a\ ng} = 0$)

Tổ chức suy ra $Q_{trung\ ho\ a}$

4. Thí nghiệm 4 : Xác định nhiệt phản ly CH₃COOH

Tổ chức từ thí nghiệm 3 nhờ ng thay HCl bằng CH₃COOH.

Xác định $\Delta T_4 = T_2 - T_1$.

Tính : $Q_4 = C^* \cdot (T_2 - T_1)$

Maekhaic : $Q_4 = Q_{trung\ ho\ a} + Q_{pha\ lo\ a\ ng} + Q_{pha\ ly}$ (cho $Q_{pha\ lo\ a\ ng} = 0$)

Tổ chức suy ra $Q_{pha\ ly}$

Chú ý mỗi thí nghiệm làm 3 lần lấy kết quả trung bình

V. KẾT QUẢ

- Về phần nhiệt độ - thông gian để tìm ΔT_1 . Từ ΔT_1 tìm rồi để xác định nhiệt dung của hệ thống nhiệt là ứng kế
- Xác định các giá trị ΔT_2 , ΔT_3 , ΔT_4 , sau đó tính nhiệt hòa tan, nhiệt trung hòa, nhiệt phân ly.

VI. CÂU HỎI

1. Hiệu ứng nhiệt là gì? Phân biệt sự khác nhau và giống nhau giữa hiệu ứng nhiệt với biến thiên entanpi.
2. Nhiệt hòa tan và nhiệt trung hòa là gì? Nhiệt trung hòa giữa một acid mạnh với một baz mạnh phụ thuộc các yếu tố nào?
3. Phân biệt "nhiệt dung riêng" và "nhiệt dung hệ thống".

BÀI 7: PHA DUNG DỊCH VÀ CHUẨN NỒNG

I. MỤC ĐÍCH

Vấn dụng lý thuyết để thực hành chế các dung dịch có nồng độ cần thiết. Biết các tính chất của dung dịch và cách pha chế.

II. CÔ SỞ LÝ THUYẾT

1. Nồng độ dung dịch:

Để dễ dàng xác định nồng độ của dung dịch hay dung môi trong một hỗn hợp, người ta thường dùng các cách khác nhau.

- Nồng độ phần trăm khối lượng (%) là số gam chất tan chia cho 100 gam dung dịch.
- Nồng độ mol (C_M hay M) là số mol chất tan chia cho thể tích dung dịch.
- Nồng độ đương lượng (C_N hay N) là số đương lượng gam chất tan chia cho thể tích dung dịch.
- Nồng độ molal (C_m hay m) là số mol chất tan trong 1000 gam dung môi.
- Nồng độ phần mol (X_i) là số mol chất i chia cho tổng số mol của các

chất có mặt trong dung dịch:
$$X_i = \frac{n_i}{\sum n}$$

2. Pha chế dung dịch:

a. Pha dung dịch chuẩn

Dung dịch chuẩn là dung dịch có nồng độ đã biết chính xác. Có hai cách pha chế dung dịch chuẩn.

- Cách một là dùng chất chính xác rồi hòa tan trong bình định mức, pha loãng dung dịch bằng nước cất cho tới vạch ngoài. Biết thể tích dung dịch và khối lượng chất tan, tính được nồng độ dung dịch. Nồng độ dung dịch chuẩn trong pha tích thể tích thì dùng nồng độ đương lượng. Việc pha chế theo cách trên chỉ thực hiện khi chất pha chế phải tinh khiết về mặt hóa học, thành phần của chất phải đúng với công thức phân tử và khi cân lượng ra để trong dung dịch. Chất thừa mẫu các yếu cầu rồi gọi là chuẩn gốc.
- Nếu không có chuẩn gốc, thì dùng dung dịch có nồng độ gần đúng, sau rồi dùng dung dịch chuẩn gốc để xác định lại nồng độ dung dịch vì pha. Ví dụ dùng dung dịch axit oxalic ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) chuẩn để xác định lại nồng độ dung dịch NaOH.

Nếu tiến hành trong các phòng thí nghiệm thì dùng dung dịch "chất tiêu chuẩn". Nhờ đó chuẩn rồi là dễ dàng của một chất khác nhau thì các chất chính xác hoặc là một thể tích của các dung dịch chuẩn rồi thì các chất chính xác cần thiết để pha một lít 0,1N nếu thì các bình và ống thủy tinh nhỏ hơn kín (1), trên ống có hai cho thủy tinh lỏng, rồi rồi tháo

oáng raá moing (goi lađfixanal). Tieá haøh pha cheáđung dõch chuaá rãbaøg” chaá tieá chuaá” nhõ sau:

Lau saách choáthuyt tinh moing õu moá rãu. Laý rãu thuyt tinh nhõn (3) choá thuyt rãu moing, loá nhõ õc oáng hõ ing treá moá pheá (2) rãe vaø bõnh rõnh mõ ic. Sau rõu choá thuyt choá loá thõ ihai. Cho daá lõ õng hoá chaá hoá lõ õng dung dõch trong oáng rõu vaø bõnh rõnh mõ ic 1l roá hoá tan vaø pha loaõg dung dõch thu rõ õc baøg nhõ õc caá rãe vách ngaá.

b. Pha cheáđung dõch tõ đung dõch coi noáng rãkhaic

Pha loaõg dung dõch: Lađtheá nhõ õc caá vaø rãe đung dõch coi noáng rãnhoá hõn. Goá C_1, C_2 vaø V_1, V_2 , laõ noáng rã vaø đeá đich dung dõch trõ õc vaø sau khi pha loaõg, vì lõ õng chaá tan khoá rã ñeá $C_1V_1 = C_2V_2$, goá V_n lađ đeá đich nhõ õc đung pha loaõg thì: $V_2 = V_1 + V_n$ vaø đeá thõ ic treá coi đang: $C_1V_1 = (V_1 + V_n).C_2$ (1)

Ví đui caá theá bao nhieá ml nhõ õc vaø 500ml dung dõch axit HCl 0,122N rãe coi dung dõch axit HCl 0,100N.

$$\begin{aligned} \text{Theo đeá thõ ic (1):} \quad 0,122.500 &= 0,100.(500 + V_n) \\ V_n &= 110\text{ml} \end{aligned}$$

Pha troá dung dõch: Giaõ õi troá V_1 ml dung dõch chaá A coi noáng rã C_1 với V_2 ml dung dõch coi noáng rã C_2 thu rõ õc $V_{ml} = V_1 + V_2$ dung dõch chaá A coi noáng rã C , vaø đeá thõ ic treá coi đang:

$$C_1V_1 + C_2V_2 = CV \quad (2)$$

Ví đui Caá theá bao nhieá ml dung dõch HCl rãe 12N vaø 200ml dung dõch HCl 0,8N rãe coi dung dõch HCl 1N.

$$\begin{aligned} \text{Theo đeá thõ ic (2):} \quad 12V_1 + 200.0,8 &= 1(V_1 + 200) \\ V_1 &= 3,63\text{ml HCl rãe 12N.} \end{aligned}$$

3. Xaic rõnh noáng rãoá dung dõch:

a. Xaic rõnh noáng rãoá dung dõch baøg phudkeá

Tyikhoá cuá dung dõch thay rã ñeá theo noáng rã ñeá đeá noáng rã cuá dung dõch coi theá suy ra tyikhoá vaø nhõ õc laá, đõ ña vaø baá tyikhoá coi saá.

Tyikhoá thõ õng rõ õc xaic rõnh baøg phudkeá Phudkeá đung cuá rãe ñeá nhanh tyikhoá cuá chaá loáng, laõ moá phao roáng baøg thuyt tinh. Phaá treá coi baøg chia rã ñeá õng õ ing với caá giaõ trõ cuá tyikhoá rã ñeá õc hieá chuaá õi nhieá rã ñeá xaic rõnh coi giaõ trõ trong baøg, phaá đõ õi baá chõ ña rã ñeá haá bi baøg chõ giõ õcho phudkeá ñi vì trõ ing thaøg khi nhuyt vaø dung dõch.

Thõ õng phudkeá ñeá õc đung rã ñeá tyikhoá trong khoáng 0,2 - 0,4 rõn và Ví đui coi phudkeá chia rã ñeá $\varnothing 1,000 - 1,200$ hoáe $1,400$; tõ $\varnothing 1,400 - 1,600$... ñeá thõ õng đung moá boá goá nhieá phudkeá khaic nhau rã ñeá tyikhoá trong moá khoáng roáng.

Caá xaic rõnh noáng rã baøg phudkeá ñeá chaá loáng nhieá cũ u vaø bõnh coi đang nhõ oáng rõng nhõ khoá chia rã ñeá coi theá đich khoáng 500ml rã ñeá ñeá Moá ic chaá loáng phaá thaá hõn mieøg bõnh. Thaá phudkeá saá vaø khoá vaø chaá loáng. Phudkeá phaá õi giõ ñeá bõnh khoá rõ õc chaá vaø thaøh bõnh ñeá ñeá treá cuøg moá maá phaøg vaø mõ ic chaá loáng, rõ õc giaõ trõ tyikhoá theo vách cuá thaøg chia rã ñeá khaic với beá maá chaá loáng. Đeá rõ õc tyikhoá tra baøg seá coi noáng rã cuá dung dõch. Trong trõ õng hõp giaõ trõ tyikhoá tim rõ õc tõ đõ ic nhieá khoá coi trong baøg tĩnh thì tĩnh noáng rã ñeá theo pheá noá suy.

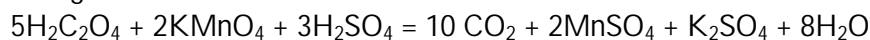
- Pha 100ml dung dịch axit HCl có nồng độ 0,1N từ dung dịch HCl 17% của phòng thí nghiệm.
 - Tra bảng tỷ khối để tìm tỷ khối dung dịch HCl 17%; tính thể tích dung dịch HCl 17% cần thiết để pha trong bình rửa mỗi lít 100ml (giới thiệu cách pha thí nghiệm 6).
3. Thí nghiệm 3: Pha dung dịch từ 2 dung dịch có nồng độ khác nhau.
- Pha 250ml dung dịch NaCl 7% từ dung dịch NaCl 10% (từ pha thí nghiệm 1) và dung dịch NaCl 5% (phòng thí nghiệm pha sẵn).
- Coi 2 cách pha:
- Pha theo nồng độ và dung dịch NaCl 10%.
 - Pha số phần trăm để pha:
- Tỷ lệ 7/3 và tỷ lệ khối lượng của 2 dung dịch cần dùng (dung dịch NaCl 10% và nồng độ cần) tra bảng tỷ khối để tìm tỷ khối của 3 dung dịch trên, sau đó tính thể tích dung dịch 10% và nồng độ cần thiết để pha 250ml dung dịch 7%.
- Để thể tích dung dịch cần dùng, rồi vào có trộn lẫn và khuấy đều.
- Pha theo dung dịch 5% và dung dịch 10% (cũng tính và để pha cách pha như trên).
- Kiểm tra nồng độ dung dịch bằng phương pháp so sánh với giá trị trong bảng tỷ khối.
4. Thí nghiệm 4: Pha loãng dung dịch
- Pha 100ml KMnO_4 0,01N từ dung dịch KMnO_4 0,1N (phòng thí nghiệm pha sẵn).
 - Dùng và về bình thí nghiệm (1) tính thể tích KMnO_4 0,1N cần lấy để pha trong bình rửa mỗi lít 100ml. (giới thiệu cách pha thí nghiệm 7).
5. Thí nghiệm 5: Xác định nồng độ dung dịch bằng phương pháp
- Lấy dung dịch HCl 2N (pha sẵn trong phòng thí nghiệm) rồi vào ống rộng có thể tích khoảng 500ml.
 - Dùng phương pháp tỷ khối của dung dịch với nồng độ chính xác $\pm 0,005$.
 - Để chia bằng tỷ khối để tìm nồng độ của dung dịch axit trên. Sau đó tính ra nồng độ phần trăm khối lượng.
6. Thí nghiệm 6: Xác định nồng độ bằng phương pháp chuẩn độ trung hoà
- Kiểm tra nồng độ dung dịch HCl pha thí nghiệm 2.
 - Để xác định nồng độ dung dịch HCl, dùng dung dịch chuẩn NaOH 0,1N (pha từ fixan).
 - Dùng và phản ứng trung hoà:
 - $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - Dùng phenolphthalein làm chất chỉ thị
 - Cách tiến hành: Dùng pipet lấy 20ml dung dịch HCl (pha thí nghiệm 2) cho vào bình hình nón 100ml. Nhỏ 2 - 3 giọt phenolphthalein. Để dung dịch chuẩn NaOH 0,1N vào buret 25ml cao hơn vạch số 0 khoảng 2ml sau đó điều chỉnh cho dung dịch chảy xuống từ đầu để khi vào khum của dung dịch trung với vạch số 0 thì không để bọt khí còn lại trong buret).

- Nếu xác định chính xác thì nên kết thúc phản ứng cần chuẩn dung dịch mẫu bằng cách lấy một bình nón rồi đổ 20ml nước cất cho thêm 2 - 3 giọt phenolphthalein vào một giọt dung dịch chuẩn NaOH 0,1N, dung dịch sẽ có màu hồng nhạt.
- Nếu bình hình nón chỉ dùng dung dịch axit để đổ buret vào thì đổ bình một tờ giấy trắng. Tay trái cầm cổ buret, nhấc buret ra khỏi dung dịch NaOH xuống bình hình nón. Tay phải cầm cổ buret để điều chỉnh theo vòng tròn. Khi nào dung dịch xuất hiện màu hồng nhạt bên trong 5 giây thì ngưng. Ghi thể tích dung dịch NaOH đã dùng. Tiến hành chuẩn độ 3 lần. Sai khác giữa các lần không quá 0,1ml. Lấy giá trị trung bình để suy ra nồng độ dung dịch HCl.

Chú ý: Nếu không có NaOH 0.1N pha từ oxalate thì pha dung dịch NaOH có nồng độ gần đúng 0,1N, sau đó pha dung dịch chuẩn $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ có nồng độ chính xác 0.1N theo phương pháp cần rồi dùng dung dịch chuẩn để xác định nồng độ NaOH chính xác bằng phương pháp chuẩn độ (dung dịch phenolphthalein làm chất chỉ thị).

7. Thí nghiệm 7: Xác định nồng độ bằng phương pháp chuẩn độ oxi hóa - khử

- Kiểm tra nồng độ của dung dịch $KMnO_4$ pha thí nghiệm 4.
- Nếu xác định nồng độ dung dịch $KMnO_4$ dùng dung dịch chuẩn $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ để tiến hành phản ứng oxi hóa - khử sau:



Cách tiến hành: Dùng pipet lấy 10ml dung dịch $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ 0,1N rồi pha sẵn ở phòng thí nghiệm vào bình hình nón, thêm 1ml H_2SO_4 2N, đun nóng 70 đến 80°C (khoảng 100°C đun sôi). Cho vào dung dịch $KMnO_4$ và pha thí nghiệm 4 vào buret và tiến hành chuẩn độ. Khi buret gần hết dung dịch $KMnO_4$ cần xác định điểm chuẩn bằng dung dịch $H_2C_2O_4$ đã axit hóa, để chuẩn dung dịch tới khi dung dịch có màu hồng nhạt bên trong 1 phút. Chuẩn độ 3 lần, lấy giá trị trung bình, tính nồng độ chính xác của dung dịch $KMnO_4$.

V. CÂU HỎI

1. Phải dùng bao nhiêu gam tinh thể hexahidrat của Canxi clorua để chuẩn 200ml dung dịch Canxi clorua 30% (d = 1,282). Nồng độ mol của dung dịch Canxi clorua, Ca^{2+} , Cl^- bằng bao nhiêu?
2. Trong phòng thí nghiệm sẵn có nước cất và các dung dịch Canxi clorua 20% (d = 1,77) và dung dịch 40% (d = 1,396). Tìm cách pha dung dịch mới bằng 2 phương pháp đơn giản, khác nhau.
3. Khi trung hòa 50 ml dung dịch axit clohidric 0,1M bằng 50 ml dung dịch Natrihydroxit 0,1M. tính pH của dung dịch:
 - Trước khi cho NaOH
 - Khi trung hòa 1/2 lượng axit.
 - Tại điểm tương đương.
 Vì sao lại chọn Phenolphthalein làm chất chỉ thị?
4. Trình bày cơ sở khoa học của phương pháp xác định nồng độ dung dịch bằng phương pháp chuẩn độ.

BÀI 8: VẬN TỐC PHẢN ỨNG

I. MỤC ĐÍCH

Nhận minh họa cho những lý thuyết về vận tốc phản ứng và khả năng các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc của phản ứng hóa học.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Vận tốc phản ứng thường được xác định bằng biểu thức nồng độ của các chất phản ứng hoặc sản phẩm trong một đơn vị thời gian.

Thí dụ Trong khoảng thời gian Δt , nồng độ của chất phản ứng thay đổi là ΔC thì vận tốc trung bình của phản ứng trong khoảng thời gian đó là

$$W = \pm \frac{C}{t}$$

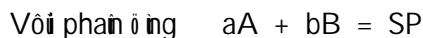
Vận tốc phản ứng luôn là giá trị dương, do đó dấu (+) hay dấu (-) tùy thuộc vào giai đoạn ΔC xác định theo chất phản ứng hay sản phẩm. Khi tính vận tốc phản ứng trung bình trong khoảng thời gian Δt vô cùng nhỏ (Δt tiến dần về 0) thì lúc đó vận tốc trung bình tiến tới giới hạn là vận tốc tức thời tại thời điểm t :

$$W = \pm \frac{dC}{dt}$$

Vận tốc của phản ứng hóa học phụ thuộc vào bản chất của các chất phản ứng và điều kiện tiến hành phản ứng như: nhiệt độ áp suất nồng độ của các chất phản ứng... Nếu một phản ứng xảy ra nhiều giai đoạn thì vận tốc phản ứng được quy định bởi giai đoạn xảy ra chậm nhất

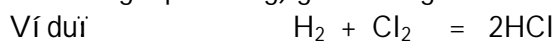
1. Ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng:

Theo định luật tác dụng khối lượng, vận tốc phản ứng sẽ là một nồng độ của chất phản ứng.



$$W = k [A]^x \cdot [B]^y$$

k - hằng số là hằng số cho mỗi phản ứng (chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ và bản chất của chất tham gia phản ứng) gọi là hằng số tốc độ



$$W = k [H_2] \cdot [Cl_2]$$

$[H_2]$, $[Cl_2]$: nồng độ của chất phản ứng ở thời điểm khảo sát.

Nếu nồng độ H_2 và Cl_2 càng lớn thì số phân tử H_2 và Cl_2 hoạt động càng nhiều, phản ứng càng nhanh.

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng:

Toá phản ứng phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ xảy ra phản ứng. Khi nhiệt độ tăng, số va chạm có hiệu quả tăng lên, do đó toá phản ứng tăng lên. Khi nhiệt độ tăng lên 100 thì toá phản ứng tăng lên từ 2 ÷ 4 lần (gọi là hệ số nhiệt độ của toá phản ứng)

$$k_2 = k_1 \cdot \left(\frac{t_2 - t_1}{10} \right)$$

Trong đó k_2 - hệ số toá phản ứng tại nhiệt độ t_2

k_1 - hệ số toá phản ứng tại nhiệt độ t_1

3. Ảnh hưởng của chất xúc tác đến tốc độ phản ứng:

Chất xúc tác là chất có khả năng làm tăng nhanh toả của các phản ứng có khả năng xảy ra nhờ không bị tiêu hao trong phản ứng.

Chất xúc tác có một số đặc trưng sau:

- Là ứng sử dụng nhiều hơn so với lượng chất phản ứng.
- Không thay đổi về lượng và thành phần, tính chất sau phản ứng.
- Có tính chọn lọc, mỗi chất xúc tác chỉ dùng với một phản ứng nhất định.

Trong phần thực hành này, chúng ta sẽ khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ và chất xúc tác đến vận tốc phản ứng.

III. HOA CHẤT

- Nhiệt độ 100°C
- Ống nghiệm lớn: 10 cái
- Pipet các loại
- Giấy đỏ ẩm 1 cái
- Cốc chứa nhiệt 250ml
- Bếp điện nhỏ
- Dung dịch hồ tinh bột
- MnO_2 rắn
- H_2O_2 30%
- HCl 1 N
- H_2SO_4 8N
- $Na_2C_2O_4$ 0,2 N
- $Na_2S_2O_3$ 0,1 N
- $KMnO_4$ 0,04 N
- $MnSO_4$ 0,2 N

IV. THỰC HÀNH

1. Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng

Xét phản ứng:



Bảng 1:

Thí nghiệm	$V_{Na_2S_2O_3\ 0,2M}$ (ml)	V_{H_2O} (ml)	$V_{HCl\ 1M}$ (ml)	Thời gian quan sát (t)	Toá phản ứng $W = 1/t$
1	5	0	5		
2	4	1	5		
3	3	2	5		
4	2	3	5		
5	1	4	5		

Dùng hai ống nghiệm, mỗi ống chứa $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ và nước (theo bảng 1), cho ống kia rỗng HCl 1M. Rồi dung dịch HCl vào dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ lắc đều. Dùng đồng hồ kim giây để theo dõi phản ứng kể từ khi trộn hai dung dịch rồi với nhau rồi tiếp tục lắc cho tới khi xuất hiện màu sẫm.

Làm từ ông từ ít thí nghiệm 1 để thí nghiệm từ 5.

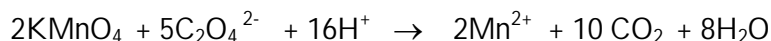
2. Thí nghiệm 2: Khảo sát sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng

Lấy hai ống nghiệm, cho vào ống nghiệm thứ nhất 1ml dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N, cho vào ống nghiệm thứ hai 5ml dung dịch HCl. Ngập cả hai ống vào nước cho đến khi đạt nhiệt độ thích hợp, rồi dung dịch HCl trong ống thứ hai vào ống thứ nhất quan sát và xác định thời gian phản ứng. Làm từ ông từ ít thí nghiệm từ 5 cho để thí nghiệm của chúng theo bảng 2.

Bảng 2:

Thí nghiệm	$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ 0,1 N (ml)	V_{HCl} 1M (ml)	Nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$	Thời gian quan sát (t)	Toá số phản ứng $W = 1/t$
1	1	5	t_p^0		
2	1	5	$t_p^0 + 10$		
3	1	5	$t_p^0 + 20$		
4	1	5	$t_p^0 + 30$		
5	1	5	$t_p^0 + 40$		

3. Thí nghiệm 3 : Khảo sát ảnh hưởng của Mn^{2+} lên vận tốc phản ứng



Lấy vào mỗi ống nghiệm lần lượt các thuốc thử cho thí nghiệm ghi ở bảng 4.

Thí nghiệm	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1M (ml)	H_2SO_4 4M (ml)	KMnO_4 0,02M (giọt)	MnSO_4 0,1M (giọt)	Nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$	Thời gian quan sát
1	3	1	5	0	t^0 phút	
2	3	1	5	2	t^0 phút	
3	3	1	5	4	t^0 phút	
4	3	1	5	6	t^0 phút	

Theo dõi thời gian mà màu dung dịch của từ ống thí nghiệm. Nhận xét. Cho biết vai trò của Mn^{2+} trong thí nghiệm trên.

V. KẾT QUẢ

- Về số độ biểu diễn số biểu thức của toả nhiệt của phản ứng
- Về số độ biểu diễn số biểu thức của vận tốc phản ứng $v = 1/t$ theo nồng độ dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Nhận xét.
- Về số độ biểu diễn số biểu thức của vận tốc phản ứng theo nồng độ dung dịch MnSO_4 .

VI. CÂU HỎI

1. Vận tốc của mỗi phản ứng hoá học phụ thuộc vào những yếu tố nào?
2. Hãy so sánh vận tốc phản ứng hoá học và vận tốc phản ứng?
3. Phải biết vận tốc trung bình và vận tốc tức thời?
4. Ở thí nghiệm 1 để trong lọ ống khí SO_2 thay đổi những điều kiện nào?
 - Tăng nồng độ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sử dụng 2 lần.
 - Giảm nồng độ HCl 2 lần.

BÀI 9: PHẢN ỨNG TRAO NHIỆT

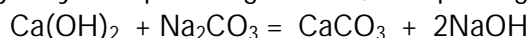
I. MỤC ĐÍCH

Áp dụng lý thuyết về phản ứng trung hoà để điều chế NaOH.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Phản ứng trao đổi là phản ứng hoá học xảy ra trong môi trường có sự thay đổi số oxy hoá của các chất và các ion. Nếu phản ứng trao đổi có khả năng xảy ra phải có ít nhất một sản phẩm tạo thành là chất kém bền hoặc chất điện ly yếu hoặc chất dễ bay hơi.

Vấn dụng các lý thuyết về phản ứng trao đổi ta có phương trình sau

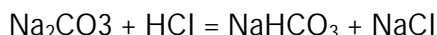
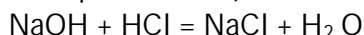


Trong phản ứng trên các chất Ca(OH)_2 và CaCO_3 đều là những chất ít tan, tuy nhiên độ tan của Ca(OH)_2 lớn hơn nhiều so với độ tan của CaCO_3 nên phản ứng vẫn có khả năng xảy ra.

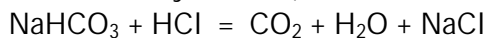
Sau khi phản ứng kết thúc dung dịch có khả năng chứa NaOH và một ít Na_2CO_3 dư. Chúng ta có thể dùng dung dịch HCl để xác định nồng độ dung dịch NaOH tạo thành và định lượng Na_2CO_3 dư trong dung dịch.

Quy trình chuẩn bị mẫu xảy ra qua 2 giai đoạn:

- Giai đoạn đầu tiên là giai đoạn HCl trung hoà NaOH và chuyển Na_2CO_3 thành dạng NaHCO_3 , kết thúc giai đoạn này pH của dung dịch vào khoảng 8,3 (tỉ ứng với với khoảng chuyển màu của phenolphtalein).



- Giai đoạn thứ hai là giai đoạn HCl tiếp tục trung hoà NaHCO_3 thành dạng muối trung tính Na_2CO_3 , kết thúc giai đoạn này pH dung dịch vào khoảng 3,8 (tỉ ứng với với khoảng chuyển màu của methyl da cam).



III. DỤNG CỤ - HOÀ CHẤT

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| - Becher 100 ml : 1 cái | - CaO rắn |
| - Becher 200 ml : 1 cái | - Na_2CO_3 rắn |
| - Buret : 1 cái | - HCl 0,1 N |
| - Tủ ấm khuấy : 1 cái | - Chất thỏ phenolphtalein |
| - Bếp điện : 1 cái | - Chất thỏ methyl da cam |
| - Erlen 100 ml : 1 cái | |
| - Becher 100 ml : 1 cái | |

IV. THỰC HÀNH

Cho khoảng 10 gam CaO cho vào becher thí nghiệm nhỏ thêm vào khoảng 50 ml nước, khuấy đều.

Cho 15 g Na_2CO_3 rắn cho vào một becher thí nghiệm, cho thêm vào becher 85 ml nước khuấy đều, ta thu được dung dịch Na_2CO_3 15%. Nấu nóng dung dịch để nhiệt độ khoảng 80°C và đổ vào khuấy đều và cho từ từ dung dịch nước vào trong becher thí nghiệm nhỏ (Thời gian cho khoảng 30 phút). Sau rồi đun nóng dung dịch trong khoảng 15 phút, lọc và thu phần dung dịch sau lọc.

Cho 10ml dung dịch sau lọc vào bình định mức 100ml, bình định mức để nguội.

Lấy 10 ml dung dịch thu được từ bình định mức cho vào một erlen 100ml, cho thêm vào 3 giọt phenolphthalein và chuẩn bị dung dịch HCl 0,1N cho đến khi mất màu hồng thì dừng, ghi thể tích V_1 của dung dịch HCl đã dùng.

Cho tiếp vào erlen 3 giọt methyl da cam và tiếp tục chuẩn bị dung dịch HCl 0,1 N cho đến khi dung dịch chuyển từ màu vàng sang màu cam thì dừng lại, ghi thể tích V_2 đã dùng.

V. KẾT QUẢ

Tính hiệu suất của phản ứng NaOH:

$$H = \frac{C_{\text{NaOH}}}{C_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + C_{\text{NaOH}}} \times 100$$

Hay
$$H = \frac{V_1 - V_2}{2V_2 + (V_1 - V_2)} \times 100$$

Trong đó

V_1 : thể tích HCl dùng trong giai đoạn 1

V_2 : thể tích HCl dùng trong giai đoạn 2

$V_1 - V_2$: thể tích HCl dùng cho NaOH

VI. CÂU HỎI

1. Thế nào là một phản ứng trao đổi? Nêu kiến thức một phản ứng trao đổi có thể xảy ra không?
2. Tại sao chúng ta phải khuấy đều khi cho nước vào dung dịch Na_2CO_3 ?
3. Tại sao giai đoạn chuẩn bị dung dịch Phenolphthalein không giai đoạn chuẩn bị sau lại dùng methyl da cam?

BÀI 10: CHẤT CHỈ THÌ MÀU HANG SỐNGIÊN LY CỦA ACID – BAZƠ YẾU

I. MỤC ĐÍCH

Sinh viên xác định pH của dung dịch acid hoặc bazơ bằng các chất chỉ thị xác định hàng sốngiên ly của 1 acid - bazơ yếu.

II. CÔ SÔ LY THUYẾT

1. Chất chỉ thị:

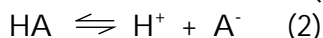
Chất chỉ thị acid/bazơ là những acid/bazơ yếu có màu sắc thay đổi tùy theo nồng độ của H^+ trong dung dịch. Mỗi chất chỉ thị sẽ có một khoảng pH nhất định và thường thì nó sẽ chuyển màu từ màu này sang màu kia khoảng pH từ 1 đến 2 đơn vị và đôi khi là một số khác tùy thuộc vào từng chất.

Chất chỉ thị	Màu sắc	pH
Thymol xanh	Nâu – Vàng	1,2 - 2,8
Metyl da cam	Nâu – Vàng	3,1 - 4,4
Phenolphthalein	Khoảng màu – Hồng	8 - 10
Indigocarmin	Xanh – Vàng	11,6 - 14,0
Alizarin vàng R	Vàng – Nâu	10,1 - 12,1

Một dung dịch chỉ thị xác định chính xác pH của một dung dịch, nó là một kết hợp của một lượng nhiều chất chỉ thị khoảng chuyển màu kế tiếp nhau. Khi ở một giá trị pH sẽ có một toả hợp của nhiều màu. Càng nhiều chất chỉ thị xác định các toả hợp màu thì trung tâm càng ít. Do đó pH sẽ có các giá trị chính xác.

2. Hằng sốngiên ly của acid yếu và bazơ yếu:

Các acid/bazơ yếu là các acid/bazơ yếu li kém khi hoà tan trong nước. Trong dung dịch chúng tồn tại cả hai dạng sau



Khả năng phân ly này sẽ trở nên trở ngại hàng sốngiên ly

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$$

Từ phương trình phân ly (1) và (2) ta có: $[H^+] = [A^-]$ và $[M^+] = [OH^-]$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_b = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]}$$

Nếu hằng số phân ly yếu ($K_a, K_b < 10^{-5}$) thì có thể xem lúc cân bằng $[HA] = C_a$. C_a là nồng độ acid lúc ban đầu. Tương tự $[MOH] = C_b$. Khi đó

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{C_a}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_b}$$

Nếu biết nồng độ C_a, C_b và nồng độ $[H^+], [OH^-]$, ta có thể xác định hằng số phân ly của acid yếu và baz yếu.

3. Công thức tính pH

Với dung dịch acid mạnh

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg C_a$$

Với baz mạnh

$$pH = 14 + \lg C_b$$

Với acid yếu

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \lg C_a)$$

Với baz yếu

$$pH = 7 + \frac{1}{2}(pK_a + \lg C_b) = 14 - \frac{1}{2}(pK_b + \lg C_b)$$

Trong đó

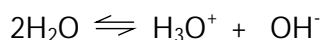
$$pK_a = -\lg K_a \quad (K_a - \text{hằng số phân ly của Acid})$$

$$pK_b = -\lg K_b \quad (K_b - \text{hằng số phân ly của Baz})$$

Với baz thì K_a là hằng số acid của acid liên hợp với nó ta lại có:

$$K_a \cdot K_b = K_{H_2O}$$

Trong dung dịch nước, nước cũng phân ly:



$$K_{H_2O} = [H_3O^+][OH^-] \quad \text{ở } 25^\circ C \text{ và } 30^\circ C : K_{H_2O} = 10^{-14}$$

Ta có thể dùng khái niệm pH để biểu thị nồng độ $[H_3O^+]$ và $[OH^-]$ của dung dịch theo định nghĩa $pH = -\lg[H_3O^+]$

III. HÓA CHẤT

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| - Ống nghiệm | - Dung dịch X có pH cho a biết |
| - Bình rửa mỗi 100ml | - CH_3COOH 0,1N |
| - Becher 250ml | - NH_4Cl 0,1N |
| - Pipet khác vạch 10ml | - HCl 0,1N |
| | - NH_4OH 0,1N |
| | - $NaOH$ 0,1N |
| | - CH_3COONa 0,1N |

IV. THỰC HÀNH

1. Thí nghiệm 1: Lập thang màu pH dung dịch acid

Dùng Pipet 10ml lấy 10 ml dung dịch HCl 0,1 N cho vào ống nghiệm số 1, lấy 1 mL dung dịch trong ống nghiệm số 1 vào 9 ml nước cất cho vào ống nghiệm 2, lấy tiếp 1ml dung dịch trong ống nghiệm số 2 vào 9 ml nước cất cho vào ống nghiệm số 3, lấy tiếp 1ml dung dịch trong ống nghiệm số 3 vào 9 ml nước cất cho vào ống nghiệm số 4. Ta sẽ dần dần có các dung dịch HCl 0,1N: 0,01N: 0,001N và 0,0001N.

Dùng pipet khác vạch cho vào 8 ống nghiệm các bình đá 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3', 4' mỗi lọ ống acid nhỏ bằng sau:

	Ống nghiệm			
	1 vaø'1	2 vaø'2	3 vaø'3	4 vaø'4
Theáích acid (ml)	1	1	1	1
Noàng ñoác (N)	0,1	0,01	0,001	0,0001

Cho các ống 1, 2, 3, 4 mỗi ống một giọt Thymol xanh

Cho các ống 1', 2', 3', 4' mỗi ống một giọt Metyl da cam

2. Thí nghiệm 2 : Xác định pH của dung dịch acid X bằng chất chỉ

Lấy 2 ống nghiệm, cho vào mỗi ống 1ml dung dịch X. Sau rồi cho thêm vào ống nghiệm số 1 một giọt Thymol xanh, thêm vào ống hai 1 giọt metyl da cam, so sánh màu sắc của 2 ống nghiệm này với các thang 2 màu của thang độ pH, từ đó xác định pH dung dịch X.

3. Thí nghiệm 3 : Xác định hằng số phân ly của dung dịch acid yếu

Làm thí nghiệm giống thí nghiệm 2 để xác định pH dung dịch CH₃COOH 0,1N. Tính hằng số phân ly của dung dịch acid CH₃COOH.

4. Thí nghiệm 4 : Lập thang màu độ pH dung dịch baz.

Tiến hành tương tự như cách tạo thang màu acid, chỉ thay dung dịch HCl 0,1N bằng dung dịch NaOH 0,1 N.

	Ống Nghiệm			
	5 - 5'	6 - 6'	7 - 7'	8 - 8'
Theáích NaOH (ml)	1	1	1	1
Noàng ñoác NaOH (N)	0,1	0,01	0,001	0,0001

Cho các ống 5, 6, 7, 8 mỗi ống một giọt Indigocarmin.

Cho các ống 5', 6', 7', 8' mỗi ống một giọt Alizarin vàng R

5. Thí nghiệm 5 : Xác định pH của dung dịch baz Y bằng chất chỉ

Lấy 2 ống nghiệm, cho vào mỗi ống 1ml dung dịch Y. Sau đó cho thêm vào ống nghiệm thứ nhất 1 giọt Indigocarmín, thêm vào ống hai 1 giọt Alizarin vàng R, so sánh màu sắc của 2 ống nghiệm này với các toạ độ 2 màu của thang độ pH, từ đó xác định pH dung dịch Y.

6. Thí nghiệm 6 : Xác định hằng số phân ly của dung dịch baz yếu

Làm thí nghiệm giống thí nghiệm 5 để xác định pH dung dịch NH_4OH 0,1N. Tính hằng số phân ly của baz NH_4OH .

V. KẾT QUẢ

1. Thí nghiệm 1:

Ống nghiệm	1 - 1'	2 - 2'	3 - 3'	4 - 4'	5 - 5'	6 - 6'	7 - 7'	8 - 8'
pH								
Màu ống số								
Màu ống số'								

- Màu sắc của dung dịch X : $pH_{\text{dung dịch X}}$
- Màu sắc dung dịch CH_3COOH 0,1N: Hằng số K_a của CH_3COOH

2. Thí nghiệm 2:

- Màu sắc dung dịch Y : $pH_{\text{dung dịch Y}}$
- Màu sắc dung dịch NH_4OH 0,1N : Hằng số K_b của NH_4OH :

VI. CÂU HỎI

1. Hằng số phân ly K_a , K_b phụ thuộc vào yếu tố gì?
2. Nguyên tắc của phương pháp dùng chất chỉ thị để xác định pH?
3. Tại sao người ta thường sử dụng phenolphthalein làm chất chỉ thị trong phân tích trung hòa mà không dùng các chất chỉ thị khác?
4. Khi nào thì sử dụng hỗn hợp các chất chỉ thị?

BÀI 11: DUNG DỊCH NHỀM

I. MỤC ĐÍCH

Giúp sinh viên biết cách tạo ra một dung dịch nhỀm có pH xác định và kiểm tra khái niệm nhỀm của dung dịch nhỀm một tạo thành.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Ngũ định nghĩa dung dịch nhỀm là dung dịch có giá trị pH không rõ ràng thay đổi rất ít khi ta thêm vào hệ một lượng nhỏ axit - bazơ hoặc khi pha loãng hệ.

Ta có 2 loại dung dịch nhỀm

- Dung dịch nhỀm axit là dung dịch nhỀm rõ rệt hình thành bằng cách trộn lẫn một axit yếu với muối của nó với một bazơ mạnh.
- Dung dịch nhỀm bazơ là dung dịch rõ rệt hình thành bằng cách trộn lẫn một bazơ yếu với muối của nó với một acid mạnh.

Ví dụ:

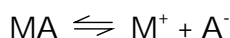
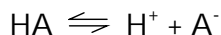
Hệ $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ là hệ nhỀm axit.

Hệ $\text{NH}_4\text{OH} - \text{NH}_4\text{Cl}$ là hệ nhỀm bazơ

1. Tính pH của dung dịch nhỀm axit:

Giả sử ta có hệ nhỀm axit gồm một axit yếu HA và muối MA.

Khi hòa tan trong nước hai hệ phân ly theo phương trình



Nếu gọi C_a là nồng độ ban đầu của HA, C_m là nồng độ ban đầu của MA. α , K_a là hằng số phân ly của axit.

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Do HA là một axit yếu nên phân ly gần như không đáng kể

$$[\text{HA}^+] = C_a - \alpha \cdot C_a \approx C_a$$

$$[\text{A}^-] = C_m + \alpha \cdot C_a$$

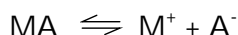
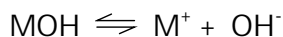
Suy ra
$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = K_a \times \frac{C_a}{C_m}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{C_m}{C_a}$$

2. Tính pH của dung dịch nhỀm bazơ:

Giả sử ta có hệ nhỀm bazơ gồm bazơ yếu MOH và muối MA.

Khi hoà tan vào nước hai hợp chất này phân li theo phương trình sau:



Gọi C_b là nồng độ ban đầu của bazơ MOH, C_m là nồng độ ban đầu của muối MA, α , K_b là hằng số phân li và hằng số phân li của bazơ.

$$K_b = \frac{[\text{M}^+] \times [\text{OH}^-]}{[\text{MOH}]}$$

Do MOH là bazơ yếu nên chúng phân li không đáng kể

$$[\text{MOH}] = C_b - C_b \cdot \alpha \approx C_b \quad [\text{M}^+] = C_m + C_b \cdot \alpha \approx C_m$$

Suy ra
$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{MOH}]}{[\text{M}^+]} = K_b \times \frac{C_b}{C_m}$$

Hay
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - \left(\text{p}K_b - \lg \frac{C_b}{C_m} \right)$$

$$\text{pH} = 14 - \left(\text{p}K_b + \lg \frac{C_m}{C_b} \right)$$

Như vậy ta thấy pH của dung dịch axit và dung dịch bazơ phụ thuộc vào hằng số cân bằng của acid/bazơ yếu và tỷ số giữa nồng độ ban đầu của muối và nồng độ ban đầu của các acid/bazơ. Do vậy khi chúng ta pha loãng dung dịch hoặc thêm vào dung dịch thêm một lượng acid - bazơ thì pH của dung dịch thay đổi rất ít.

III. DỤNG CỤ- HOÀ CHẤT

- Ống nghiệm : 12 cái
- Pipet 10 ml : 1 cái
- Bình tia : 1 cái
- Ống nhỏ giọt : 1 cái
- Becher 100 ml : 1 cái
- HCl 0,1 N
- NH₄Cl 1N
- NaOH 0,1 N
- Chất thỏ Indigocamin
- CH₃COOH 0,1N
- Chất thỏ Alizarin vàng R
- CH₃COONa 1N
- Chất thỏ methyl da cam
- NH₄OH 0,1N
- Chất thỏ thymol xanh

IV. THỰC HÀNH

1. Thí nghiệm 1: Lập thang màu pH dung dịch acid

Dùng pipet 10ml lấy 10 ml dung dịch HCl 0,1 N cho vào ống nghiệm số 1, lấy 1 mL dung dịch trong ống nghiệm số 1 vào 9 ml nước cho vào ống nghiệm 2, lấy tiếp 1ml dung dịch trong ống nghiệm số 2 vào 9 ml nước cho vào ống nghiệm số 3, lấy tiếp 1ml dung dịch trong ống nghiệm số 3 vào 9 ml nước cho vào ống nghiệm số 4. Ta sẽ dần dần có 4 cốc chứa các dung dịch HCl 0,1N; 0,01N; 0,001N và 0,0001N.

Dùng pipet khác vạch cho vào 8 ống nghiệm phản ứng các 1, 2, 3, 4, 1', 2' 3', 4' mỗi là ống acid như bảng sau:

	Ống Nghiệm			
	1 vaø'	2 vaø'	3 vaø'	4 vaø'
The tích acid (ml)	1	1	1	1
Nồng độ acid (N)	0,1	0,01	0,001	0,0001

Cho các ống 1, 2, 3, 4 mỗi ống một giọt Thymol xanh

Cho các ống 1', 2', 3', 4' mỗi ống một giọt Metyl da cam

2. Thí nghiệm 2: Nieu chea hea niem acid vaø khai soat khai nang niem cua hea

Cho vào ống nghiệm 5 ml dung dịch CH₃COOH 0.1N vào 5 ml dung dịch CH₃COONa 0.1N, lắc đều.

Lấy 2 ống nghiệm, cho vào mỗi ống 1ml dung dịch trên và 1 ml nieu chea a moit gioit metyl da cam.

- Ống 1: Cho vào ống 1 từ ống giọt dung dịch HCl 0,1N. Quan sát sự thay đổi màu của dung dịch trong ống cho thấy khi dung dịch chuyển sang màu đỏ thì số giọt HCl cần dùng.
- Ống 2: Cho vào ống 2 từ ống giọt nôi oic. Quan sát sự thay đổi màu của dung dịch trong ống so với dãy màu chuẩn.

Lấy 2 ống nghiệm khác, cho vào mỗi ống 1ml dung dịch trên và 1 ml nieu chea a moit gioit thymol xanh.

- Ống 3: Cho vào ống 1 từ ống giọt dung dịch HCl 0,1N. Quan sát sự thay đổi màu của dung dịch trong ống cho thấy khi dung dịch chuyển sang đỏ thì số giọt HCl cần dùng.
- Ống 4: Cho vào ống 2 từ ống giọt nôi oic. Quan sát sự thay đổi màu của dung dịch trong ống so với dãy màu chuẩn.

	Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4
Dung dịch trên	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Metyl da cam	1 giọt	1 giọt		
Thymol xanh			1 giọt	1 giọt
Dung dịch HCl	x		x	
Nôi oic cao		x		x

Thực hiện lại 4 thí nghiệm trên, thay dung dịch trên bằng nôi oic cao Ghi kết quả thu được.

	Ong 1	Ong 2	Ong 3	Ong 4
Niêc caê	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Mety da cam	1 giôt	1 giôt		
Thymol xanh			1 giôt	1 giôt
Dung dâc HCl	x		x	
Niêc caê		x		x

3. Thí nghiệm 3: Lập thang màu ño pH dung dâc bazô

Tiêp haøt tã ong tã nhõ cãch tão thang mào acid, chã thay dung dâc HCl 0,1N bãng dung dâc NaOH 0,1 N.

	Ong nghiêm			
	5 - 5'	6 - 6'	7 - 7'	8 - 8'
Theáich NaOH (ml)	1	1	1	1
Ngõng ñõ NaOH (N)	0,1	0,01	0,001	0,0001

Cho cãc ong 5, 6, 7, 8 mõi ong mõi giôt Indigocarin.

Cho cãc ong 5', 6', 7', 8' mõi ong mõi giôt Alizarin vaøg R.

4. Thí nghiệm 4: Niêu cheá ñiêm bazô vaø khão sãt khã ñiêm ñiêm của heã

Cho vaø ong nghiêm 5 ml dung dâc NH₄Cl 1N vaø 5 ml dung dâc NH₄OH 0,1N, laé ñiêm.

Lãg 2 ong nghiêm cho vaø mõi ong 1ml dung dâc ñiêm vì ñiêm cheá mõi giôt Indigocarin.

- Ong 1 : Cho vaø ong 1 tã ong giôt dung dâc NaOH 0,1N. Quan sãt sã ñiêm ñiêm của dung dâc trong ong cho ñiêm khi dung dâc chuyêã sang mào vaøg, ghi số giôt NaOH ñiêm ñiêm.

- Ong 2 : Cho vaø ong 2 tã ong giôt niêc. Quan sãt sã ñiêm ñiêm của dung dâc trong ong so với ñiêm chuaã.

Lãg 2 ong nghiêm khãc, cho vaø mõi ong 1ml dung dâc ñiêm vì ñiêm cheá mõi giôt Alizarin vaøg R.

- Ong 3 : Cho vaø ong 1 tã ong giôt dung dâc NaOH 0,1N. Quan sãt sã ñiêm ñiêm của dung dâc trong ong cho ñiêm khi dung dâc chuyêã sang ñiêm ghi số giôt NaOH ñiêm ñiêm.

- Ong 4 : Cho vaø ong 2 tã ong giôt niêc. Quan sãt sã ñiêm ñiêm của dung dâc trong ong so với ñiêm chuaã.

	Ong 1	Ong 2	Ong 3	Ong 4
Dung dịch Fe ³⁺	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Indigocarin.	1 giọt	1 giọt		
Alizarin vàng R			1 giọt	1 giọt
Dung dịch NaOH	x		x	
Nước cất		x		x

Thực hiện lại 4 thí nghiệm trên, thay dung dịch Fe³⁺ bằng nước cất Ghi kết quả thu được.

	Ong 1	Ong 2	Ong 3	Ong 4
Nước cất	1 ml	1 ml	1 ml	1 ml
Indigocarin.	1 giọt	1 giọt		
Alizarin vàng R			1 giọt	1 giọt
Dung dịch HCl	x		x	
Nước cất		x		x

V. KẾT QUẢ

Thí nghiệm 2: Xác định pH của dung dịch Fe³⁺ và Fe²⁺ theo chế

	Số giọt dung dịch HCl	Hiện tượng	Số giọt H ₂ O	Hiện tượng
Ong 1	x	x		
Ong 2			x	x
Ong 3	x	x		
Ong 4			x	x

Thí nghiệm 4: Xác định pH của dung dịch kiềm vì điều chế

	Số giọt dung dịch NaOH	Hiện tượng	Số giọt H ₂ O	Hiện tượng
Ống 1	x	x		
Ống 2			x	x
Ống 3	x	x		
Ống 4			X	X

- Xác định pH của dung dịch kiềm vì điều chế trong thí nghiệm 2, 4.
- So sánh khái niệm kiềm của dung dịch kiềm từ bảng số liệu thí nghiệm của thí nghiệm 2, 4.
- Nhận xét về sự thay đổi màu (từ đỏ sang ra sự thay đổi pH) của hệ kiềm khi pha loãng hoặc khi thêm acid / bazơ.

VI. CÂU HỎI

1. Thế nào là dung dịch kiềm? Có bao nhiêu loại dung dịch kiềm.
2. pH của mỗi dung dịch phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố nào? Ở đây dung dịch của dung dịch kiềm.

BÀI 12: NỐI TAN - TÍCH SỐ TAN.

I. MỤC ĐÍCH

Giúp sinh viên xác định điều kiện hình thành muối kết tủa trong dung dịch và khả năng phân rã của các ion trong dung dịch để phân tích định lượng.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

- Nhận định: Tích số tan của 1 chất điện ly ít tan là tích số các nồng độ các ion trong dung dịch bão hòa ở 1 nhiệt độ nhất định với các số mũ bằng tổng các hệ số của ion trong phân tử.
- Điều kiện tạo kết tủa của chất điện ly ít tan:

Với dung dịch chất điện ly ít tan A_mB_n ta có các hệ số sau:



$$K = \frac{[A^{+n}]^m \times [B^{-m}]^n}{[A_mB_n]}$$

Vì $[A_mB_n] = 1$ nên $K = [A^{+n}]^m [B^{-m}]^n$ là một hằng số và được gọi là tích số tan T. Như vậy T cũng là một loại hằng số cân bằng do phụ thuộc vào bản chất của chất tan và nhiệt độ.

$[A^{+n}]^m [B^{-m}]^n = T$: Ta có dung dịch bão hòa trong điều kiện toả nhiệt tan bằng với toả kết tủa. Kết tủa không tạo thành cũng không tan thêm vào dung dịch.

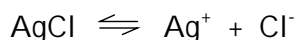
$[A^{+n}]^m [B^{-m}]^n < T$: Dung dịch đang chưa bão hòa. Vẫn toả nhiệt tan thêm hơn nữa toả kết tủa, nếu ta thêm chất rắn vào thì nó sẽ tan cho đến khi đạt trạng thái cân bằng.

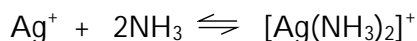
$[A^{+n}]^m [B^{-m}]^n > T$: Dung dịch loại này quá bão hòa. Tích số nồng độ của các ion trong dung dịch lớn hơn tích số nồng độ bão hòa. Khi các ion này sẽ kết hợp với nhau tạo thành kết tủa tách ra khỏi dung dịch làm giảm nồng độ của chúng trong dung dịch cho đến khi đạt trạng thái bão hòa.

Như vậy để tránh quá bão hòa cần phải có điều kiện khi cần điều chỉnh quá trình toả nhiệt tan hay kết tủa của các chất điện ly ít tan như sau: toả nhiệt tan muối phải thêm vào kết tủa các chất có tác dụng làm giảm nồng độ của các ion do kết tủa phân ly ra. thì ngược lại các chất này tạo phức bền với ion của kết tủa hoặc làm thành acid mạnh.

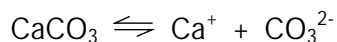
- Thí dụ:

Để hoà tan AgCl có thể dùng NH_3 hay $Na_2S_2O_3$ vì nhờ có chất này tạo phức bền với Ag^+





Muối hoà tan CaCO_3 ta thêm HCl



Muối kết tủa mới phải thêm vào dung dịch mới chất có chứa ion ngược loại với kết tủa có gốc ion chung để làm tăng nồng độ của ion kết tủa trong dung dịch. Chẳng hạn, dung dịch bão hoà của CaSO_4 có $T = [\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4] = 10^{-5}$. Nếu thêm CaCl_2 0,01M hay Na_2SO_4 0,01M vào dung dịch trên thì tích số ion của dung dịch sẽ lớn hơn tích số tan do tính thể CaSO_4 sẽ tách ra khỏi dung dịch.

III. DỤNG CỤ- HOÀ CHẤT

- Cóá 100ml
- Máy li tâm
- Pipet 10 ml khế vậch
- Nế cõn
- Oág nghiệm
- Bìn nỏn 50ml
- CH_3COONa 4N
- NaCl 0,5N
- AgNO_3 0,1N
- KI 0,5N
- HNO_3 rấ rấ vậ 2N
- NH_4OH rấ rấ
- CaCl_2 0,2N vậ 0,0002N
- Na_2SO_4 0,2N vậ 0,0002N

IV. THỰC HÀNH

1. Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của ion ngược loại và các chất khác nên hoà tan.

Dùng pipet lấy 10 ml dung dịch CH_3COONa 4N và 10 ml AgNO_3 0,1N cho vào Becher. Khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, rêm li tâm toàn bộ dung dịch và kết tủa trong máy li tâm, gáỉ bớ phẩ nỏ òc phía trấ.

Sau rớ cho khoảng 10 ml nỏ òc cả vào óg nghiệm rấg chỉ ã kết tủa, láe nhe mói lúic, tiếp tục li tâm cho tủa lág hế xuốg rấ óg nghiệm ta sẽ thu rớ òc dung dịch CH_3COOAg bão hoà be trấ. Chia lú òng dung dịch này làm 3 phần bậg nhau, cho vào 3 óg nghiệm.

- Óg 1: Thêm từ từ ð óg giọt dung dịch CH_3COONa 4N vào (khoảng 2ml).
 - Óg 2: Thêm khoảng 2ml dung dịch HNO_3 rấ rấ, sau rớ rún nỏng, ghi nhận muối thoả ra
 - Óg 3: Thêm vào ð óg giọt dung dịch NH_4OH rấ rấ
- Quan sát và gáỉ thích hiện tượng trong từng óg nghiệm.

2. Thí nghiệm 2: Xác định điều kiện để hình thành kết tủa

Cho vào óg nghiệm thứ nhất 2 ml dung dịch CaCl_2 0,0002 N và 2ml dung dịch Na_2SO_4 0,0002 N láe rấ vào rún nhe

Cho vào óg nghiệm thứ hai 2ml dung dịch CaCl_2 0,2N và 2 ml dung dịch Na_2SO_4 0,2N láe rấ rún nhe

Quan sát hiện tượng xảy ra trong hai óg nghiệm. Gáỉ thích và viết phương trình phản ứng? Biết $T_{\text{CaSO}_4} = 10^{-5}$

3. Thí nghiệm 3: So sánh khả năng tạo kết tủa của các ion trong cùng một dung dịch.

Dùng pipet lấy 1 ml dung dịch NaCl 0.5N, vào 1 ml dung dịch KI 0.5N, vào 2.5 ml nước cất và 0.5 ml dung dịch HNO₃ 2N cho vào ống nghiệm. Sau rồi thêm vào ống nghiệm 2ml dung dịch AgNO₃ 0.1N, lắc đều cho thấy khi kết tủa không tạo nên, nhận xét màu dung dịch và chuyển toàn bộ dung dịch vào ống ly tách rồi tách kết tủa.

Thêm phần nước cất vào ống nghiệm thì hai (phần kết tủa rồi để giờ dài rồi ống nghiệm rồi rửa sạch), cho tiếp vào ống nghiệm thì hai này 2ml dung dịch AgNO₃ 0.1 N, lắc nhẹ cho thấy khi có kết tủa xuất hiện, cho toàn bộ vào ống ly tách rồi tách kết tủa.

Tiếp tục thêm phần nước cất vào ống nghiệm thì 3 và để hành từ ống thì vào ống thì 2 cho thấy khi có kết tủa không tạo thành nữa.

Ghi số lần ly tách và số sinh kết tủa của các lần ly tách và màu sắc kết tủa vào sổ ống kết tủa. Giải thích.

Biết tích số tan của các chất: $T_{AgCl} = 1,8 \cdot 10^{-10}$, $T_{AgI} = 1,1 \cdot 10^{-16}$

V. CÂU HỎI

1. Bản chất của tích số tan? Nghĩa là toán học ảnh hưởng như thế nào đến tích số tan?
2. Trình bày qui luật của tích số tan. Ở đây dùng của qui luật này trong số ít hơn tan và tạo thành kết tủa của các chất rồi ly ít tan?
3. Nếu trong dung dịch ảnh hưởng nhỏ thì ảnh hưởng của số ít hơn tan, kết tủa.
4. Ở thí nghiệm 1 nếu trong dung dịch CH₃COOAg có thêm ion Clorua thì có ảnh hưởng gì đến khả năng tạo tủa của dung dịch?

BAI 13: CHUẨN NŌI THEO PHŌNG PHÁP OXI HOÁ KHŌI

I. MŪC NĪCH

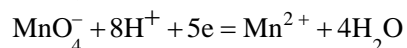
Giúp sinh viên làm quen với phương pháp xác định nồng độ của một chất bằng phương pháp oxy hoá khử

II. CŌ SŌ LŪI THUYẾT

Chất oxi hoá trong phương pháp oxy hoá - khử là chất thay đổi trạng thái của một chất oxy hoá hoặc chất khử khi nó tham gia phản ứng với một chất khử hoặc chất oxy hoá khác, về chất chất khử bị oxi hoá và chất oxy hoá bị khử.

Chuẩn độ bằng phương pháp permanganat

Ion permanganat trong môi trường acid mạnh có thể oxi hoá rất nhiều chất bán dẫn và ion mangan (II) Mn^{2+}



Vì permanganat có thể oxi hoá các chất oxi hoá khác nên nó được dùng để chuẩn độ các chất oxi hoá

III. DỤNG CŪ - HOÁ CHẤT

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| - Buret | - $H_2C_2O_4$ 0,01N |
| - Erlen 250ml | - $KMnO_4$ |
| - Pipet 10ml | - $H_2C_2O_4$ 0,05N |
| - Ống đong 100ml | - H_2SO_4 6N |
| - Bình định mức 250ml | |

IV. THỰC HÀNH

- Thí nghiệm 1: Xác định nồng độ của dung dịch chuẩn $KMnO_4$ bằng dung dịch chuẩn acid oxalic.
 - Cho 0.158 g $KMnO_4$ rắn (với độ chính xác 0.01g) cho vào becher 100 ml với một ít nước, khuấy tan rồi cho vào bình định mức 100 ml (trong becher bằng nước để điều chỉnh thể tích $KMnO_4$ vào bình). Cho thêm nước cả vào bình để vạch định mức, khuấy đều, để nguội trước khi dùng.
 - Dùng dung dịch thu được trong Buret sau đó cho dung dịch này vào buret.
 - Dùng pipet định mức chính xác 10 ml dung dịch $H_2C_2O_4$ 0.05 N, cho vào erlen 250ml, cho thêm vào dung dịch khoảng 10ml H_2SO_4 6N vào 50ml nước cả. Nút erlen trên bề mặt thủy cho để khí dung dịch gần sôi (có bọt khí trong quanh thành erlen), vì thế dung dịch $KMnO_4$ trong Buret vào erlen, vì thế để erlen cho để khí dung dịch trong erlen xuất hiện màu hồng nhạt bên thì ngừng. Nếu thể tích dung dịch $KMnO_4$ trong buret.
 - Thí nghiệm này chỉ cần 3 lần, lấy kết quả trung bình.

2. Thí nghiệm 2: Xác định nồng độ dung dịch Fe^{+2} bằng dung dịch chuẩn KMnO_4 .

Dùng pipet lấy chính xác 10ml dung dịch FeSO_4 chỉ a biết nồng độ cho vào erlen, cho thêm vào dung dịch 2 ml H_2SO_4 20% và 50ml nước cất rồi đun nóng erlen trên bếp cách thủy cho đến khi dung dịch gần sôi

Cho dung dịch KMnO_4 0,05 N vào Buret và tiến hành chuẩn độ giống như thí nghiệm 1. Xác định thể tích dung dịch KMnO_4 đã dùng.

V. KẾT QUẢ

Xác định nồng độ của dung dịch KMnO_4

$$C_{NA} = \frac{V_B \cdot C_{NB}}{V_A}$$

V_A : Thể tích KMnO_4 đã dùng, ml.

V_B : Thể tích dung dịch $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0.05N, ml.

C_{NB} : Nồng độ chuẩn độ của dung dịch $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, N

C_{NA} : Nồng độ chuẩn độ của dung dịch KMnO_4 , N

Nồng độ dung dịch FeSO_4 được tính theo công thức:

$$C_{NA} = \frac{V_B \cdot C_{NB}}{V_A}$$

V_A : Thể tích KMnO_4 đã dùng, ml.

V_B : Thể tích dung dịch FeSO_4 , ml.

C_{NA} : Nồng độ chuẩn độ của dung dịch KMnO_4 , N

C_{NB} : Nồng độ chuẩn độ của dung dịch FeSO_4 , N

V. CÂU HỎI

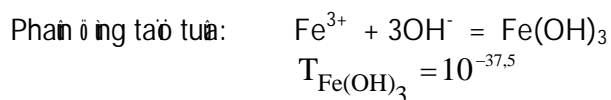
1. Thế nào là phản ứng oxi hóa-khử?
2. Trong phản ứng oxy hóa khử hãy so sánh thế khử của các cặp oxy hóa khử với nhau?

BÀI 14: XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG SẮT (III) TRONG DUNG DỊCH THEO PHƯƠNG PHÁP KHOÁ LỎNG

I. MỤC ĐÍCH

Dùng phương pháp xác định khối lượng sắt (III) trong dung dịch.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT



Ở nhiệt độ 800°C Fe(OH)_3 phân hủy thành Fe_2O_3 :

$$\text{Fe(OH)}_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

Tủa Fe(OH)_3 dạng vô định hình, có màu nâu đỏ, kết tủa trong môi trường có pH ≥ 3 . Nếu trong mẫu có Al^{3+} , tủa tủa ở pH ≥ 1 . Do vậy cần tạo tủa trong điều kiện thích hợp : dung dịch nóng, thêm nước, thêm nhanh chất tạo tủa, thêm ngay dung dịch chất kiềm để giảm hấp thụ. Lọc sau khi kết tủa 5÷10 phút.

Tủa kết tủa lọc bằng giấy lọc trắng (loại không tro, mịn). Sau khi rửa, tủa kết tủa nung ở 800°C để chuyển sang dạng cao.

Lượng mẫu cho mỗi lần tạo tủa kết tủa dùng với lượng cao khoảng 0,1÷0,2 g.

III. DỤNG CỤ - HÓA CHẤT

- Giấy lọc
- Chén nung
- Becher 100ml
- Ống đong
- Bếp điện
- Tủ sấy tinh
- Lò nung
- NH_4OH 1N
- NH_4NO_3 1%
- AgNO_3 1%
- FeCl_3 1N

IV. THỰC HÀNH

Hút 2ml FeCl_3 1N cho vào becher 100ml, rồi thêm vào 20ml nước để pha loãng.

Nếu cần so sánh dung dịch, thêm từ 10 giọt dung dịch NH_4OH thêm nước, khuấy đều để dung dịch có màu đỏ trong dung dịch có tủa màu nâu đỏ (nếu dung dịch mẫu có Al^{3+} , cần tạo tủa ở môi trường pH ≥ 11). Thêm ngay 50 ml dung dịch NH_4NO_3 nóng làm nóng tủa và đun giảm hấp thụ.

Lọc dung dịch qua giấy lọc mịn, không tro (giấy trắng) vào chén tủa thu kết tủa bằng dung dịch NH_4NO_3 nóng.

Cho kết tủa vào chén sạch và nung ở 800°C để khối lượng không qua 3 lần cao. Xác định khối lượng tủa thu kết tủa. Chuyển hóa giấy lọc kết tủa khi cho vào lò nung.

V. KẾT QUẢ

Tính nồng độ mol của Fe^{3+} trong mẫu dung dịch hoặc hàm lượng phần trăm khối lượng của Fe dạng Fe_2O_3 trong mẫu rắn.

VI. CÂU HỎI

1. Tại sao khi cho mẫu Al thì phải tạo kết tủa ở pH ≥ 11 ?
2. Tại sao phải rửa kết tủa bằng dung dịch NH_4NO_3 nóng?

PHỤ LỤC: BẢNG NHIỆT HOÁ TAN TÍCH PHẦN (ΔH_M)
CỦA MỘT SỐ MUỐI TRONG NƯỚC Ở 25⁰C, KJ/MOL

N ⁰	M, MOL/KG H ₂ O	KCl	KBr	KI	NH ₄ NO ₃	NH ₄ Cl
1	1/∞	17,23	20,04	20,50	25,77	14,73
2	0,01	17,39	20,17	20,67	25,77	14,85
3	0,02	17,44	20,25	20,71	25,79	14,94
4	0,05	17,51	20,29	20,73	25,82	15,02
5	0,1	17,55	20,33	20,71	25,75	15,10
6	0,2	17,57	20,29	20,67	25,56	15,19
7	0,3	17,55	20,25	20,59	25,38	15,23
8	0,4	17,50	20,15	20,42	25,21	17,27
9	0,5	17,43	20,04	20,59	25,06	15,27
10	1,0	17,28	19,54	20,42	24,31	15,31
11	2,0	16,72	18,68	20,29	23,05	15,27
12	3,0	16,17	17,99	19,73	21,97	15,23
13	4,0	15,75	17,36	18,62	21,17	15,19
14	5,0	--	16,82	17,66	20,46	15,15
15	6,0	15,45	16,49	16,82	19,92	15,10
16	7,0			16,09	19,41	15,02
17	8,0			15,47	18,95	
18	9,0			14,92	18,54	
19	10,0			14,46	18,16	
20	12,0				17,45	
21	15,0				16,84	
22	18,0				16,61	
23	Bão hoà			14,07		15,02