

GIÁO TRÌNH
THỰC TẬP HÓA LÝ

Giáo trình thực tập hóa lý



PGS. TS. Vũ Ngọc Ban

NXB Đại học quốc gia Hà Nội 2007, 101 Tr.

Tài liệu trong Thư viện điện tử ĐH Khoa học Tự nhiên có thể được sử dụng cho mục đích học tập và nghiên cứu cá nhân. Nghiêm cấm mọi hình thức sao chép, in ấn phục vụ các mục đích khác nếu không được sự chấp thuận của nhà xuất bản và tác giả.

Mục lục

Bài số 1.....	4
NHIỆT HOÀ TAN.....	4
Bài số 2.....	10
ÁP SUẤT HƠI BẢO HOÀ.....	10
Bài số 3.....	14
HÀNG SỐ CÂN BẰNG.....	14
Bài số 4.....	17
CÂN BẰNG LÔNG HƠI CỦA HỆ HAI CẦU TỬ.....	17
Bài số 5.....	22
TÍNH TAN HẠN CHẾ CỦA CHẤT LỎNG.....	22
Bài số 6.....	30
PHƯƠNG PHÁP HẠN NGHIỆM.....	30
Bài số 7.....	35
PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH NHIỆT.....	35
Bài số 8.....	39
XÁC ĐỊNH HÀNG SỐ TỐC ĐỘ CỦA PHẢN ỨNG BẬC MỘT PHẢN ỨNG GHỊCH ĐẢO ĐƯỜNG.....	39
Bài số 9.....	43
PHẢN ỨNG THUỶ PHÂN ESTE.....	43
Bài số 10.....	46
ĐƯỜNG HẤP PHỤ ĐẲNG NHIỆT.....	46
Bài số 11.....	52
ĐỘ DẪN ĐIỆN CỦA DUNG DỊCH CHẤT ĐIỆN LI.....	52
Bài số 12.....	59
SỨC ĐIỆN ĐỘNG CỦA PIN GANVANI.....	59
Bài số 13.....	68

SỔ VẬN TẢI	68
Bài số 14.....	74
ĐIỀU CHẾ CÁC HỆ KEO VÀ KHẢO SÁT MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA CHÚNG.....	74
Bài số 15.....	81
PHÂN TÍCH SA LẮNG	81
Bài số 16.....	88
XÁC ĐỊNH PHÂN TỬ KHỐI CHẤT POLIME	88
Phụ lục.....	93
SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO PHƯƠNG PHÁP LẬP BẢNG VÀ DỰNG ĐỒ THỊ TRONG THỰC TẬP HOÁ LÝ	93

Lời mở đầu

Tài liệu này bao gồm những bài thực tập cơ bản nhất thuộc chương trình Thực tập Hoá lý, Khoa Hoá học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Nội dung gồm 4 phần chính:

Nhiệt động học: 7 bài (từ bài 1 ÷ 7).

Động học: 3 bài (từ bài 8 ÷ 10).

Điện hoá học: 3 bài (từ bài 11 ÷ 13).

Hoá keo, Cao phân tử: 3 bài (từ bài 14 ÷ 16).

Ở mỗi bài đều nêu rõ mục đích, cơ sở lý thuyết, phương pháp tiến hành thí nghiệm và các yêu cầu của bài thí nghiệm. Trong phần phụ lục trình bày lý thuyết sai số, phương pháp lập bảng và dựng đồ thị trong thực tập Hóa lý.

Tài liệu được viết với sự đóng góp của tập thể cán bộ Bộ môn Hoá lý, tuy đã có nhiều cố gắng nhưng không tránh khỏi các thiếu sót. Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của các bạn đọc.

TÁC GIẢ

Bài số 1

NHIỆT HOÀ TAN

Mục đích

1. Xác định nhiệt hoà tan của muối KCl trong nước.
2. Xác định nhiệt hoà tan của CuSO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ trong nước và tính nhiệt hydrat hoá của $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Lí thuyết

1. Nhiệt hoà tan và nhiệt hydrat hoá của muối

Quá trình hoà tan luôn luôn kèm theo sự giải phóng hay hấp thụ nhiệt tùy theo bản chất của chất tan và dung môi.

Hiệu ứng nhiệt kèm theo quá trình hoà tan 1 mol chất tan trong một lượng dung môi nào đó để thu được dung dịch có nồng độ xác định được gọi là nhiệt hoà tan tích phân. Hiệu ứng nhiệt kèm theo quá trình hoà tan 1 mol chất tan trong một lượng vô cùng lớn dung dịch có nồng độ xác định được gọi là nhiệt hoà tan vi phân. Bằng thực nghiệm chỉ đo được nhiệt hoà tan tích phân còn nhiệt hoà tan vi phân được xác định theo sự phụ thuộc của nhiệt hoà tan tích phân vào nồng độ dung dịch.

Nhiệt hoà tan có thể xem là tổng của hai số hạng: nhiệt chuyển chất tan vào dung dịch ΔH_{ch} và nhiệt sonvat hoá (hay nhiệt hydrat hoá nếu dung môi là nước) ΔH_s phát sinh do tương tác giữa các tiểu phân chất hoà tan với những tiểu phân của dung môi.

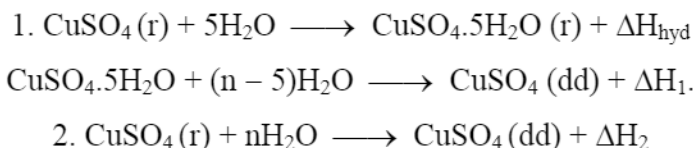
$$\Delta H_{\text{ht}} = \Delta H_{\text{ch}} + \Delta H_s \quad (1)$$

Nhiệt ΔH_s luôn luôn âm vì quá trình sonvat hoá luôn toả nhiệt còn nhiệt ΔH_{ch} có thể dương hoặc âm. Đối với chất khí, ΔH_{ch} (nhiệt ngưng tụ khí vào thể tích dung dịch) luôn âm nên $\Delta H_{\text{ht}} < 0$. Đối với chất rắn, ΔH_{ch} (nhiệt hấp thụ để phá vỡ mạng lưới tinh thể và đẩy xa các tiểu phân trên khoảng cách ứng với thể tích dung dịch) luôn dương nên dấu của ΔH_{ht} sẽ là dấu của số hạng nào trong (1) chiếm ưu thế. Nói chung những chất rắn có cấu tạo mạng lưới tinh thể kém bền và có nhiều khuynh hướng sonvat hoá hay hình thành những muối ngậm nước... thì $\Delta H_{\text{ht}} < 0$ (sự hòa tan toả nhiệt) còn những chất có mạng tinh thể bền và ít sonvat hoá thì $\Delta H_{\text{ht}} > 0$ (sự hoà tan thu nhiệt).

Nhiệt hoà tan của muối tăng khi tăng lượng dung môi, nhưng nếu 1 mol muối hoà tan vào 100 – 300 mol dung môi thì khi pha loãng thêm hiệu ứng nhiệt hầu như không thay đổi, lượng nhiệt đó là nhiệt hoà tan của muối.

Áp dụng định luật Hess đối với quá trình hoà tan có thể xác định gián tiếp hiệu ứng nhiệt của những quá trình khó đo trực tiếp, ví dụ như nhiệt hydrat hoá các tinh thể ngậm nước.

Nhiệt hydrat hoá là lượng nhiệt kèm theo quá trình tạo thành 1 mol muối ngậm nước từ muối khan và lượng nước tương ứng. Ví dụ, sự tạo thành dung dịch CuSO_4 trong n mol H_2O có thể thực hiện bằng hai khả năng:



Theo định luật Hess ta có:

$$\Delta H_{\text{hyd}} + \Delta H_1 = \Delta H_2.$$

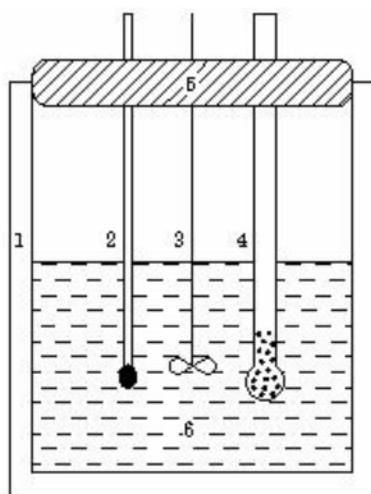
$$\text{hay} \quad \Delta H_{\text{hyd}} = \Delta H_2 - \Delta H_1 = \Delta H_{\text{ht, CuSO}_4} - \Delta H_{\text{ht, CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \quad (2)$$

Xác định bằng thực nghiệm nhiệt hoà tan của muối khan và muối ngậm nước sẽ tính được nhiệt hydrat hoá.

2. Phương pháp nhiệt lượng kế

Hiệu ứng nhiệt của phản ứng hoá học, nhiệt hoà tan, nhiệt chuyển pha, nhiệt dung... được xác định bằng một dụng cụ gọi là nhiệt lượng kế.

Có nhiều loại nhiệt lượng kế, cấu trúc của chúng rất phong phú phụ thuộc vào đặc trưng của quá trình nghiên cứu. Sơ đồ một nhiệt lượng kế đơn giản nhất chỉ ra trên hình 1.



Hình 1

Nhiệt lượng kế

1. Bình nhiệt lượng kế; 2. Nhiệt kế; 3. Que khuấy; 4. Ấmpun; 5. Nút lie; 6. Chất lỏng.

Phần chủ yếu của nhiệt lượng kế là bình nhiệt lượng kế (1) và lớp vỏ ngăn cản sự trao đổi nhiệt của nhiệt lượng kế với môi trường xung quanh. Bình nhiệt lượng kế thường là một bình Đeoa được đậy kín bằng nút lie (5). Nút có khoan lỗ để cắm nhiệt kế (2), que khuấy (3) và ấmpun đựng chất nghiên cứu (4). Nhiệt kế thường dùng là nhiệt kế khoảng hay nhiệt kế Beckman có độ chính xác cao để theo dõi biến thiên nhiệt độ trong hệ. Ấmpun là một ống nghiệm thủy tinh có đáy mỏng dễ bị chọc thủng để các chất nghiên cứu rơi vào chất lỏng (6) chứa trong bình nhiệt kế.

Hiệu ứng nhiệt của quá trình tiến hành trong nhiệt lượng kế được xác định theo phương trình:

$$q = C_k \cdot \Delta t \quad (3)$$

Ở đây: Δt - biến thiên nhiệt độ của hệ nhiệt lượng kế;

C_k - nhiệt dung của hệ nhiệt lượng kế (lượng nhiệt cần thiết để nâng nhiệt lượng kế lên 1°) thường được gọi là hằng số nhiệt lượng kế.

- C_k có thể xác định được bằng cách cộng nhiệt dung của tất cả các bộ phận của nhiệt lượng kế tham gia vào sự trao đổi nhiệt (bình nhiệt lượng kế, nhiệt kế, que khuấy, ămpun, chất lỏng trong nhiệt lượng kế v.v...):

$$C_k = \sum m_i C_i \quad (4)$$

ở đây m_i và C_i là khối lượng và nhiệt dung riêng của các bộ phận của nhiệt lượng kế. Nhưng do độ chính xác của việc xác định C_i không lớn nên công thức (4) thường không được dùng để tính C_k . Phương pháp chính xác hơn để tính C_k là cho tiến hành trong nhiệt lượng kế một quá trình mà ta đã biết trước hiệu ứng nhiệt q' của nó. Đo biến thiên nhiệt độ $\Delta t'$ tương ứng của hệ nhiệt lượng kế, sẽ tính được C_k theo phương trình:

$$C_k = \frac{q'}{\Delta t'} \quad (5)$$

- Biến thiên nhiệt độ Δt gây ra do quá trình tiến hành trong nhiệt lượng kế có thể xác định theo hiệu nhiệt độ trước và sau khi quá trình xảy ra chỉ trong trường hợp hệ hoàn toàn không trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài. Trong thực tế, việc trao đổi nhiệt đó không thể tránh khỏi nên để xác định biến thiên nhiệt độ thực cần phải hiệu chỉnh phần biến thiên nhiệt độ do hệ trao đổi nhiệt với môi trường ngoài. Việc hiệu chỉnh như vậy thường được tiến hành bằng phương pháp đồ thị (xem phần thực nghiệm). Khi biết Δt và C_k sẽ tính được hiệu ứng nhiệt của quá trình theo (3).

Tiến hành thí nghiệm

1. Xác định nhiệt hoà tan của KCl trong nước

a) Xác định nhiệt dung của hệ nhiệt lượng kế C_k

Hoà tan trong nhiệt lượng kế một lượng nhất định muối KNO_3 đã biết nhiệt hoà tan $\Delta H_{KNO_3} = 8,52 \text{ kcal/mol}$. Xác định $\Delta t'$ và tính C_k theo công thức (5).

$$C_k = \frac{q'}{\Delta t'} = \frac{g}{M} \cdot \frac{-\Delta H_{KNO_3}}{\Delta t'} = -\frac{8,52 \cdot g}{M \cdot \Delta t'} \text{ (kcal/độ)} \quad (6)$$

Ở đây g , M là khối lượng và khối lượng mol của muối KNO_3 .

Cách tiến hành:

Dùng cân phân tích cân ămpun đã sấy khô, ghi khối lượng (g_1). Cho muối KNO_3 đã nghiền thật nhỏ (khoảng $6 \div 8 \text{ g}$) vào ămpun (chú ý không để muối dính vào thành ămpun) và cân lại (g_2). Lượng muối sử dụng là $g = g_2 - g_1$. Dùng bình định mức lấy chính xác 500 ml nước cất đổ vào bình nhiệt lượng kế. Đậy nắp bình đã cắm ống đưng chất, nhiệt kế khoảng và

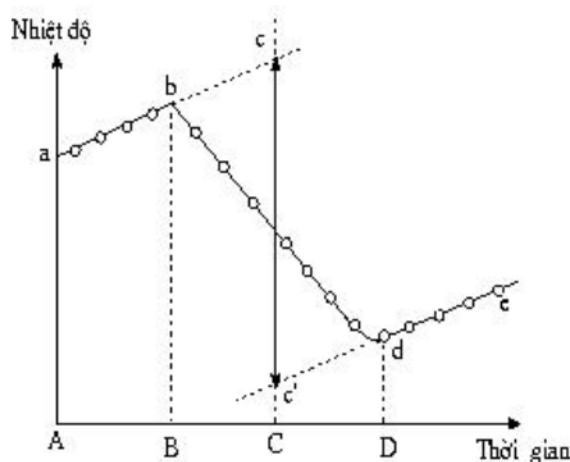
que khuấy. Đến đây bắt đầu tiến hành thực nghiệm xác định $\Delta t'$. Như đã nói ở phần trên, do quá trình hoà tan không thể tránh khỏi sự trao đổi nhiệt giữa hệ nhiệt lượng kế với môi trường xung quanh nên để thu được giá trị Δt thực cần phải tính đến sự trao đổi nhiệt này. Với mục đích đó thí nghiệm được tiến hành qua ba giai đoạn liên tục:

Giai đoạn đầu, chưa chọc thùng ămpun, khuấy đều và nhẹ chừng 3 phút, sau đó vừa khuấy vừa ghi nhiệt độ, 30 giây một lần. Khi nào sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian đều đặn (khoảng $10 \div 15$ điểm thực nghiệm) thì chọc thùng ămpun đứng chắt nghiên cứu và giai đoạn chính bắt đầu. Do có hiệu ứng nhiệt của quá trình hoà tan nên nhiệt độ thay đổi nhanh. Tiếp tục khuấy và ghi nhiệt độ như trên. Khi nhiệt độ hầu như không thay đổi nữa (muối đã tan hết) thì giai đoạn chính kết thúc và cũng là lúc bắt đầu giai đoạn cuối, tiếp tục khuấy và ghi nhiệt độ trong vòng 5 phút nữa. (Chú ý: 3 giai đoạn trên phải làm liên tục, giữa các giai đoạn không dừng thí nghiệm lại).

Dựa vào các dữ kiện thu được, vẽ đồ thị nhiệt độ – thời gian (hình 2). Nếu thí nghiệm tiến hành tốt thì giai đoạn đầu (ab) và giai đoạn cuối (de) được biểu diễn bằng các đoạn thẳng. Độ dốc của các đoạn thẳng đó phụ thuộc vào tương quan giữa nhiệt độ hệ nghiên cứu và môi trường xung quanh.

Giai đoạn chính được xác định trên đồ thị tính từ các điểm mà đường cong tiếp xúc với các đoạn thẳng của giai đoạn đầu và giai đoạn cuối (điểm bd). Nếu cho rằng trong nửa đầu của giai đoạn chính sự trao đổi nhiệt của hệ nghiên cứu với môi trường xung quanh giống như ở giai đoạn đầu, còn trong nửa sau giống như ở giai đoạn cuối thì có thể kéo dài đoạn ab và ed, sau đó từ C là điểm giữa của BD kẻ đường song song với trục tung, đường này cắt các đường kéo dài ở c và c'; độ dài của cc' chính là giá trị Δt thực cần tìm.

Thay Δt thực tìm được vào công thức (6) ở trên tính được C_k .



Hình 2
Xác định Δt thực bằng đồ thị

b) Xác định nhiệt hoà tan của KCl trong nước

Lấy chính xác 500 ml nước cất đổ vào bình nhiệt lượng kế. Cân ămpun đã sấy khô. Cho vào ămpun khoảng $4 \div 6$ g KCl rồi cân lại, tính được lượng cân của KCl trong ămpun. Lắp ămpun vào bình nhiệt lượng kế rồi tiến hành xác định Δt của quá trình hoà tan KCl giống như đã làm với KNO_3 ở phần trên. Biết Δt và C_k tính được nhiệt hoà tan của KCl trong nước;

$$\Delta H_{\text{KCl}} = - \frac{C_k \cdot \Delta t \cdot M_{\text{KCl}}}{g_{\text{KCl}}}$$

2. Xác định nhiệt hoà tan của $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ và CuSO_4

Xác định nhiệt hoà tan của $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ và CuSO_4 khan như đã làm với KCl. Lượng $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ lấy khoảng 8 g, lượng CuSO_4 khoảng 5 g. Trước khi cân các muối phải được nghiền nhỏ trong cối sứ. Trong trường hợp không có muối CuSO_4 khan thì lấy khoảng 10 g muối $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ nghiền trong cối sứ rồi đem rang trên bếp điện ($150 \div 180^\circ\text{C}$) cho đến khi tạo thành muối khan màu trắng. Để nguội muối đến nhiệt độ phòng rồi đem cân.

Quá trình hoà tan muối trong nhiệt lượng kế cần khuấy mạnh hơn vì các muối sunfat đồng khó tan.

Sau khi xác định được nhiệt hoà tan của hai muối, tính nhiệt hydrat của $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ theo biểu thức (2):

$$\Delta H_{\text{hyd}} = \Delta H_{\text{ht, CuSO}_4} - \Delta H_{\text{ht, CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$$

Tính sai số của các kết quả thí nghiệm (C_k , ΔH_{ht}). Ghi các số liệu và tính toán theo bảng 1.

Bảng 1				
	KNO_3	KCl	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	CuSO_4
Khối lượng ampun rỗng g_1				
Khối lượng ampun có muối g_2				
Khối lượng muối $g = g_2 - g_1$				
Δt (xác định từ đồ thị)				
Nhiệt hoà tan ΔH_{ht} (ghi có sai số)				

Ghi chú: Công thức tính sai số các kết quả thực nghiệm

b) Sai số của việc xác định C_k

$$C_k = \frac{g}{M} \cdot \frac{\Delta H_{\text{KNO}_3}}{\Delta t} \quad (\text{ở đây } \Delta t = t_1 - t_2)$$

– Lấy loga hai vế: $\ln C_k = \ln g - \ln M + \ln \Delta H_{\text{KNO}_3} - \ln \Delta t$

– Lấy vi phân: $\frac{dC_k}{C_k} = \frac{dg}{g} - \frac{d(\Delta t)}{\Delta t} = \frac{dg}{g} - \frac{dt_1 - dt_2}{t_1 - t_2}$

– Chuyển sang sai số: $\frac{\varepsilon C_k}{C_k} = \frac{\varepsilon g}{g} + \frac{2\varepsilon t}{t_1 - t_2}$

εg là sai số của phép cân (cân phân tích).

εt là sai số đọc nhiệt độ (nhiệt kế khoảng).

c) Sai số của việc xác định ΔH

$$\Delta H = \frac{C_k \Delta t M}{g} \text{ (ở đây } \Delta t = t_1 - t_2 \text{)}$$

Qua biến đổi như trên thu được:

$$\frac{\varepsilon \Delta H}{\Delta H} = \frac{\varepsilon C_k}{C_k} + \frac{\varepsilon g}{g} + \frac{2\varepsilon t}{t_1 - t_2}$$

$$\left(\frac{\varepsilon C_k}{C_k} \text{ vừa tính được ở trên} \right)$$

