

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT**  
**ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG**

**XÂY DỰNG VIDEO BÀI GIẢNG MÔN HOÁ HỌC ĐẠI CƯƠNG**  
**Mã số: T2022-VD80**

Xác nhận của tổ chức chủ trì

**KT. HIỆU TRƯỞNG**  
**PHÓ HIỆU TRƯỞNG**



**PGS.TS. Vũ Ngọc Pi**

Chủ nhiệm đề tài

(ký, họ tên)

**Nguyễn Thị Thanh Hoa**

## MỤC LỤC

<b>Nội dung</b>	<b>Trang</b>
<b>Thông tin kết quả nghiên cứu bằng tiếng Việt</b>	2
<b>Thông tin kết quả nghiên cứu bằng tiếng Anh</b>	3
<b>CHƯƠNG 1 MỞ ĐẦU</b>	4
<b>CHƯƠNG 2 NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU</b>	6
<b>CHƯƠNG 3 KẾT LUẬN</b>	44
<b>DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	60
<b>BẢN COPY THUYẾT MINH ĐÃ ĐƯỢC PHÊ DUYỆT</b>	61

**DANH SÁCH THÀNH VIÊN THAM GIA NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI**

1. Nguyễn Thanh Thủy – Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên
2. Nguyễn Thị Thuý Hằng - Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên
3. Nguyễn Thị Hoàn – Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên
4. Lưu Kiều Oanh - Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP****Đơn vị: Khoa Kỹ thuật ô tô và Máy động lực****THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU****1. Thông tin chung:**

- Tên đề tài: Xây dựng video bài giảng môn Hoá học đại cương
- Mã số: T2022-VD15
- Chủ nhiệm: Nguyễn Thị Thanh Hoa
- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp
- Thời gian thực hiện: 4/2022 – 4/2023

**2. Mục tiêu:**

Xây dựng kho học liệu số môn Hoá học đại cương trong trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đồng thời nâng cao kỹ năng ứng dụng công nghệ thông tin trong hoạt động dạy và học.

**3. Kết quả nghiên cứu:**

Xây dựng được 17 video bài giảng môn Hoá học đại cương

**4. Sản phẩm:**

Sản phẩm ứng dụng: 17 video bài giảng môn Hoá học đại cương

**5. Hiệu quả:**

Góp phần nâng cao hiệu quả việc học tập cho sinh viên, thay đổi cách tiếp cận trong việc giảng dạy cũng như cách học của người học đối với học phần Hoá học đại cương.

**6. Khả năng áp dụng và phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu:**

Có khả năng áp dụng trong giảng dạy và học tập môn Hoá học đại cương tại trường Đại học kỹ Thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Ngày 18 tháng 4 năm 2023

Cơ quan chủ trì

**KT.HIỆU TRƯỞNG**

**PHÓ HIỆU TRƯỞNG**



**PGS.TS. Ngô Ngọc Pi**

Chủ nhiệm đề tài

**Nguyễn Thị Thanh Hoa**

## INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

### 1. General information:

Project title: Developing video lectures for the subject General Chemistry

Code number: T2022-VD15

Coordinator: Nguyen Thi Thanh Hoa

Implementing institution: Thai Nguyen University of Technology

Duration: from 4/2022 to 4/2023

### 2. Objective(s):

Building a digital repository of General Chemistry subjects at the University of Technology and Industry, and at the same time improving skills in applying information technology in teaching and learning activities.

### 3. Research results:

Built 17 videos of lectures on General Chemistry.

### 4. Products:

Application products: Built 17 videos of lectures on General Chemistry.

### 5. Effects:

To contribute to improving students' learning efficiency, change the approach in teaching as well as the learners' learning style for the General Chemistry.

### 6. Transfer alternatives of reserach results andapplic ability:

Able to apply in teaching and learning General Chemistry at Thai Nguyen University of Technology

## CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Xu thế toàn cầu hóa và hội nhập quốc tế đặt ra những yêu cầu mới cho giáo dục đại học. Cách thức tổ chức và phương pháp giảng dạy tại các trường đại học cần thay đổi. Công nghệ phát triển với chi phí rẻ là điều kiện thuận lợi để các trường đại học đầu tư cơ sở vật chất, các công cụ và phương tiện giảng dạy hiện đại. Bên cạnh hình thức giảng dạy trực tiếp cho người học, các trường cần sử dụng nhiều hơn các hình thức khác như đào tạo online, thiết kế môi trường ảo để người học và người dạy có thể tương tác lẫn nhau và truyền đạt thông tin, tổ chức thực hành tại các phòng thí nghiệm hay phòng mô phỏng ảo...

Việc đưa hệ thống E-learning vào hoạt động tại trường Đại học, tạo ra một kênh học tập khác góp phần nâng cao chất lượng đào tạo. Hiện nay việc sử dụng hệ thống E-learning đã trở thành tự giác đối với hầu hết giảng viên và sinh viên trong Trường vì những lợi ích thiết thực mà hệ thống mang lại. Video là một phương tiện truyền thông phong phú và mạnh mẽ được sử dụng trong elearning. Nó có thể trình bày thông tin một cách hấp dẫn và nhất quán.

Để nâng cao chất lượng đào tạo trong tình hình mới, đáp ứng nhu cầu về nguồn lao động chất lượng cao cho đất nước, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã triển khai xây dựng các bài giảng điện tử. Từ đó, tác giả đăng ký đề tài “Xây dựng video bài giảng môn Hoá học đại cương” để cung cấp thêm nguồn tài liệu cho công tác giảng dạy và học tập của Nhà trường.

### 2. Mục tiêu nghiên cứu

Xây dựng kho học liệu số môn Hoá học đại cương trong trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đồng thời nâng cao kỹ năng ứng dụng công nghệ thông tin trong hoạt động dạy và học.

### 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

**3.1. Đối tượng nghiên cứu:** Xây dựng video bài giảng các nội dung cơ bản của học phần Hoá học đại cương.

**3.2. Phạm vi nghiên cứu:** Các nội dung dạy và học học phần Hoá học đại cương tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp

### 4. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu

**4.1. Cách tiếp cận:** Ứng dụng công nghệ thông tin và các phương pháp dạy học tích cực để xây dựng các video bài giảng.

#### 4.2. Phương pháp nghiên cứu:

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết.
- Phương pháp thực nghiệm sư phạm

## **5. Kết quả nghiên cứu**

Ngoài phần mở đầu, mục lục, danh mục tài liệu tham khảo, phụ lục đề tài nghiên cứu đã xây dựng được 17 video bài giảng môn Hoá học đại cương. Thời lượng mỗi video từ 15-25 phút. Cụ thể như sau:

Chương 1: 04 video

Chương 2: 03 video

Chương 3: 03 video

Chương 4: 03 video

Chương 5: 04 video

## CHƯƠNG 2 NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### VIDEO 1,2,3,4:

#### CHƯƠNG 1: NĂNG LƯỢNG VÀ PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

Chương 1 được trình bày khái quát trong 4 video, bao gồm những nội dung sau:

##### Video 1 trình bày các nội dung sau:

*Hàm trạng thái:* Sự thay đổi của nó chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối của hệ, không phụ vào cách biến đổi hệ. T, P, V... là các hàm trạng thái.

*Hàm quá trình:* Sự thay đổi của nó phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối của hệ và phụ thuộc cả vào cách tiến hành quá trình. Nhiệt và công là các hàm quá trình.

##### a. Nhiệt (Q)

Nếu sự chuyển năng lượng có liên quan đến sự thay đổi cường độ chuyển động phân tử của hệ thì sự chuyển năng lượng này được thực hiện dưới dạng nhiệt.

Nhiệt là hình thức truyền năng lượng đặc trưng cho chuyển động vô trật tự (hỗn loạn) của các phân tử cấu tạo của hệ.

##### b. Công (A)

Nếu sự chuyển năng lượng có liên quan đến sự chuyển dịch những khối lượng vật chất vĩ mô dưới tác dụng của những lực nào đó thì sự chuyển năng lượng này được thực hiện dưới dạng công.

- Công là hình thức truyền năng lượng đặc trưng cho chuyển động có trật tự, có định hướng trong một trường lực định hướng theo một chiều nào đó.

- Nhiệt và công là những hình thức truyền năng lượng, có thứ nguyên của năng lượng nhưng không phải là các dạng năng lượng của hệ.

Đối với các phản ứng hoá học công chống lại lực bên ngoài thường là công chống lại áp suất bên ngoài:

$$A = - \int_1^2 PdV = - P(V_2 - V_1) = - P\Delta V$$

Đối với khí lý tưởng ta có  $A = - \Delta nRT$

##### Video 2: trình bày các nội dung sau:

##### \*. Nội dung nguyên lý I nhiệt động học:

- **Cách 1:** "Tồn tại một hàm trạng thái U gọi là nội năng. dU là một vi phân toàn phần".

- **Cách 2:** " Không thể có động cơ vĩnh cửu loại một."



Nếu sự biến đổi của hệ là vô cùng nhỏ thì biểu thức của nguyên lý I có dạng :

$$\delta Q = dU - \delta A$$

$dU$ : vi phân toàn phần;  $\delta A$ ;  $\delta Q$ : không phải vi phân toàn phần .

- **Cách 3:** “ *Lượng nhiệt mà hệ hấp thụ được dùng để tăng nội năng của hệ và thực hiện công chống lại lực ngoài*”.

$$\delta Q = dU + PdV$$

### **Đơn vị của năng lượng**

Đơn vị quốc tế SI để đo nhiệt lượng: đơn vị Jun (J).  $1J = 1 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ . Tuy nhiên, đơn vị J có giá trị nhỏ trong hoá học, do đó người ta hay dùng đơn vị kJ ( $1 \text{ kJ} = 1000J$ ). Ngoài ra còn dùng đơn vị đo nhiệt lượng là calo (cal). 1 Kcal tương đương với 1000 cal.  $1 \text{ calo (cal)} = 4,184 \text{ jun(J)}$

### *\* Entanpi*

Entanpi là khái niệm dùng để chỉ nhiệt được tỏa ra hay thu vào trong điều kiện áp suất không thay đổi. Ký hiệu hàm Entanpi là H

$$H = U + PV$$

Nhiệt truyền ở áp suất không đổi được ký hiệu là  $Q_p$  và có giá trị bằng  $\Delta H$ . Nhiệt truyền ở thể tích không đổi ký hiệu là  $Q_v$  và được tính bằng  $\Delta U$ .

Nếu giá trị  $\Delta U$  và  $\Delta H$  mang dấu âm, hệ tỏa nhiệt. Nếu giá trị  $\Delta U$  và  $\Delta H$  mang dấu dương, hệ thu nhiệt. Biến thiên nội năng và entanpi có mối quan hệ với nhau bằng phương trình toán học sau:

$$\Delta U = \Delta H + A = \Delta H - P. \Delta V$$

Với khí lý tưởng ta có công thức:

$$\Delta U = \Delta H - \Delta nRT$$

### *\* Định luật Hess*

Định luật được phát biểu như sau:

“*Nếu một phản ứng hóa học là tổng của hai hay nhiều phản ứng khác, thì  $\Delta H$  của phản ứng tổng được tính bằng tổng các giá trị  $\Delta H$  của tất cả các phản ứng cộng lại*”.

*a*Entanpi sinh tiêu chuẩn của một hợp chất

ký hiệu là  $\Delta H^\circ_{T,S}$ .

Entanpi sinh chuẩn của một chất là biến thiên entanpi của phản ứng hình thành 1 mol hợp chất từ các nguyên tố ban đầu ở trạng thái chuẩn.

Trạng thái chuẩn của một nguyên tố hay một hợp chất là trạng thái tại đó dạng tồn tại của vật chất xét theo khía cạnh trạng thái vật lí là bền vững nhất, ở áp suất 1 atm và nhiệt độ không đổi.

\* $\Delta H$  ở điều kiện chuẩn.

Ký hiệu  $^\circ$  viết bên trên các đại lượng trong nhiệt động cho biết các đại lượng nhiệt động học được đo ở điều kiện chuẩn. Ví dụ như nhiệt nóng chảy  $\Delta H_{nc}^\circ$ , nhiệt bay hơi  $\Delta H_{hh}^\circ$  và nhiệt phản ứng  $\Delta H_{pr}^\circ$ .

### b. Biến thiên entanpi của phản ứng hóa học

Biến thiên entanpi của một phản ứng ở trạng thái chuẩn có thể tính được theo phương trình (1.3) nếu biết Entanpi sinh tiêu chuẩn của tất cả các hợp chất trong phương trình.

$$\Delta H_{pr}^\circ = \sum [\Delta H_{T,S}^\circ (\text{sản phẩm})] - \sum [\Delta H_{T,S}^\circ (\text{tham gia})]$$

Phương trình này là một hệ quả của định luật Hess.

\*. Sự phụ thuộc hiệu ứng nhiệt vào nhiệt độ

a. Đối với chất nguyên chất: Sự biến thiên entanpi theo nhiệt độ được tính bằng công thức sau:

$$Q_p = \Delta H = n \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \quad P = \text{const}$$

Hoặc

$$Q_v = \Delta U = n \int_{T_1}^{T_2} C_v dT \quad V = \text{const}$$

Với  $C_p$ ,  $C_v$  lần lượt là nhiệt dung mol đẳng áp và nhiệt dung mol đẳng tích: Là nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của 1 mol chất nguyên chất lên 1K ở P không đổi hoặc V không đổi và trong khoảng nhiệt độ đó không có sự chuyển pha.

Đơn vị : J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

— b. Sự phụ thuộc hiệu ứng nhiệt của phản ứng hóa học vào nhiệt độ- định luật kirchoff

$$\Delta C_p = (cC_p C + dC_p D) - (aC_p A + bC_p B)$$

$\Delta C_p$  : Hiệu giữa tổng nhiệt dung của chất cuối và tổng nhiệt dung chất đầu.

$$\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT \quad (\text{Biểu thức của định luật Kirrchoff})$$

Nếu  $T_1$  và  $T_2$  khác nhau không nhiều lắm thì có thể coi nhiệt dung không phụ

thuộc vào nhiệt độ.

### **Video 3: Trình bày các nội dung sau**

#### **Entropi và nguyên lý thứ hai của nhiệt động học**

##### **\*. Entropi**

Entropi dùng để xác định độ hỗn độn trong hệ do sự phân tán năng lượng hoặc vật chất. Với bất cứ chất nào ở các điều kiện xác định, giá trị của entropi đều có thể xác định. Độ hỗn độn trong hệ càng lớn, entropi càng lớn.

Điểm gốc của entropi được thiết lập bởi nguyên lý ba của nhiệt động học. Được định nghĩa bởi Ludwig Boltzmann, nguyên lý ba cho rằng không có độ hỗn độn ở trạng thái tinh thể tuyệt đối ở 0K nghĩa là entropi bằng 0

$$S = k \lg W = 0$$

**Entropi tiêu chuẩn của một chất**,  $S^\circ$  là entropi thu được bằng cách chuyển chất đó từ trạng thái tinh thể tuyệt đối ở 0K tới điều kiện trạng thái tiêu chuẩn (1atm, dung dịch có nồng độ 1m (molan)). Đơn vị của entropi là J/K.mol

##### **\*. Nguyên lý 2 nhiệt động học (NĐH)**

- *Quá trình không thuận nghịch*: Quá trình truyền nhiệt, chuyển khí ... dễ xảy ra theo một chiều nhất định, muốn thực hiện các quá trình đó theo chiều ngược lại phải tốn công, mất năng lượng.

- *Quá trình thuận nghịch*: Là một quá trình sau khi xảy ra có thể tiến hành ngược lại đưa hệ trở lại trạng thái ban đầu đi qua đúng các trạng thái trung gian như quá trình thuận mà không để lại biến đổi nào trong môi trường.

- Khi tăng nhiệt chậm với những lượng nhỏ sẽ được coi là quá trình thuận nghịch khi đó entropi của mỗi lần tăng nhiệt được tính bằng phương trình:

$$\Delta S = \frac{Q_m}{T} \quad \text{Đây là biểu thức của nguyên lý 2 NĐH}$$

##### **\*. Biến thiên-entropi-trong-quá trình vật lý và hóa học**

*Biến thiên entropi của một chất nguyên chất theo nhiệt độ*

Giả sử phản ứng xảy ra ở  $T = \text{const}$  và trong khoảng nhiệt độ khảo sát, chất đó không thay đổi trạng thái. Ta có :

$$\Delta S = n \int_{T_1}^{T_2} C \frac{dT}{T}$$

*Biến thiên entropi của chất nguyên chất trong quá trình chuyển pha  $T, P = \text{const}$*

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T}$$

*Biến thiên entropi của phản ứng hóa học*

Biến thiên entropi là tổng entropi của sản phẩm trừ đi tổng entropi của các chất phản ứng:

$$\Delta S^{\circ}_{\text{hệ}} = \sum S^{\circ}(\text{sản phẩm}) - \sum S^{\circ}(\text{chất phản ứng})$$

**Video 4. Trình bày các nội dung sau:**

### **Năng lượng tự do Gibbs**

#### *a. Năng lượng tự do*

Thực tế, hàm như vậy có tồn tại và được gọi là năng lượng tự do Gibbs, tên gọi của J. Willard Gibbs (1839 - 1903). Năng lượng tự do Gibbs, G, thường gọi tắt là năng lượng tự do, được định nghĩa theo biểu thức toán học:

$$G = H - TS$$

trong đó H là entanpi, T là nhiệt độ Kelvin và S là entropi. Do entanpi và entropi là hàm trạng thái năng lượng tự do cũng là hàm trạng thái.

Với mọi quá trình xác định, năng lượng tự do là công có ích cực đại ( $\Delta G = A_{\text{max}}$ ). Trong khái niệm trên, từ "tự do" nghĩa là có ích.

#### *b. Điều kiện tự diễn biến của phản ứng hóa học*

Gibbs đã đưa ra hàm năng lượng tự do:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- + Nếu  $\Delta G_{\text{pr}} < 0$ , phản ứng là tự diễn biến
- + Nếu  $\Delta G_{\text{pr}} = 0$ , phản ứng là đạt cân bằng
- + Nếu  $\Delta G_{\text{pr}} > 0$ , phản ứng là không tự diễn biến.

Biến thiên năng lượng tự do có thể định nghĩa ở điều kiện tiêu chuẩn:

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ}$$

Một cách tổng quát,  $\Delta G^{\circ}$  được dùng như tiêu chí để xác định tính tự diễn biến của phản ứng. Ngoài ra nó liên quan trực tiếp đến hằng số cân bằng và điều kiện thuận lợi tạo sản phẩm.

#### *c. Năng lượng tự do tạo thành tiêu chuẩn*

Năng lượng tự do tạo thành tiêu chuẩn một chất,  $\Delta G^{\circ}_s$  là biến thiên năng lượng tự do khi tạo thành một mol hợp chất từ các nguyên tố thành phần với các chất sản phẩm và các chất phản ứng đều ở điều kiện tiêu chuẩn. Với định nghĩa  $\Delta G^{\circ}_s$  theo

cách này, năng lượng tự do tạo thành tiêu chuẩn của việc hình thành một nguyên tố bằng không

Giống như biến thiên entanpi tiêu chuẩn của phản ứng có thể tính từ các giá trị của  $\Delta H^\circ_s$ , biến thiên năng lượng tự do tiêu chuẩn của phản ứng có thể tính từ các giá trị  $\Delta G^\circ_s$ :

$$\Delta G^\circ = \sum \Delta G^\circ_s (\text{sản phẩm}) - \sum \Delta G^\circ_s (\text{chất phản ứng})$$

## VIDEO 5,6,7: CHƯƠNG 2: CÂN BẰNG HÓA HỌC – CÂN BẰNG PHA TRONG HỆ MỘT CẤU TỬ

*Video 5: Trình bày các nội dung sau:*

### 1. Khái niệm cân bằng hóa học

a. *Phản ứng thuận nghịch*: Là những phản ứng mà trong những điều kiện đã cho xác định có thể xảy ra theo hai chiều ngược nhau, nghĩa là các chất đều phản ứng với nhau tạo thành sản phẩm, đồng thời các sản phẩm cùng với phản ứng với nhau để tạo thành chất đầu.

Mũi tên hai chiều  $\rightleftharpoons$  trong phương trình phản ứng chỉ ra rằng phản ứng đó là phản ứng thuận nghịch.

### b. Độ chuyển hoá $\alpha$ :

Trong phản ứng thuận nghịch, để đặc trưng cho mức độ tiến triển của phản ứng người ta dùng đại lượng độ chuyển hoá  $\alpha$ .

Độ chuyển hoá  $\alpha$  bằng tỉ số giữa số mol chất đã chuyển hoá và số mol chất ban đầu..

$$\alpha = \frac{n_1}{n_0}$$

$n_1$ : Số mol chất đã chuyển hoá;  $n_0$ : Số mol chất ban đầu

$0 < \alpha \leq 1$  ( $\alpha$ : độ điện ly, độ thủy phân, độ phân huỷ)

### 2. Hằng số cân bằng

#### a. Hằng số cân bằng $K_C$

$K_C$  là hằng số cân bằng của phản ứng khi biểu diễn lượng các chất theo nồng độ mol/l của chúng.

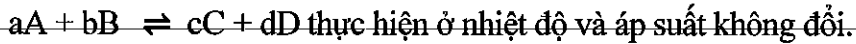
$$K_C = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Với [A], [B], [C], [D] là nồng độ của A, B, C, D lúc cân bằng.

$K_C$  được gọi là hằng số cân bằng của phản ứng liên hệ đến nồng độ (mol/l).  $K_C$  chỉ phụ thuộc nhiệt độ và bản chất của phản ứng, mà không phụ thuộc vào nồng độ các chất trong phản ứng.

*b. Hằng số cân bằng  $K_P$*

Xét phản ứng giữa các khí lý tưởng:



Gọi  $P_A, P_B, P_C$  và  $P_D$  lần lượt là áp suất riêng phần của A, B, C và D ở nhiệt độ T.

$$\text{Tỉ lệ } \left( \frac{P_C^c P_D^d}{P_A^a P_B^b} \right)_{cb} = K_P = \text{const}$$

$K_P$  được gọi là hằng số cân bằng. Đối với một phản ứng đã cho nó chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.  $K_P$  càng lớn thì phản ứng tiến hành theo chiều thuận càng mạnh và ngược lại.

$K_P$  là hằng số cân bằng của phản ứng khi biểu diễn thành phần của chất theo áp suất riêng phần của chúng.

Từ đó ta có  $\Delta G^0_T = -RT \ln K_P$  là phương trình đẳng nhiệt Van't Hoff

**Video 6: Trình bày các nội dung sau**

*Mối quan hệ giữa các hằng số cân bằng*

$$\text{Vậy } K_P = K_C \cdot (RT)^{\Delta n}$$

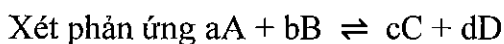
$$\text{hay } K_C = K_P \cdot (RT)^{-\Delta n}$$

$$R = 0,082 \text{ atm. l.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

**Video 7: Trình bày các nội dung sau:**

*Các yếu tố ảnh hưởng đến cân bằng*

*a. Ảnh hưởng của nồng độ*



Khi cân bằng = const ở  $T = \text{const}$ . Hệ đang ở trạng thái cân bằng để

giữ cho thể tích và nhiệt độ không đổi thì:

*Nếu ta thay đổi nồng độ của một trong các chất thì cân bằng của phản ứng sẽ chuyển dịch theo chiều của phản ứng nào có tác dụng chống lại sự thay đổi đó.*

*b. Ảnh hưởng của nhiệt độ*

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = RT \ln K_P \rightarrow \ln K = -\frac{\Delta H^0}{RT} + \frac{\Delta S^0}{R}$$

Giả sử  $\Delta H^0$  và  $\Delta S^0$  là không phụ thuộc vào nhiệt độ

Trong cả hai trường hợp phản ứng thu nhiệt và tỏa nhiệt ta nhận thấy :

Khi tăng nhiệt độ thì cân bằng đều chuyển dịch về phía phản ứng thu nhiệt và ngược lại.

+ Trong khoảng nhiệt độ rất hẹp có thể coi  $\Delta H^0 = \text{const}$  khi đó ta được :

$$\ln K_{T_1} = -\frac{\Delta H^0}{RT_1} + \frac{\Delta S^0}{R} \quad \text{và} \quad \ln K_{T_2} = -\frac{\Delta H^0}{RT_2} + \frac{\Delta S^0}{R} \quad \text{nên :}$$

$$\ln \frac{K_p(T_2)}{K_p(T_1)} = \frac{\Delta H^0}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Biểu thức này cho phép tính giá trị của  $K_p$  ở bất kì nhiệt độ nào nếu biết giá trị  $K_p$  ở nhiệt độ xác định và  $\Delta H^0$  của phản ứng.

*c. Ảnh hưởng của áp suất đến trạng thái cân bằng ở pha khí*

- Đối với phản ứng của các chất khí, nếu thể tích giảm đi (áp suất sẽ tăng lên) cân bằng hệ sẽ chuyển dịch theo chiều chống lại sự thay đổi thành phần cân bằng để có được số mol khí giảm đi.

- Nếu tăng thể tích (giảm áp suất) thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm tăng số mol khí.

- Đối với phản ứng không có sự thay đổi số mol khí, ví dụ như phản ứng  $H_2$  kết hợp với  $I_2$  tạo ra  $HI$  thì thay đổi thể tích không làm ảnh hưởng đến chuyển dịch cân bằng.

*Nguyên lý chuyển dịch cân bằng hóa học:*

*Nguyên lí Le Chatelier:* Một hệ đang ở trạng thái cân bằng, nếu thay đổi một trong các điều kiện bên ngoài (nồng độ, áp suất, nhiệt độ) thì cân bằng sẽ chuyển dịch theo chiều chống lại sự thay đổi đó.

Sự chuyển dịch cân bằng hoá học có ý nghĩa cả về lý thuyết cũng như thực tế bởi vì sự biểu hiện chiều hướng diễn biến của các quá trình hoá học cho phép điều khiển phản ứng đạt hiệu quả cao nhất.

**\* Áp dụng nguyên lý chuyển dịch cân bằng hóa học**

Hiện tượng chuyển dịch cân bằng hoá học được sử dụng rộng rãi trong các quá trình công nghệ hoá học khác nhau.

**Video 8,9,10: CHƯƠNG 3 ĐỘNG HOÁ HỌC**

**Video 8: Trình bày các nội dung sau**

**Tốc độ của phản ứng hóa học**

Trong quá trình phản ứng nồng độ của các chất phản ứng và các chất sản phẩm đều thay đổi. Phản ứng xảy ra càng nhanh (tức tốc độ phản ứng càng lớn) thì trong một đơn vị thời gian biến thiên nồng độ của các chất trong hệ phản ứng càng lớn và ngược lại.

Như vậy có thể dùng độ biến thiên nồng độ của các chất (chất phản ứng hoặc sản phẩm phản ứng) trong một đơn vị thời gian làm thước đo tốc độ của phản ứng hoá học.

Tốc độ phản ứng hóa học được đo bằng độ biến thiên nồng độ của các chất phản ứng (hoặc sản phẩm phản ứng) trong một đơn vị thời gian.

$$v = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Trong đó:  $v$ : là vận tốc trung bình phản ứng

$\Delta C$ : là biến thiên nồng độ trong khoảng thời gian  $\Delta t$

Vì tốc độ phản ứng phụ thuộc vào nồng độ các chất tham gia phản ứng nên  $v$  được xác định bằng biểu thức trên chỉ là tốc độ trung bình trong khoảng thời gian  $\Delta t$ . Tốc độ trung bình này sẽ tiến tới bằng tốc độ tức thời tại thời điểm  $t$  khi  $\Delta t$  tiến tới 0

$$v_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{dC}{dt}$$

Đối với phản ứng ở dạng tổng quát:  $aA + bB \rightarrow cC + dD$

$$v = -\frac{dC_A}{adt} = -\frac{dC_B}{bdt} = \frac{dC_C}{cdt} = \frac{dC_D}{ddt}$$

Với  $a, b, c, d$  là các hệ số tỉ lượng của các chất trong phân tử phản ứng, biến thiên nồng độ của các chất sẽ tỉ lệ với các hệ số tỉ lượng tương ứng của chúng. (Nồng độ được biểu diễn bằng mol/l)

### Các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng

#### *Ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng*

Mục đích quan trọng khi nghiên cứu cơ chế phản ứng là việc xác định ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng. Ảnh hưởng này được nghiên cứu bằng việc xác định tốc độ đến phản ứng với các nồng độ khác nhau của chất phản ứng (khi nhiệt độ được giữ không đổi).

Muốn có phản ứng hoá học thì các phân tử của các chất phải va chạm với nhau, số va chạm càng lớn thì tốc độ phản ứng càng lớn. Mặt khác, số phân tử của một chất lại tỉ lệ với nồng độ của nó trong hệ phản ứng.

Mối liên hệ giữa nồng độ chất tham gia và tốc độ phản ứng được biểu thị bằng biểu thức của định luật tác dụng khối lượng.

Năm 1867 hai nhà hóa học là Gun be và Vagơ (người Na Uy) đưa ra định luật tác dụng khối lượng: *Tốc độ của phản ứng hoá học tỉ lệ với tích số nồng độ của các chất tham gia phản ứng với các lũy thừa tương ứng là các hệ số phân tử trong phương trình phản ứng.*

Cho phản ứng:  $aA + bB \rightarrow cC + dD$



Tốc độ phản ứng được biểu thị:

$$v = k[A]^a.[B]^b$$

Trong đó:

[A], [B] : nồng độ mol/l của A, B tại thời điểm khảo sát

k : hệ số tỉ lệ, k phụ thuộc vào bản chất chất tham gia và nhiệt độ (T tăng, k tăng, T giảm, k giảm).

Với phản ứng xác định và ở  $T = \text{const}$  thì  $k = \text{const}$  và gọi là hằng số tốc độ phản ứng.

Khi  $[A] = [B] = 1M \rightarrow v = k$  vậy hằng số tốc độ phản ứng có giá trị bằng vận tốc phản ứng. Khi nồng độ các chất là 1M khi đó k gọi là vận tốc riêng của phản ứng.

Chú ý:

Nếu phản ứng xảy ra giữa các chất khí người ta có thể thay đổi nồng độ trong biểu thức tính tốc độ bằng áp suất riêng của mỗi khí trong hỗn hợp khí khi nó chiếm toàn bộ thể tích của hỗn hợp :

$$v = \frac{dP}{dt} = k_p \cdot P_A^a \cdot P_B^b$$

Phân loại phản ứng theo động hoá học ta sử dụng khái niệm phân tử số và bậc của phản ứng

#### a. Bậc phản ứng

Bậc của phản ứng là tổng số mũ của tất cả các chất phản ứng trong biểu thức tính tốc độ phản ứng.

Xét phản ứng:  $aA + bB \rightarrow cC + dD$ .

Thực nghiệm cho biết vận tốc phản ứng là:

$$V = k[A]^m[B]^n$$

- Phản ứng có bậc tổng quát (hay bậc toàn phần) là  $m + n$ .

- Phản ứng có bậc m theo A, bậc n theo B. ( Hay có bậc riêng phần m theo A, bậc riêng phần n theo B)

m, n là các trị số được xác định từ thực nghiệm nói chung  $m \neq a$  và  $n \neq b$ , có thể là số nguyên 1, 2, 3 hoặc là phân số hoặc bằng 0, đôi khi có thể là số âm.

Biểu thức của tốc độ phản ứng trên cho thấy tốc độ phản ứng tỉ lệ với nồng độ của các chất tham gia phản ứng, nồng độ của mỗi chất được lũy thừa với số mũ nào đó. Số mũ m và n không nhất thiết phải là hệ số tỉ lệ trong phương trình phản ứng (a và b), nó có thể là số dương, số âm hoặc 0. Nếu phản ứng có mặt của xúc tác đồng thể thì nồng độ của nó có thể có mặt trong biểu thức của tốc độ phản ứng mặc dù xúc tác không có mặt trong phương trình cân bằng cũng như phương trình phản ứng

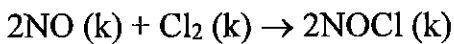
cuối cùng.

Bậc tổng quát của phản ứng có thể là số nguyên (1, 2, 3...) hay là một số lẻ (1/2, 5/2, 3/2...). Trong thực tế hầu như không gặp những phản ứng có bậc cao hơn 3.

Với các phản ứng xảy ra qua một giai đoạn thì bậc phản ứng thường bằng hệ số tỉ lượng nguyên tối giản đứng trước các chất trong phản ứng.

Với phản ứng xảy ra qua nhiều giai đoạn vận tốc của phản ứng được tính theo giai đoạn chậm nhất.

Ví dụ: Xét phản ứng kết hợp của NO và Cl<sub>2</sub>

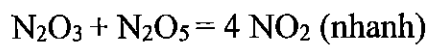
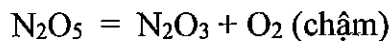


Tốc độ thực nghiệm của phản ứng là:  $V = k [\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]$

Phản ứng là bậc 2 đối với NO, bậc 1 đối với Cl<sub>2</sub> và bậc 3 với toàn bộ phản ứng.

Ví dụ: Xét phản ứng phân huỷ:  $2 \text{N}_2\text{O}_5 = 4 \text{NO}_2 + \text{O}_2$

Xảy ra theo 2 giai đoạn:



là phản ứng là bậc 1 mặc dù hệ số của nó là 2.

$$v = k[\text{N}_2\text{O}_5]$$

*b. Thời gian và hằng số tốc độ.*

Hằng số tốc độ k là hệ số tỉ lệ có liên quan với hệ số và nồng độ của các chất tại một nhiệt độ xác định. Đây là đại lượng quan trọng vì dựa vào k chúng ta có thể xác định được tốc độ của phản ứng khi nồng độ thay đổi.

Tốc độ phản ứng có đơn vị là mol.l<sup>-1</sup>.thời gian<sup>-1</sup> khi nồng độ tính theo đơn vị mol/l. Hằng số tốc độ có đơn vị tương ứng với đơn vị của các đại lượng trong công thức của tốc độ.

Thời gian trong đơn vị tính của hằng số tốc độ có thể là giây, phút, giờ năm hoặc bất kỳ đơn vị thời gian thích hợp nào.

- Phản ứng bậc 1 hằng số k có đơn vị là thời gian<sup>-1</sup>
- Phản ứng bậc 2 hằng số k có đơn vị là thời gian<sup>-1</sup>.nồng độ<sup>-1</sup>
- Phản ứng bậc 0 hằng số k có đơn vị là thời gian<sup>-1</sup>.nồng độ

**Video 9: Trình bày các vấn đề sau**

**Ảnh hưởng của nhiệt độ tới tốc độ phản ứng.**

Nhiệt độ ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng chủ yếu là thay đổi hằng số tốc độ k. Trong đa số trường hợp k tăng khi T tăng.

*\* Quy tắc Van't Hoff (Quy tắc kinh nghiệm)*

Bằng thực nghiệm thấy khi nhiệt độ tăng thì vận tốc phản ứng tăng rất nhanh và cứ tăng  $10^{\circ}\text{C}$  thì vận tốc phản ứng tăng 2  $\rightarrow$  4 lần.

Gọi  $V_T$  là hằng số tốc độ phản ứng đã cho ở nhiệt độ  $T$ .  $V_{(T+10)}$  là hằng số tốc độ phản ứng ở  $(T+10)$  và  $\gamma$  là hệ số nhiệt độ của phản ứng thì:

$$\gamma = \frac{V_{(T+10)}}{V_T} = 2 \rightarrow 4$$

Nếu ở nhiệt độ  $T_1$  có vận tốc phản ứng là  $v_1$ , nhiệt độ  $T_2$  có vận tốc phản ứng là  $v_2$  thì:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

*\* Năng lượng hoạt hoá*

Năng lượng cần thiết để chuyển phân tử có năng lượng trung bình thành phân tử hoạt động được gọi là năng lượng hoạt hoá kí hiệu  $E_a$ . Năng lượng hoạt hoá của phản ứng sẽ bằng tổng các năng lượng hoạt động hoá của các chất phản ứng.

Không phải tất cả các va chạm giữa các phân tử đều dẫn tới phản ứng hoá học. Phản ứng chỉ xảy ra trong những va chạm của những phân tử có một năng lượng dư nào đó so với năng lượng trung bình của tất cả các phân tử. Năng lượng dư đó gọi là năng lượng hoạt hoá và những phân tử có năng lượng dư đó gọi là phân tử hoạt động.

*Phương trình Arrhenius*

Dựa trên khảo sát thực nghiệm Arrhenius đã đưa ra phương trình thực nghiệm. Là phương trình kinh nghiệm hiện nay được sử dụng rộng rãi nhất để biểu thị sự phụ thuộc của hằng số tốc độ của nhiều phản ứng nhiệt vào nhiệt độ

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Với:  $k$ : hằng số tốc độ;  $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ ;  $T$ : nhiệt độ phản ứng (độ K)

$E_a$ : năng lượng hoạt hoá của phản ứng

$A$ : hằng số thực nghiệm (hằng số trước lũy thừa hay thừa số Arrhenius).

Tốc độ phản ứng càng lớn khi phản ứng có năng lượng hoạt hóa nhỏ và nhiệt độ cao.

**Video 10: Trình bày các vấn đề sau**

**Ảnh hưởng của chất xúc tác tới tốc độ phản ứng.**

### a. Chất xúc tác

Là chất làm biến đổi vận tốc của phản ứng nhưng nó không thay đổi về lượng và bản chất hoá học trong quá trình.

Chất xúc tác dương (thuận): là chất xúc tác làm tăng vận tốc phản ứng: ( $\text{MnO}_2$ , Pt...). Chất xúc tác âm (nghịch): là chất xúc tác làm giảm vận tốc phản ứng

Sự xúc tác đồng thể: Khi chất xúc tác và chất tham gia phản ứng ở cùng một pha.

Sự xúc tác dị thể: Khi chất xúc tác và chất tham gia phản ứng ở khác pha.

Xúc tác dị thể thường là chất rắn và phản ứng hoá học xảy ra trên bề mặt xúc tác, thường gặp là kim loại chuyển tiếp, oxit.

Xúc tác enzim men: là tác dụng của các loại enzim trong cơ thể sinh vật có hoạt tính xúc tác.

Chất độc xúc tác: là những chất làm giảm hoặc mất khả năng hoạt động xúc tác của chất xúc tác và gây nên hiện tượng nhiễm độc xúc tác: S, HCN,  $\text{H}_2\text{S}$ .

Chất kích thích: là những chất không có tính xúc tác nhưng khi thêm vào chất xúc tác lại tăng hoạt tính xúc tác.

Chất mang xúc tác: xốp, làm tăng tính bề mặt của xúc tác dị thể nên tăng khả năng hấp thụ của xúc tác.

### b. Sự xúc tác

Là hiện tượng thay đổi tốc độ do tác dụng của một số chất.

### c. Đặc điểm của xúc tác

#### \*Tính chọn lọc

Tác dụng của xúc tác có tính chọn lọc cao tức một chất có thể làm xúc tác cho phản ứng này nhưng chưa chắc đã là xúc tác cho phản ứng khác.

Nhờ tính chọn lọc của xúc tác mà tiến hành được nhiều quá trình hoá học có ý nghĩa kinh tế lớn trong sản xuất công nghiệp.

\*Trong xúc tác đồng thể tác dụng của xúc tác tỷ lệ với nồng độ của chất xúc tác.

\*Chất xúc tác không làm dịch chuyển cân bằng chỉ làm tăng tốc độ phản ứng.

Với phản ứng thuận nghịch, khi ở gần trạng thái cân bằng, nó làm tăng tốc độ phản ứng thuận lên bao nhiêu lần thì cũng tăng tốc độ phản ứng nghịch bấy nhiêu lần nhờ xúc tác làm cho trạng thái cân bằng chóng đạt hơn.

\*Chất xúc tác làm tăng tốc độ của phản ứng vốn dĩ có khả năng xảy ra mặc dù có thể hết sức chậm chứ không gây nên một phản ứng không thể xảy ra. Chỉ khi  $\Delta G < 0$  thì quá trình sẽ tự diễn biến nhưng do yếu tố động học cản trở làm vận tốc phản ứng quá bé, khi đó phải có xúc tác mới làm tăng vận tốc phản ứng, những phản ứng có  $\Delta G > 0$  thì có xúc tác cũng không phản ứng.

\*Trong đa số trường hợp chất xúc tác làm cho phản ứng giảm năng lượng hoạt hoá.

## Video 11,12,13: Chương 4. DUNG DỊCH

**Video 11: Trình bày các vấn đề sau:**

**Một số định nghĩa:**

### Khái niệm dung dịch

Dung dịch là một hệ đồng thể gồm hai hay nhiều chất với thành phần không theo một tỉ lệ xác định.

Trong số các cấu tử hình thành nên dung dịch, cấu tử nào mà trạng thái không đổi được gọi là *dung môi* các cấu tử còn lại là *chất tan*. Nếu trạng thái của mọi cấu tử đều không đổi thì cấu tử có lượng lớn hơn là dung môi.

Có các loại dung dịch khí, lỏng, rắn nhưng quan trọng và phổ biến là dung dịch lỏng.

### Quá trình hòa tan

Hòa tan một chất (rắn, lỏng hay khí) vào một dung môi nào đó luôn gồm có hai quá trình:

Quá trình thứ nhất là quá trình phá vỡ cấu trúc của chất tan, đặc biệt là chất rắn, để tạo thành các nguyên tử, phân tử, hay ion và khuếch tán chúng vào trong toàn bộ thể tích của dung môi. Đây là quá trình vật lý, quá trình này thu nhiệt.

Quá trình thứ hai là sự tương tác của các phân tử chất tan ở trên với các phân tử dung môi để tạo thành các solvat, nếu dung môi là nước gọi là các hidrat. Quá trình này gọi là quá trình solvat hóa, nếu dung môi là nước gọi là quá trình hidrat hóa, đây là quá trình hóa học, quá trình này tỏa nhiệt. Nhiệt tỏa ra gọi là nhiệt (năng lượng) solvat hóa hay nhiệt (năng lượng) hidrat hóa.

Lượng nhiệt thu vào hay thoát ra khi hòa tan một mol chất tan được gọi là nhiệt hòa tan. Khi đó :  $\Delta H_{ht} = \Delta H_{cp} + \Delta H_{solvat}$ .

Vì  $\Delta H_{cp} > 0$  còn  $\Delta H_{solvat} < 0$  nên nhiệt hoà tan có thể âm hoặc dương.

### Một số loại nồng độ

*Nồng độ của một dung dịch là lượng của chất tan có trong một lượng xác định dung dịch hay dung môi.*

#### a. Nồng độ mol/l ( $C_M$ )

Loại nồng độ gắn liền với các hệ số tỉ lượng trong phương trình, không gắn với các thuộc tính trong dung dịch. Nồng độ mol/l được định nghĩa là số mol chất tan có trong một lít dung dịch:

$$C_M = \frac{n}{V}$$

Trong đó:  $n$  là số mol;  $V$  là thể tích dung dịch (l)

Nồng độ mol/l không miêu tả được chính xác lượng dung môi để tạo thành dung dịch.

Bốn loại nồng độ được miêu tả dưới đây, phản ánh số mol của ion hoặc chất tan trên số phân tử dung môi: nồng độ molan, nồng độ phân mol, nồng độ phần trăm và nồng độ phần triệu.

b. *Nồng độ phần trăm (C%)*: được tính bằng khối lượng của chất tan có trong 100g dung dịch.

$$C\% = \frac{m_{ct}}{m_{dd}} \cdot 100\%$$

Trong đó:  $m_{ct}$  là khối lượng chất tan (g);  $m_{dd}$  là khối lượng dung dịch (g)

Chú ý rằng, nếu biết nồng độ phần trăm của chất tan sẽ xác định được nồng độ phân mol hoặc nồng độ molan do đã biết khối lượng của chất tan và dung môi.

Nồng độ phần trăm thường được sử dụng trong các sản phẩm. Ví dụ, giấm là dung dịch chứa xấp xỉ 5% axit axetic và 95% nước. Hay như trên nhãn của chất tẩy được ghi thành phần gồm 6% NaOCl và 94% các chất trơ.

c. *Nồng độ molan ( $C_m$ )*: là số mol chất tan trên kilo gam dung môi.

$$C_m = \frac{n \cdot 1000}{m_{dm}}$$

Trong đó:  $n$  là số mol chất tan;  $m_{dm}$  là khối lượng dung môi (g)

d. *Nồng độ phân mol ( $X$ )*: là số mol của chất đó chia cho số mol của tất cả các chất trong hệ.

$$X = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

Với:  $n_i$  là số mol chất  $i$ ;  $\sum n_i$  là tổng số mol các chất có mặt trong hỗn hợp

e. *Nồng độ phần triệu (ppm)*

Nhiều dung dịch trong tự nhiên có nồng độ chất tan nhỏ. Các nhà hóa học môi trường, các nhà địa chất và nhiều ngành khác thường sử dụng nồng độ phần triệu (ppm) để biểu thị hàm lượng các chất tan đó. Đơn vị ppm liên quan đến tỷ lệ về khối lượng. 1 ppm chất tan tương đương với trong 1 triệu gam mẫu có 1g chất tan. Do nước ở 25°C có tỷ trọng 1g/ml, nồng độ 1mg/l tương ứng với 1mg chất tan trong 1000g nước hoặc 1g chất tan trong 1 triệu g nước. Vì vậy, đơn vị ppm và mg/l là tương đương.

**Video 12: Trình bày các vấn đề sau**

**Tính chất của dung dịch chứa chất tan không bay hơi và không điện ly**

a. Sự thay đổi áp suất hơi bão hòa: Định luật Raoult

Khi dung môi là chất lỏng ở điều kiện nào đó chất lỏng sẽ bay hơi tạo thành hơi chất lỏng. Đồng thời với quá trình bay hơi sẽ có quá trình ngưng tụ. Các phân tử hơi chất lỏng đi vào chất lỏng. Khi cân bằng ta có lỏng  $\leftrightarrow$  hơi. Vậy hơi cân bằng với lỏng (rắn) gọi là hơi bão hoà. Khi hoà tan một chất tan không bay hơi vào một dung môi, áp suất hơi bão hoà của dung môi trên dung dịch giảm xuống. Áp suất hơi bão hoà của dung dịch chứa chất tan không bay hơi luôn nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà của dung môi nguyên chất ở cùng nhiệt độ.

Ta thấy mật thoáng của dung môi chỉ có phân tử dung môi còn mật thoáng của dung dịch gồm cả các hạt chất tan xen kẽ với những phân tử dung môi. Nên cùng một đơn vị thời gian, ở nhiệt độ nhất định số phân tử bay hơi từ dung dịch bé hơn từ dung môi. Do đó, trong dung dịch trạng thái cân bằng được xác lập ở áp suất nhỏ hơn áp suất của dung môi. Khi nồng độ chất tan càng lớn, sự giảm càng nhiều hay áp suất hơi bão hoà của dung dịch tỉ lệ phần mol của dung môi.

Gọi  $P$ ,  $P^0$  là áp suất hơi bão hoà của dung dịch và dung môi ở cùng nhiệt độ,  $X$  là nồng độ phần mol của dung môi thì ta có định luật Raoult 1 :

***“Áp suất hơi của dung dịch bằng tích áp suất hơi bão hoà của dung môi với phần mol của dung môi”***

$$\boxed{P = P^0 \cdot X}$$

Nếu gọi  $X_i$  là phần mol của chất tan trong dung dịch thì :

$$1 = X + X_i \rightarrow X = 1 - X_i$$

$$\text{Vậy } P = P^0(1 - X_i) = P^0 - P^0 \cdot X_i \rightarrow P^0 X_i = P^0 - P = \Delta P$$

$$\rightarrow X_i = \frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{n_i}{n + n_i}$$

Trong đó :  $n_i$  là số mol chất tan;  $n$  là số mol dung môi

Những dung dịch tuân theo định luật Raoult với mọi giá trị của  $X$ : dung dịch lý tưởng. Những dung dịch có  $X \rightarrow 1$  tức dung dịch loãng gọi là dung dịch lý tưởng loãng. Khi đó  $\rightarrow n \gg n_i$ , nên  $n + n_i = n$

$$\boxed{\frac{\Delta P}{P^0} = X_i = \frac{n_i}{n} = \frac{m}{M \cdot n}}$$

$m$  : Khối lượng chất tan;

$n$  : số mol dung môi

$M$  : khối lượng mol chất tan  $x$

$\Delta P/P^0$  : độ giảm tương đối áp suất hơi của dung môi trên dung dịch.

Vậy định luật Raoult có thể phát biểu là :

***“Độ giảm áp suất hơi bão hoà tương đối của dung dịch loãng chứa chất***

*tan không bay hơi tỉ lệ với số mol của chất hòa tan trong một lượng dung môi xác định”.*

*Ví dụ:* Hòa tan 651g etilen glycol, HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, vào 1,5 kg nước. Áp suất hơi bão hòa của dung dịch thu được ở 90°C là bao nhiêu? Giả sử dung dịch là lí tưởng, biết áp suất hơi bão hòa của nước nguyên chất ở 90°C (= 525,8 mmHg)

*b. Sự tăng nhiệt độ sôi của dung dịch.*

+ Nhiệt độ sôi bình thường của một chất lỏng được định nghĩa là nhiệt độ lúc đó áp suất hơi của chất lỏng đạt được 1 atm. Các chất tan không bay hơi làm giảm áp suất hơi của dung dịch, do đó dung dịch phải được đun nóng đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của dung môi tinh chất mới có thể đạt được áp suất 1atm. Điều này có nghĩa là chất tan không bay hơi làm tăng nhiệt độ sôi của dung môi. Mức độ gia tăng nhiệt độ sôi phụ thuộc vào nồng độ của chất tan trong dung dịch.

+ Chất lỏng sôi ở nhiệt độ mà tại đó áp suất hơi bão hòa của nó = P bên ngoài.

+ Ở một nhiệt độ, các chất lỏng khác nhau có áp suất hơi bão hòa khác nhau nên có nhiệt độ sôi khác nhau.

*c. Sự hạ nhiệt độ đông đặc của dung dịch*

Ví dụ: Việc hòa tan chất tan vào nước sẽ làm cho dung dịch có nhiệt độ đông đặc thấp hơn nước tinh chất, bởi vì sự hiện diện của chất tan trong nước sẽ làm cho áp suất hơi của nước trong dung dịch thấp hơn áp suất hơi của nước đá, do đó tại nhiệt độ này dung dịch không thể đông đặc vì không có sự bằng nhau của áp suất hơi giữa pha lỏng và pha rắn. Nếu ta hạ nhiệt độ, áp suất hơi của pha rắn giảm nhanh hơn pha lỏng, kết quả sẽ dẫn đến sự cân bằng áp suất hơi của 2 pha lỏng và rắn và lúc này dung dịch sẽ đông đặc.

Chất lỏng hóa rắn ở nhiệt độ mà tại đó P<sub>h</sub> của pha lỏng = P<sub>h</sub> pha rắn.

+ P<sub>h</sub> của dung dịch < P<sub>h</sub> của dung môi và sự biến đổi P<sub>h</sub> của pha rắn theo nhiệt độ mạnh hơn so với sự biến đổi P<sub>h</sub> của pha lỏng nên muốn cho P<sub>h</sub> của pha rắn = P<sub>h</sub> pha lỏng phải hạ thấp nhiệt độ xuống.

+ Dung dịch có nồng độ chất tan > sẽ hóa rắn ở T thấp hơn.

Về mặt định lượng Raoult phát biểu :

*“ Độ tăng nhiệt độ sôi và độ giảm nhiệt độ đông đặc của dung dịch loãng chứa chất hòa tan không bay hơi tỉ lệ với nồng độ dung dịch”.*

Đây là định luật Raoult 2

$$\Delta t_s = K_s \cdot C_m$$

và 
$$\Delta t_d = K_d \cdot C_m$$

$\Delta t_s$  : Độ tăng nhiệt độ sôi = T<sub>s</sub> (dd) – T<sub>s</sub> (dm)



$\Delta t_d$  : Độ giảm nhiệt độ đông đặc =  $T_d$  (dd) –  $T_d$  (dm)

$C$  : Nồng độ molan (Số mol chất tan trong 1000 g dung môi)

$K_s$  : Hằng số nghiệm sôi;  $K_d$  : Hằng số nghiệm lạnh.

$K_s, K_d$  : chỉ phụ thuộc vào bản chất dung môi

Định luật Raoult chỉ đúng với dung dịch loãng chứa chất tan không bay hơi, không điện li

#### *d. Hiện tượng thẩm thấu*

##### *- Sự thẩm thấu*

Khi cho dung dịch đường tiếp xúc trực tiếp với nước xảy ra sự khuếch tán hai chiều: các phân tử đường tự chuyển từ phân dung dịch vào nước và ngược lại. Nếu cho dung dịch đường tiếp xúc với nước qua màng bán thấm, màng này chỉ cho các phân tử dung môi đi qua (không cho các phân tử chất tan đi qua) thì xảy ra sự khuếch tán một chiều của các phân tử nước qua màng vào dung dịch.

Hiện tượng các phân tử dung môi qua màng bán thấm gọi là hiện tượng thẩm thấu.

Hiện tượng thẩm thấu được gây ra bởi một áp suất gọi là áp suất thẩm thấu.

Áp suất thẩm thấu đặc trưng cho khả năng thẩm thấu của dung dịch.

Thí nghiệm: lấy bình nhỏ A có đáy là màng bán thấm, phía trên gắn một ống dài (hình vẽ), đổ dung dịch chất tan không điện ly, không bay hơi vào A rồi đặt bình vào chậu B đựng dung môi nguyên chất là nước sao cho mức dung dịch trong bình A ngang bằng với nước trong bình B. Hiện tượng thẩm thấu sẽ xảy ra: dung môi ở bình B qua màng bán thấm vào bình A và xuất hiện một áp suất tác dụng theo hướng từ dung môi nguyên chất vào phía dung dịch trong bình A, áp suất này gọi là áp suất thẩm thấu ký hiệu là  $\pi$ .

Dung môi qua màng bán thấm vào bình A làm cho mức chất lỏng trong ống dâng cao lên, cột chất lỏng trong ống sẽ gây ra một áp suất thủy tĩnh  $P_t$  tác dụng ngược chiều với áp suất thẩm thấu. Khi lượng dung môi chuyển vào bình A càng nhiều thì dung dịch trong bình A càng loãng, áp suất thẩm thấu  $\pi$  giảm dần, đồng thời cột chất lỏng trong ống cao dần nên áp suất thủy tĩnh  $P_t$  tăng dần cho đến khi cột chất lỏng đạt đến độ cao xác định ( $h$ ), lúc đó

$\pi = P_t$  và hiện tượng thẩm thấu dừng lại.

Như vậy bằng cách đo  $P_t$  (qua việc đo độ cao  $h$  của cột chất lỏng) ta có thể xác định được trị số của áp suất thẩm thấu.

#### **Định luật Van't Hoff:**

*“Áp suất thẩm thấu của dung dịch bằng áp suất gây ra bởi chất tan nếu như ở*

cùng nhiệt độ đó nó ở trạng thái khí và chiếm thể tích bằng thể tích của dung dịch”

$$\pi V = nRT = \frac{m}{M} RT$$

$$\pi = C_M RT$$

Trong đó:  $\pi$ : áp suất thẩm thấu của dung dịch;  $V$ : thể tích của dung dịch;  $n$ : số mol chất tan;  $R$ : hằng số khí,  $R = 0,082$ ;  $T$ : nhiệt độ tuyệt đối

**Video 13: Trình bày các vấn đề sau:**

### Tính chất của các dung dịch điện li

Thực nghiệm cho thấy áp suất thẩm thấu, độ giảm áp suất hơi bão hoà tương đối, độ tăng nhiệt độ sôi  $\Delta t_s$ , độ giảm nhiệt độ đông đặc  $\Delta t_d$  của các dung dịch axit, bazơ, muối được đo bằng thực nghiệm luôn luôn lớn hơn so với tính toán lý thuyết.

Để phù hợp với thực nghiệm, Van't Hoff đề nghị đưa vào các công thức tính áp suất thẩm thấu, độ giảm áp suất hơi bão hoà tương đối, độ tăng nhiệt độ sôi, độ giảm nhiệt độ đông đặc một hệ số  $i$  gọi là hệ số Van't Hoff.

$$i = \frac{\pi'}{\pi} = \frac{\Delta t'}{\Delta t} = \frac{\Delta P'}{\Delta P}$$

$$\Delta t' = i \cdot k \cdot C_m = i \cdot \Delta t$$

$$\Delta T_{d,doduoc} = T_{d,dd} - T_{d,dm} = i \cdot K_d \cdot C_m$$

$$\Delta T_{s,doduoc} = T_{s,dd} - T_{s,dm} = i \cdot K_s \cdot C_m$$

$$\pi' = iRTC = i\pi$$

Như vậy hệ số  $i$  cho biết áp suất thẩm thấu  $\pi'$ , độ giảm áp suất hơi bão hoà tương đối  $\frac{\Delta P'}{P^0}$ , độ tăng nhiệt độ sôi và độ giảm nhiệt độ đông đặc  $\Delta t'$  được đo bằng

thực nghiệm lớn hơn so với tính toán lý thuyết  $(\pi, \frac{\Delta P}{P^0}, \Delta t)$  bao nhiêu lần.

Giá trị  $i$  xác định bằng thực nghiệm.

- Với dung dịch loãng chứa các chất không điện li ( $i = 1$ )
- Với dung dịch loãng chứa các chất điện li (axit, bazơ, muối)  $i > 1$

Nếu biết độ điện ly biểu kiến và chất tan ta tính được  $i$  theo công thức sau:

$$i = \alpha(x-1) + 1$$

Trong đó

- +  $\alpha$ : độ điện ly (độ điện ly biểu kiến với chất điện ly mạnh)
- +  $x$ : số ion do một phân tử phân ly ra

Hệ số  $i$  tính theo lý thuyết cho một chất là tổng số mol ion mà 1 mol chất tan

có thể phân ly ra. Nhưng thực tế giá trị  $i$  xác định được bằng thực nghiệm thường nhỏ hơn giá trị  $i$  tính được bằng lý thuyết.

### **Video 14,15,16,17: Chương 5. ĐIỆN HOÁ HỌC**

#### **Video 14: Trình bày các vấn đề sau**

#### **Phản ứng oxi hoá khử. Khái niệm điện cực**

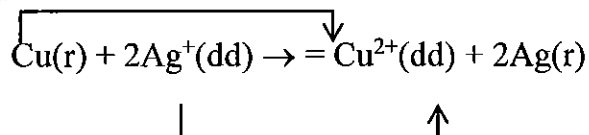
##### ***Phản ứng oxi hoá khử***

Trong phản ứng oxi hóa khử, electron di chuyển từ chất khử sang chất oxi hóa. Trong phản ứng oxi hóa khử các nguyên tắc sau được đảm bảo:

- Phải có đồng thời chất oxi hóa và chất khử.
- Chất oxi hóa bị khử
- Chất khử bị oxi hóa.
- Số oxi hóa có thể dùng để xác định khi nào chất bị khử, khi nào chất bị oxi hóa. Một nguyên tố bị oxi hóa nếu số oxi hóa tăng, ngược lại số oxi hóa giảm trong quá trình khử.

Ví dụ minh họa phản ứng giữa Cu và ion Ag:

Cu là tác nhân khử



Ag<sup>+</sup> là tác nhân oxi hóa.

#### **Điện cực và thế điện cực.**

##### ***a. Khái niệm điện cực - Thế điện cực của kim loại***

Khi nhúng một tấm kim loại vào nước thì có hiện tượng: Các ion kim loại ở bề mặt kim loại và chuyển vào dung dịch dưới dạng ion hydrat hóa ( $M^{n+} \cdot mH_2O$ ). Việc chuyển này gây nên bởi xu thế của hệ muốn đạt đến trạng thái hỗn loạn nhất.

Nguyên nhân: Nước là chất phân cực, các phân tử nước có cực quay đầu âm vào phía các ion dương kim loại trên bề mặt kim loại và lôi kéo chúng ra khỏi bề mặt. Vì các ion dương kim loại ( $M^{n+}$ ) bị tách ra khỏi bề mặt, nên bề mặt điện tích âm (các electron) và có khả năng hút các ion dương kim loại hóa ( $M^{n+} \cdot mH_2O$ ) vào và có tương tác tĩnh điện, nên các electron và các ion  $M^{n+} \cdot mH_2O$  tập trung ở hai biên giới bề mặt tiếp xúc giữa kim loại và dung dịch tạo thành lớp điện tích kép (hình a).

Ngược lại các ion  $M^{n+}$ .  $mH_2O$  thu thêm electron ở trên bề mặt để trở thành nguyên tử kim loại, đến lúc nào đó cân bằng được thiết lập.



Cân bằng trên cũng có thể được thiết lập nếu ta nhúng kim loại vào trong dung dịch muối của nó (hình b). Khi nồng độ ion  $M^{n+}$  đủ lớn thì ion dương  $M^{n+} \cdot mH_2O$  thu electron trên bề mặt tạo thành nguyên tử kim loại và bề mặt kim loại tích điện dương và do đó các ion âm của dung dịch sẽ đến bề mặt tiếp xúc kim loại và dung dịch tạo thành lớp điện tích kép. Như vậy xuất hiện một thế gọi là thế điện cực (thuận nghịch) cân bằng của kim loại - gọi tắt là thế điện cực của kim loại. Từ đó chúng ta có khái niệm về thế điện cực của kim loại như sau :

“ Thế điện cực của kim loại là thế hiệu giữa kim loại và dung dịch khi ta nhúng kim loại đó vào trong nước hoặc dung dịch muối của nó”.

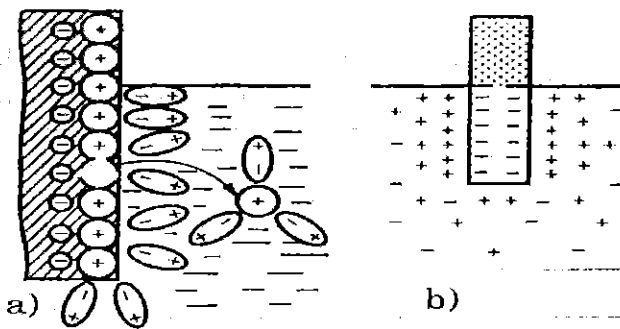
Từ khái niệm về điện cực kim loại ở trên, ta thấy điện cực kim loại được ký hiệu  $M|M^{n+}$  là hệ điện hóa, tồn tại cân bằng :



Hệ gồm một tấm kim loại nhúng vào nước hoặc dung dịch muối của nó, được gọi là điện cực và hiệu thế cân bằng sinh ra giữa mặt kim loại và lớp dung dịch bao quanh kim loại gọi là *thế điện cực*. Thế điện cực phụ thuộc vào bản chất của kim loại, nồng độ dung dịch và nhiệt độ.

Ký hiệu:  $E_{\text{oxh/ kh}}$  hay  $E^0_{\text{oxh/ kh}}$

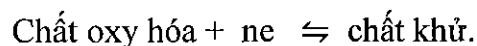
Trong đó E là thế khử của điện cực và  $E^0$  gọi là thế khử tiêu chuẩn,



### b. Phương trình Nernst

\* Phương trình Nernst áp dụng với bán phản ứng:

Hiện nay chưa có phương pháp nào đo được giá trị tuyệt đối thế điện cực, mà chỉ đo được giá tương đối của chúng mà thôi, phản ứng điện cực được quy ước là phản ứng khử, thí dụ đối với điện cực kim loại.



Trên cơ sở nhiệt động ta có sự biến thiên entanpi tự do như sau :

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[kh]}{[oxh]} \quad \text{Hay} \quad \Delta G = \Delta G^\circ - RT \ln \frac{[kh]}{[oxh]}$$

Ta xét công đã thực hiện trong quá trình hoạt động của điện cực. Về phương diện điện học, công di chuyển 1 mol ion kim loại từ bản kim loại vào dung dịch hoặc từ dung dịch vào bản kim loại là :  $\Delta G = -nEF$  hoặc ở điều kiện chuẩn:  $\Delta G^\circ = -nE^\circ F$

Với: n : số electron trao đổi của quá trình xảy ra tại điện cực; F : hằng số Faraday;

E: thế điện cực. (V)

Thay các giá trị  $\Delta G$  và  $\Delta G^\circ$  từ các biểu thức ở trên ta có :

$$-nFE = -nFE^\circ - RT \ln \frac{[kh]}{[oxh]}$$

$$\text{Hay} \quad E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[oxh]}{[kh]}$$

Phương trình (3.1) gọi là phương trình Nernst để tính toán thế điện cực thuận nghịch ở trong trạng thái cân bằng.

Khi  $[oxh] = [kh] = 1M$  thì  $E = E^\circ$

E phụ thuộc vào: Bản chất cặp oxh/kh; Bản chất dung môi; Nồng độ chất oxh và chất kh; Nhiệt độ; Môi trường; Ảnh hưởng chất tạo phức và tạo kết tủa.

Nếu thay giá trị  $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ ;  $F = 96500C$  chuyển logarit tự nhiên sang logarit thập phân, thì phương trình Nernst có dạng :

$$E = E^\circ + 2.10^{-4} \frac{T}{n} \lg \frac{[oxh]}{[kh]}$$

Ở  $25^\circ\text{C}$  ( $T = 298K$ ) thì:

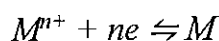
$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[oxh]}{[kh]}$$

### Các loại điện cực

a. Điện cực kim loại: Gồm thanh kim loại nhúng trong dung dịch muối của nó.

điện cực được ký hiệu là:  $M | M_{n+}$

Trong trường hợp đối với một điện cực kim loại M, phản ứng ở điện cực là:



Ở  $25^\circ\text{C}$  ( $T = 298K$ ) thì:

$$E = E^{\circ} + \frac{0,059}{n} \lg[M^{n+}]$$

### b. Điện cực khí

Gồm một thanh kim loại trơ hay graphit đóng vai trò vật dẫn điện đồng thời là vật mang các phân tử khí được nhúng trong dung dịch chứa ion tương ứng và được bão hoà bằng khí tương ứng. Kim loại dùng làm điện cực khí ngoài việc không đưa ion của nó vào trong dung dịch còn không tác dụng hoá học với khí và nó có khả năng hấp phụ khí và làm xúc tác cho phản ứng giữa khí và ion của nó trong dung dịch.

Ví dụ: Pt, H<sub>2</sub>|H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ; Pt, Cl<sub>2</sub>|Cl<sup>-</sup>

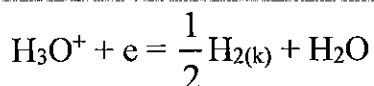
#### Điện cực hidro tiêu chuẩn

Cấu tạo điện cực gồm : Một bản Pt (platin) có phủ lớp muối Pt nhúng vào dung dịch H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> có [H<sup>+</sup>] = 1M. Khí H<sub>2</sub> tinh khiết được bơm vào điện cực dưới áp suất ổn định 1atm.

Điện cực Hidro tiêu chuẩn được kí hiệu : Pt, H<sub>2</sub>(1 atm) |H<sup>+</sup> 1M

Hoạt động của điện cực: Khí H<sub>2</sub> bị hấp phụ lên trên bề mặt bản Pt, được hoạt hóa trở nên dễ nhường electron (cho bản Pt)

Phản ứng ở điện cực hidro là:



Điện cực hidro tiêu chuẩn thiết lập với  $P_{H_2} = 1 \text{ atm}$ , [H<sup>+</sup>] = 1M nên

$$E^{\circ}_{2H^+/H_2} = 0,0V$$

Thế của điện cực được xác định bằng phương trình:

$$E = E^{\circ} - 0,059 \lg \frac{\sqrt{P_{H_2}}}{[H_3O^+]}$$

Vì  $E^{\circ}_{H_3O^+/H_2} = 0,00V$  và thông thường  $P = 1 \text{ atm}$  nên (6.5) có dạng:

$$E = 0,059 \lg [H_3O^+] = - 0,059 \text{pH}$$

Ở nhiệt độ xác định, E<sub>H</sub> tăng khi nồng độ axit ([H<sup>+</sup>]) tăng và giảm khi áp suất khí H<sub>2</sub> (P<sub>H<sub>2</sub></sub>) tăng. Điện cực hydro tiêu chuẩn rất nhạy, với độ chính xác 10<sup>-5</sup> von. Có thể nói là loại điện cực chính xác nhất. Tuy vậy, các điều kiện thiết lập điện cực rất nghiêm ngặt và khó thực hiện: Khí H<sub>2</sub> phải thật tinh khiết vì bản sẽ làm ngộ độc

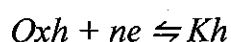
Pt;  $P_{H_2} = 1 \text{ atm}$ , nếu không sẽ ảnh hưởng đến sự hấp phụ, và do đó ảnh hưởng đến  $E_H^\circ$  dẫn đến  $E_H^\circ \neq 0 \dots$  Để đảm bảo thực hiện các tiêu chuẩn đó, đòi hỏi phải có hệ thống thiết bị, khiến cho điện cực trở nên cồng kềnh. Vì thế, loại điện này chỉ được dùng cho công việc nghiên cứu, còn để phục vụ sản xuất, người ta dùng các loại điện cực khác thuận tiện hơn, như điện cực Calomen, điện cực quinhidron...

### c. Điện cực oxi hóa khử

*Là điện kim loại trơ điện hoá, graphit nhúng trong dung dịch chứa đồng thời dạng oxi hoá và dạng khử của cặp oxi hóa - khử.*

Ví dụ: Các điện cực  $\text{Pt}/\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Pt}/\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+}$

Phản ứng xảy ra ở điện cực được biểu diễn dưới dạng tổng quát:



Ở đây Oxh - dạng oxi hóa, Kh - dạng khử, Sự tồn tại cặp Oxh/Kh là nguyên nhân làm xuất hiện lớp điện kép trên điện cực oxihóa - khử

Công thức tính suất điện động:

Ở  $25^\circ\text{C}$  ( $T = 298\text{K}$ ) thì:

$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{oxh}]}{[\text{kh}]}$$

### d. Điện cực kim loại phủ muối

*Kim loại tiếp xúc với một muối ít tan của nó trong dung dịch của một muối khác có cùng anion của muối ít tan*

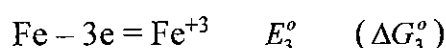
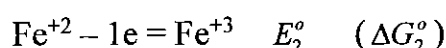
Ví dụ: điện cực calomen:  $\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}$

Là loại điện cực có cấu tạo đơn giản, dễ thiết kế, chế tạo, gọn nhẹ, dễ di chuyển, điện cực Calomen được sử dụng rất phổ biến trong thực tế nghiên cứu và sản xuất, mặc dù độ nhạy và độ chính xác của nó không bằng điện cực hydro tiêu chuẩn - những cũng có độ chính xác đáng tin cậy.

(\*) Để tính thế điện cực tiêu chuẩn  $E^\circ$  của một phản ứng điện cực có quan hệ với các phản ứng điện cực khác trong hệ thống các quá trình liên tiếp có thể áp dụng biểu thức tính entanpi tự do tiêu chuẩn:  $\Delta G^\circ = -nE^\circ F$

Ví dụ: Tính  $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^\circ (E_3^\circ)$ . Cho biết  $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^\circ (E_1^\circ)$  và  $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^\circ (E_2^\circ)$

Ta có phản ứng:  $\text{Fe} - 2e = \text{Fe}^{2+} \quad E_1^\circ \quad (\Delta G_1^\circ)$



Ta có :  $\Delta G_3^\circ = \Delta G_1^\circ + \Delta G_2^\circ$  Hay  $-n_3 F E_3^\circ = -n_1 F E_1^\circ - n_2 F E_2^\circ$

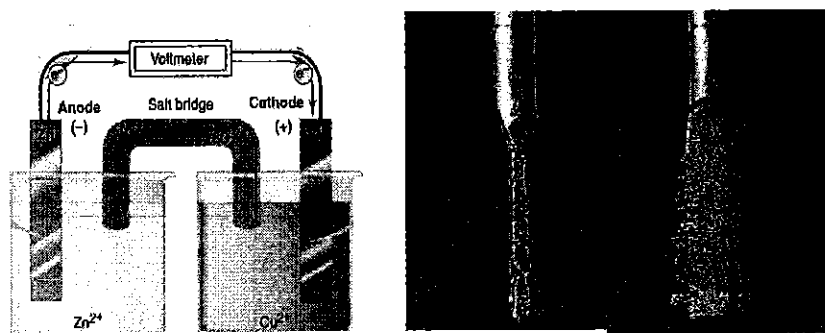
$$E_3^\circ = \frac{n_1 E_1^\circ + n_2 E_2^\circ}{n_3} \quad \text{Do đó : } E_3^\circ = \frac{2E_1^\circ + E_2^\circ}{3} = E_{\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}}^\circ$$

## Pin -Ắc quy

### Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của Pin

#### a. Cấu tạo và hoạt động của Pin

Thiết bị dùng phản ứng hóa học để sinh ra dòng điện gọi là pin Volta hoặc pin Ganvani, lấy theo tên của Alessandro Volta (1745 - 1827) và Luigi Galvani (1737 - 1798). Mọi pin volta có cùng nguyên lý hoạt động trong pin diễn ra phản ứng oxi hóa khử. Pin được chế tạo để electron sinh ra từ chất khử được vận chuyển qua dây điện đến chất oxi hóa.



Sơ đồ Pin Cu- Zn

Sử dụng phản ứng giữa Zn kim loại với ion  $\text{Cu}^{2+}$  là cơ sở của pin Ganvani. Để làm việc đó, các thành phần của hai bán phản ứng được đặt tại hai khoang khác nhau, nhằm ngăn sự vận chuyển electron từ Zn kim loại trực tiếp tới ion đồng. Thay vào đó, electron được vận chuyển qua mạch điện.

Nửa pin ở bên phải chứa dung dịch  $\text{Cu}^{2+}$  và đồng kim loại đóng vai trò là một điện cực. Nửa pin ở bên trái chứa điện cực Zn và dung dịch của ion  $\text{Zn}^{2+}$ . Đặc điểm quan trọng của pin gồm:

- Hai nửa pin được nối bằng một cầu muối để các cation và anion có thể di chuyển giữa hai nửa pin. Chất điện li chứa trong cầu muối nên có các ion sao cho, các ion này không có phản ứng với các ion trong hai bán điện cực. Trong sơ đồ pin  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  được sử dụng.

- Anot là điện cực tại đó quá trình oxi hóa xảy ra. Catot là điện cực tại đó quá trình khử xảy ra, điện cực đồng là catot và điện cực Zn là anot.

- Dấu trừ qui ước cho anot và dấu dương qui ước cho catot. Quá trình oxi hóa diễn ra ở anot, tạo ra các electron, làm anot mang điện tích âm. Electron chuyển

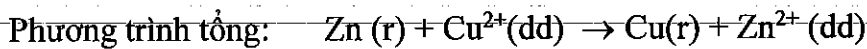
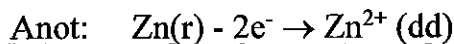
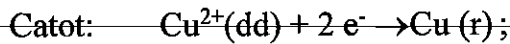


động qua mạch điện, từ cực âm sang cực dương và tạo thành dòng điện.

- Trong mọi pin điện hóa, electron chuyển động từ anot sang catot.

**Cầu muối:** Cầu muối đơn giản thường được làm bằng gelatin. Gelatin dẻo và hơi đặc. Do đó cầu muối sẽ dễ sử dụng và thao tác. Màng làm bằng thủy tinh và màng bán thấm thường được chọn làm cầu muối, cầu muối cho phép các ion đi từ nửa pin này sang nửa pin kia, đồng thời tránh việc trộn lẫn hai dung dịch.

Quá trình hóa học trong pin được tóm tắt bằng hai bán phản ứng và phương trình tổng:



Trong các điện cực được nối với một vôn kế. Khi ứng dụng, vôn kế có thể thay thế bằng bóng đèn hoặc một thiết bị tiêu thụ điện.

Pin là dụng cụ cho phép sử dụng sự trao đổi e trong các phản ứng oxi hóa - khử để sản sinh ra dòng điện. Các pin này hóa năng đã chuyển thành điện năng và chúng ta gọi các pin này là pin điện hóa.

Nguyên tắc biến hóa năng thành điện năng là: Chúng ta phải thực hiện sự oxi hóa ở một nơi và sự khử ở một nơi và cho e chuyển động từ chất khử sang chất oxi hóa qua một dây dẫn.

#### b. Quy ước cách viết sơ đồ pin điện hóa

- Với điện cực kim loại thanh kim loại vừa đóng vai trò dạng khử vừa đóng vai trò vật dẫn điện.

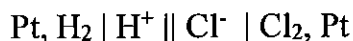
- Với các điện có cặp Ox-Kh mà cả dạng Ox và dạng Kh đều là các ion trong dung dịch (ví dụ:  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  ...) hay một trong các dạng đó ở thể khí hay thể lỏng (ví dụ:  $\text{H}^+/\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2/\text{Cl}^-$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$  ...) người ta phải dùng một kim loại trơ làm vật dẫn điện. Thông thường kim loại được dùng là Pt, trong một số trường hợp người ta dùng graphit vào mục đích này.

Theo quy ước thông tin về anot luôn viết ở bên trái. Gạch chéo đơn dùng ký hiệu ngăn cách giữa điện cực và dung dịch tương ứng trong nửa pin. Gạch chéo kép dùng ký hiệu cầu muối.

**Điện cực 1 | dung dịch điện cực 1 || dung dịch điện cực 2 | điện cực 2**

Để đơn giản trong việc biểu diễn các pin người ta dùng cách kí hiệu sau:

- Đối với pin dùng các điện cực kim loại :  $\text{M}_1 | \text{M}_1^{n+} || \text{M}_2^{m+} | \text{M}_2$
- Đối với pin dùng vật dẫn trơ:  $\text{Pt} | \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+} || \text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+} | \text{Pt}$



c. Suất điện động của Pin

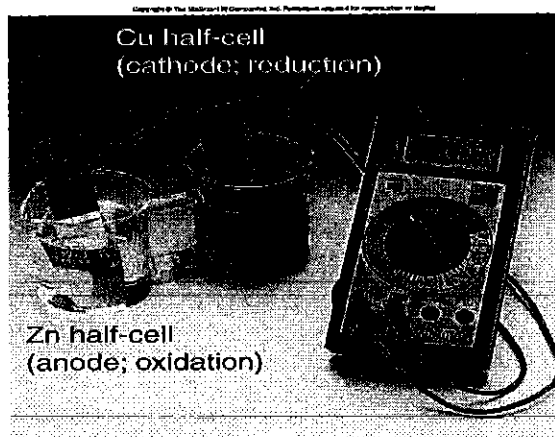
\* Suất điện động của pin bằng hiệu số điện thế giữa điện cực dương và điện cực âm:

$$E = E_+ - E_- \quad (3.8)$$

Đối với Pin ở điều kiện chuẩn:  $E^0 = E_+^0 - E_-^0 \quad (3.9)$

Ví dụ: Đối với pin Cu - Zn, ở điều kiện tiêu chuẩn ( $T = 298\text{K}$ ,  $P = 1\text{atm}$ ,  $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}] = 1 \text{ mol/l}$ ):  $E_+ = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34 \text{ V}$ ;  $E_- = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0,76 \text{ V}$

$$E = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ V}$$



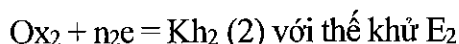
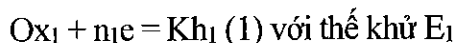
\* Xét với phản ứng oxi hóa- khử xảy ra trong pin như sau:  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ . Khi đó suất điện động của pin phụ thuộc vào nồng độ của chất tham gia và sản phẩm và được tính theo phương trình sau:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[A]^a \cdot [B]^b}{[C]^c \cdot [D]^d} \quad (3.10) \text{ ở } 25^\circ\text{C}$$

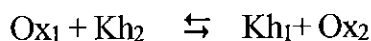
d. Chiều và trạng thái cân bằng của phản ứng oxi hóa khử xảy ra trong pin

\* Chiều của phản ứng oxi hóa khử

Giả sử có hai cặp oxi hoá - khử



giả thiết  $E_1 > E_2$ . Khi đó chiều của phản ứng xảy ra khi trộn các dạng khử và dạng oxi hoá của cả hai cặp sẽ là:



Cần phải chú ý rằng thế oxi hóa khử phụ thuộc vào nồng độ dạng oxi hóa,

dạng khử và của  $H^+$  nên một khi nồng độ của một trong các dạng trên thay đổi thì chiều phản ứng cũng có thể thay đổi.

*\* Trạng thái cân bằng và hằng số cân bằng của phản ứng oxi hoá khử*

Khi cân bằng của phản ứng oxy hóa khử được thiết lập thì:

$$\Delta G = 0 \text{ hay } \Delta G = -nFE = 0$$

Có nghĩa là  $E = 0$ , do đó thế của hai cặp tham gia phản ứng oxy hóa khử bằng nhau.

Mặt khác ta có mối liên hệ :  $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

$$\ln K = \frac{nF}{RT} E^\circ \text{ Hay ở } 25^\circ\text{C ta có : } \ln K = \frac{E^\circ}{0,059}$$

### **Một số loại Pin**

#### *a. Pin Volta thương mại*

Các pin miêu tả ở trên không thích hợp với ứng dụng thực tế. Chúng không nhỏ gọn hoặc không đủ năng lượng cho nhiều ứng dụng. Trong nhiều trường hợp, pin cần phải cung cấp được một điện thế không đổi, nhưng với các pin ở trên thì điện thế phụ thuộc vào nồng độ của các ion trong dung dịch. Mặt khác, tốc độ dòng điện sinh ra nhỏ.

Lượng điện tạo ra phụ thuộc vào khối lượng chất phản ứng đã tiêu thụ. Pin Ganvani cần có khối lượng lớn chất phản ứng để duy trì điện trong thời gian dài. Thêm vào đó, pin Ganvani có thể tái sử dụng là rất cần thiết. Việc tái sử dụng đồng nghĩa với việc đưa chất phản ứng về trạng thái ban đầu. Trong các pin miêu tả ở trên, sự chuyển động của ion trong pin làm dung dịch trộn lẫn với nhau và việc quay trở lại như trước khi trộn là không thể xảy ra.

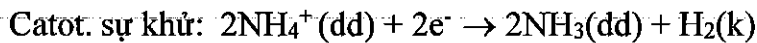
Pin có thể phân loại thành sơ cấp và thứ cấp. Pin sơ cấp dùng phản ứng oxi hóa khử và do vậy pin không thể quay về trạng thái ban đầu và cần thải bỏ sau khi chất phản ứng tiêu thụ hết. Pin thứ cấp còn được gọi là pin sạc. Phản ứng trong pin là phản ứng thuận nghịch, do đó pin có thể tái sử dụng sau khi sạc.

Sau nhiều năm, có nhiều loại pin được sản xuất cho nhiều mục đích sử dụng khác nhau. Một vài pin thông dụng được miêu tả dưới đây.

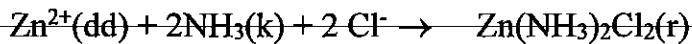
#### *Các loại pin sơ cấp: pin khô và pin kiềm*

Nếu bạn mua một pin cho đèn chiếu sáng hoặc pin khô đắt tiền, chúng có thể là các phiên bản sau của pin volta, sáng chế bởi George LeClanché vào năm 1866. Anot làm bằng kẽm và catot làm từ graphit được đặt ở trung tâm của pin. Các pin này thường được gọi là pin khô bởi vì không có pha lỏng trong pin. Tuy nhiên, pin có chứa hỗn hợp dạng bột ẩm gồm  $NH_4Cl$ ,  $ZnCl_2$  và  $MnO$ ; Độ ẩm là cần thiết vì các

ion cần có môi trường để khuếch tán từ điện cực này sang điện cực khác. Pin tạo ra thế 1,5V theo phương trình sau:



Hai khí tạo thành ở catot sẽ tạo ra áp suất và có thể làm nứt, hỏng pin. Vấn đề này được giải quyết bằng hai phản ứng khác trong pin. Phân tử  $\text{NH}_3$  liên kết với ion  $\text{Zn}^{2+}$  và khí  $\text{H}_2$  bị oxi hóa bằng  $\text{MnO}_2$



### *Pin Volta.*

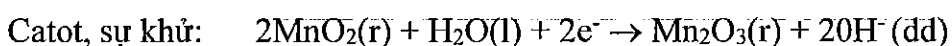
Pin Volta có thể được làm bằng cách đưa điện cực đồng và kẽm vào hầu hết các vật liệu dẫn điện.

#### *\* Ấc qui*

Từ ắc qui đã trở thành một phần trong ngôn ngữ chung, dùng để chỉ bất kỳ một thiết bị nào, tự bản thân nó có thể tạo ra dòng điện. Khái niệm ắc qui có ý nghĩa khoa học chính xác hơn, tuy nhiên, nó đề cập đến tập hợp của hai hoặc nhiều hơn các pin Volta. Ví dụ, pin 12V dùng cho ô tô là tập hợp của sáu pin Volta. Mỗi pin sản xuất 2 V.

Pin LeClanché được sử dụng rộng rãi vì giá cả thấp, nhưng pin này có hàng loạt nhược điểm. Nếu dòng điện sinh ra trong pin nhanh thì các chất khí tạo thành không thể tiêu thụ đủ nhanh và do đó, trở kháng của pin tăng dẫn đến điện thế giảm. Thêm vào đó, điện cực kẽm và ion amoni tiếp xúc trong pin và các chất này phản ứng với nhau chậm. Kẽm phản ứng với axit tạo thành khí hidro, ion amoni là axit Bronsted yếu và phản ứng với kẽm. Do phản ứng này, các pin volta không thể lưu giữ vô thời hạn. Khi vỏ ngoài của pin bị phân hủy, axit và bazơ có thể rò rỉ và làm hỏng các đèn chiếu sáng hoặc các thiết bị khác chứa nó.

Chưa hài lòng với pin đơn giản? Bạn có thể mua pin kiềm cho máy nghe nhạc CD của bạn. Pin kiềm tạo dòng điện lâu hơn 50% so với pin khô ở cùng kích cỡ. Bản chất hóa học của pin kiềm giống với pin LeClanché trừ vật liệu bên trong pin mang tính kiềm. Pin kiềm sử dụng phản ứng oxi hóa của kẽm và sự khử của  $\text{MnO}_2$  để tạo dòng điện. Ngoài ra, NaOH hoặc KOH được dùng thay cho muối axit  $\text{NH}_4\text{Cl}$  trong pin.

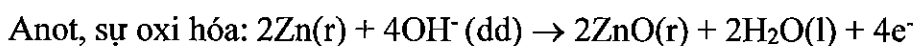
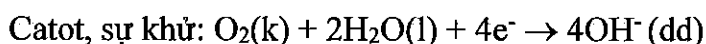


Pin kiềm, sản xuất điện thế 1,54V (xấp xỉ điện thế của pin LeClanché), có nhiều ưu điểm như điện thế không giảm dưới dòng có tải trọng cao do không có sản phẩm khí tạo thành.

Trước năm 2000, pin chứa thủy ngân được dùng rộng rãi cho máy tính, máy ảnh, đồng hồ và các thiết bị khác. Tuy nhiên, các loại pin nhỏ này bị cấm ở Mỹ từ năm 1990, do các vấn đề môi trường. Thay thế cho chúng là hàng loạt pin như pin oxi bạc và pin kẽm-oxi. Hai loại đó đều có môi trường kiềm và có điện cực kẽm. Trong pin bạc oxít, sản xuất điện thế 1,5V phản ứng trong pin gồm:



Pin kẽm-oxi, sản xuất điện thế 1,15 - 1,35V, là pin duy nhất trong đó, oxi là tác nhân oxi hóa, chứ không phải là oxít kim loại.



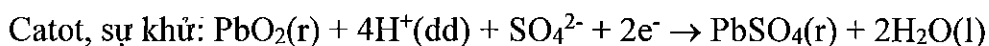
Các pin này thường sử dụng trong các máy nhắn tin và thiết bị y tế.

#### *Pin thứ cấp hoặc pin sạc*

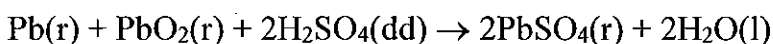
Trong khi pin LeClanché hoặc pin kiềm ngừng hoạt động, chúng bị loại bỏ. Ngược lại, một vài loại pin có thể sạc, thông thường hàng trăm lần. Việc sạc pin sử dụng dòng điện bên ngoài để đưa pin trở về trạng thái ban đầu.

Một loại ắc qui ô tô - *ắc qui chì* - được biết như loại ắc qui sạc thông dụng nhất. Ắc qui chứa 6 pin volta có điện thế 12V, mỗi pin tạo 2.04V. Pin chì có thể sản xuất dòng điện ban đầu lớn, yếu tố cần thiết để khởi động động cơ ô tô.

Anot của ắc qui chì là chì kim loại. Catot cũng được làm từ chì nhưng được phủ thêm một lớp oxít chì,  $\text{PbO}_2$ . Các điện cực nằm vĩnh viễn trong khoang kín và được ngăn cách bởi vật liệu từ sợi thủy tinh rồi được nhúng trong dung dịch axit sunfuric. Khi pin sản xuất ra năng lượng, anot chì bị oxi hóa thành chì (II) sunfat. Hai electron tạo ra từ mỗi nguyên tử chì chuyển động theo mạch điện ngoài đến catot, tại đó  $\text{PbO}_2$  bị khử thành ion  $\text{Pb}^{2+}$ , trong môi trường  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và tạo thành chì (II) sunfat.



Phương trình tổng:



Khi dòng điện tạo ra, axit sunfuric bị tiêu tốn và nước được tạo thành. Do

nước nhẹ hơn axit nên khối lượng riêng của dung dịch giảm đi trong quá trình phản ứng. Do vậy, một cách để xác định khi nào pin chì cần sạc là xác định khối lượng riêng của dung dịch.

Pin chì được sạc bằng cách cung cấp năng lượng điện. Lớp vỏ  $\text{PbSO}_4$  bao phủ trên bề mặt điện cực được chuyển trở lại kim loại chì;  $\text{PbO}_2$  và axit sunfuric được tạo thành. Việc sạc pin là hoàn toàn có thể do chất tham gia và chất sản phẩm nằm trên bề mặt điện cực. Thời gian sử dụng của pin chì là giới hạn, tuy nhiên lớp vỏ  $\text{PbO}_2$  và  $\text{PbSO}_4$  bong khỏi bề mặt và rơi xuống đáy pin.

Các nhà khoa học và kỹ sư mong muốn tìm loại pin thích hợp, đặc biệt là để ứng dụng cho ô tô. Pin chì có nhược điểm là to và nặng. Thêm vào đó, chì và các hợp chất của nó độc hại và sự thải bỏ các chất này cần thêm quá trình xử lý. Tuy nhiên, tại thời điểm này, các ưu điểm của pin chì vẫn trội hơn các nhược điểm của nó.

*Pin Ni-Cd* được dùng trong nhiều thiết bị như điện thoại, máy quay và các dụng cụ điện. Chúng có khối lượng nhỏ và sạc được. Quá trình hóa học trong pin gồm sự oxi hóa cadimi và sự khử niken (III) oxit trong môi trường kiềm. Giống như pin chì, chất phản ứng và sản phẩm tạo thành khi sinh ra dòng điện nằm ở trạng thái rắn và bám lên bề mặt điện cực.



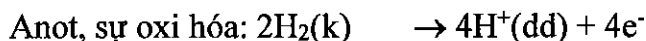
Pin Ni-Cd sản xuất điện thế gần như không đổi. Tuy nhiên, giá thành của chúng tương đối cao và có các qui định nghiêm ngặt về việc thải bỏ do hợp chất của cadimi là độc và ảnh hưởng đến môi trường.

#### *Pin nhiên liệu*

Ưu điểm của pin volta là nhỏ gọn, dễ mang. Tuy nhiên, kích thước của chúng là một điểm hạn chế. Lượng điện sinh ra phụ thuộc vào khối lượng chất phản ứng trong pin. Khi một trong các chất tham gia phản ứng bị tiêu thụ hết, pin sẽ không thể sản xuất dòng điện, Pin nhiên liệu tránh được nhược điểm này. Chất phản ứng (nhiên liệu và chất oxi hóa) có thể được cung cấp liên tục cho pin từ nguồn bên ngoài.

Mặc dù, pin nhiên liệu đầu tiên được sản xuất từ 150 năm trước, công nghệ này ít được thay đổi cho đến khi chương trình không gian quan tâm đến thiết bị này. Pin nhiên liệu hydro-oxigen được sử dụng tàu Apollo của NASA và chương trình tàu con thoi không gian. Không những pin nhỏ gọn và hiệu quả, chúng còn tạo ra nước dùng cho phi hành đoàn. Các pin nhiên liệu trên tàu con thoi sản xuất ra điện năng gấp 10 lần các pin khác có cùng trọng lượng.

Trong pin nhiên liệu hydro-oxi khí hydro được bơm vào anot của pin và khí oxi được đưa vào catot của pin. Các phản ứng trong pin gồm:



Hai nửa pin được ngăn cách bằng màng trao đổi proton (PEM). Proton,  $\text{H}^+(\text{dd})$ , tạo thành ở anot khuếch tán qua PEM và Phản ứng với ion hydroxyl tại catot tạo thành nước. Do vậy, trong phương trình tổng của pin sẽ có sự tạo thành nước từ hydro và oxi. Pin thường được dùng ở khoảng nhiệt độ từ  $70^\circ\text{C}$  đến  $140^\circ\text{C}$  và sản xuất thế 0,9V.

### *Video 15: Trình bày các vấn đề sau*

#### **Sự điện phân và ứng dụng**

##### **Sự điện phân**

- Điện phân là sự phân huỷ hoá học của các chất ở trạng thái nóng chảy hay trong dung dịch khi có dòng điện một chiều chạy qua.



Trong các quá trình điện phân người ta phân biệt: Điện phân ở trạng thái nóng chảy, điện phân dung dịch và điện phân khí dùng dương cực trơ.

##### *a. Các quá trình xảy ra trên điện cực*

Trong quá trình điện phân các ion sẽ chuyển về điện cực tương ứng:

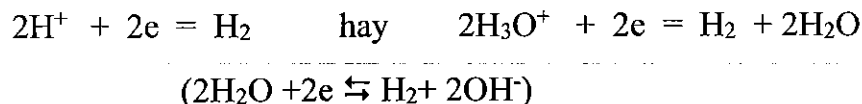
- Các cation di chuyển về catốt (trong bình điện phân gọi là cực âm)
- Các anion chuyển về anot (trong bình điện phân gọi là cực dương).

##### **\* Cực âm (catot)**

Xảy ra phản ứng khử.

+ Cation nào có thế điện cực lớn hơn sẽ phóng điện trước vì dạng oxi hoá của cặp có thế điện cực lớn có tính oxi hoá mạnh hơn:  $\text{M}^{n+} + \text{ne}^- = \text{M}$

+ Khi điện phân trong dung dịch nước, chỉ những kim loại đứng sau nhôm trong bảng thế điện cực tiêu chuẩn mới thoát ra trên catốt. Đối với muối nhôm và muối của những kim loại có thế điện cực nhỏ hơn nhôm, ion  $\text{H}^+$  của nước phóng điện:



##### **\* Cực dương (anot)**

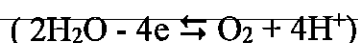
Xảy ra phản ứng oxi hóa.

+ Trong trường hợp này dạng khử chính là các anion gốc axit, ion  $\text{OH}^-$ , hoặc đôi khi là chất được dùng làm anot.

Nếu anot trơ (không bị oxi hoá, như: grafit, platin...) thì thứ tự phóng điện sẽ là:

1. Đầu tiên là các anion không chứa oxi:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ...

2. Thứ đến là  $\text{OH}^-$  của nước:  $4\text{OH}^- - 4e \rightleftharpoons \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



Các gốc axit chứa oxi:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ... không tham gia phóng điện khi điện phân dung dịch.

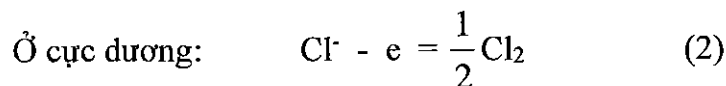
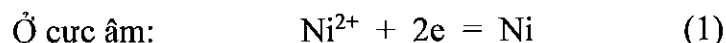
Nếu anot là điện cực kim loại có thế khử nhỏ hơn thế phóng điện của các anion, kim loại sẽ bị oxi hoá trước:  $\text{M} - ne = \text{M}^{n+}$

Khi điện phân dung dịch của một chất nào đó (axit, bazơ hay muối) việc xác định sản phẩm của quá trình điện phân phức tạp hơn và có thể không theo nguyên tắc trên vì ngoài các ion do chất "bị điện phân" phân li ra còn có các ion  $\text{H}^+$  và  $\text{OH}^-$  do nước phân li ra.

#### *b. Thế phân hủy, thế phân cực và quá thế*

Để xác định xem phản ứng nào xảy ra ở các điện cực cần phải xét thế phân cực, quá thế và thế phân hủy của tất cả các quá trình có thể xảy ra. Trong các quá trình đó, quá trình nào đòi hỏi thế phân hủy bé nhất sẽ dễ dàng xảy ra nhất.

Chúng ta minh họa điều này qua ví dụ về sự điện phân dung dịch  $\text{NiCl}_2$  khi dùng điện cực trơ Pt. Giả thiết rằng:



Các sản phẩm tạo thành sẽ bao phủ điện cực và kết quả là:

- Điện cực âm trở thành một tấm Ni nhúng trong dung dịch chứa  $\text{Ni}^{2+}$ , nghĩa là tạo thành điện cực  $\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}$  ;

- Điện cực dương trở thành tấm Pt bão hòa clo và nhúng trong dung dịch  $\text{Cl}^-$ , nghĩa là tạo thành điện cực  $\text{Pt}/\text{Cl}_2, \text{Cl}^-$ .

Sự hình thành hai điện cực này, như đã biết sẽ tạo nên pin ganvani với sức điện động:

$$E = E_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} - E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = 1,36 - (-0,23) = 1,59 \text{ V}$$

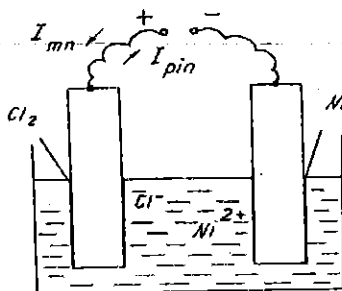


Và dòng điện ở trong mạch của pin ngược với chiều của dòng điện mạch ngoài.

Sự hình thành pin ganvani niken - clo do kết quả của sự điện phân được gọi là sự phân cực, còn sức điện động của pin này được gọi là thế phân cực.

$$E_{pc} = E_{pin}$$

Vì chiều của dòng điện do pin sinh ra ngược với chiều của dòng điện của mạch bên ngoài, cho nên để cho sự điện phân tiếp tục xảy ra, mạch bên ngoài phải có thế lớn hơn thế phân cực. Thế cần thiết cần phải đặt lên mạch bên ngoài để cho sự điện phân có thể xảy ra được gọi là thế phân hủy. Kí hiệu:  $E_{ph}$



Về nguyên tắc thế phân hủy chỉ cần lớn hơn thế phân cực tí chút là quá trình điện phân đã xảy ra. Tuy nhiên, trong thực tế, thế phân hủy thường lớn hơn thế phân cực khá nhiều.

Độ chênh lệch giữa thế phân hủy và thế phân cực được gọi là quá thế, kí hiệu  $\eta$

$$\eta = E_{ph} - E_{pc} = \eta_a + \eta_c \quad (3.11)$$

$\eta_a$ : Quá thế trên anot;  $\eta_c$ : Quá thế trên catot

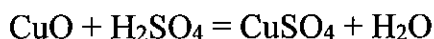
$\eta$  – phụ thuộc vào bản chất điện cực, mật độ dòng điện, thành phần dd....

Đại lượng quá thế phụ thuộc vào:

- Bản chất của chất thoát ra ở điện cực: thông thường các khí có quá thế lớn; quá thế của các sản phẩm rắn hầu như bằng không.

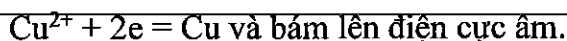
- Bản chất của điện cực. Ví dụ hydro có quá thế rất lớn trên điện cực thủy ngân, còn trên các điện cực khác như Pt, Ni, Fe quá thế bé hơn nhiều.

- Trạng thái bề mặt của điện cực: khi bề mặt nhẵn bóng thì quá thế cao, bề mặt xốp có quá thế thấp.



Tạo thành  $\text{CuSO}_4$  là một muối dễ tan, nó khuếch tán vào dung dịch, biến dung dịch axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ban đầu thành dung dịch hỗn hợp  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và  $\text{CuSO}_4$ .

Khi các ion  $\text{Cu}^{2+}$  đã xuất hiện trong dung dịch thì dưới tác dụng của điện trường chúng cũng chạy về cực âm cùng với các ion  $\text{H}^+$ . Lúc này thay cho các ion  $\text{H}^+$ , chính xác là các ion  $\text{Cu}^{2+}$  phóng điện vì chúng có thế khử cao hơn. Các ion  $\text{Cu}^{2+}$  nhận e chuyển thành Cu kim loại



Như vậy kết quả của quá trình điện phân, dương cực Cu bị tan ra (từ đây mà có tên "hiện tượng dương cực tan") Cu kim loại chuyển từ cực dương sang cực âm. Hiện tượng tương tự cũng xảy ra khi cực dương là các kim loại khác cũng đứng sau hydro trong dãy hoạt động hoá học.

Hiện tượng dương cực tan dùng trong luyện kim, mạ điện, gia công kim loại.

**Video 16: Trình bày các vấn đề sau**

**Một số ứng dụng thực tế của sự điện phân.**

Ứng dụng quan trọng nhất của điện phân là mạ kim loại và mạ đúc điện

#### **a. Mạ kim loại**

Nhờ phương pháp điện phân người ta có thể tạo được một số lớp mạ có tính chất khác nhau.

##### Lớp mạ bảo vệ:

Nhiệm vụ chủ yếu của lớp mạ này là bảo vệ kim loại nền khỏi bị ăn mòn trong môi trường sử dụng.

Lớp mạ bảo vệ không chỉ cách ly kim loại nền khỏi bị tác dụng và chạm của môi trường xung quanh mà còn có tác dụng bảo vệ điện hoá kim loại nền. Căn cứ vào cơ chế ăn mòn điện hoá mà người ta chia lớp mạ bảo vệ thành lớp mạ anot và lớp mạ catot:

- Lớp mạ anot là lớp mạ mà kim loại mạ có điện thế âm hơn điện thế kim loại nền trong môi trường ăn mòn.

Lớp mạ anot phổ biến trong thực tế: lớp mạ kẽm, cadimi, thiếc trên thép. Phổ biến nhất là lớp mạ anot kẽm.

Trong nước tự nhiên, lớp mạ kẽm hay cadimi sẽ đóng vai trò anot so với thép trong các pin ăn mòn.

Trong trường hợp mạ không liên tục (lớp mạ có khe nứt, lỗ xốp, bong, tróc) nước có thể ngấm vào, giữa sắt và kẽm xuất hiện các pin ăn mòn, kẽm là anot còn

thép là catot; kẽm hoà tan còn thép không hoà tan, nói cách khác thép được bảo vệ nhờ sự "hy sinh" của kẽm.

Tính chất bảo vệ của lớp mạ anot phụ thuộc vào cấu tạo và độ dày lớp mạ cũng như tính chất của môi trường ăn mòn. Trong môi trường nước cất, thép sẽ bị ăn mòn điện hoá nếu lớp mạ kẽm bị bong, tróc, có lỗ thủng với đường kính lỗ lớn hơn 12  $\mu\text{m}$ . Trong nước biển lớp mạ kẽm có tác dụng bảo vệ thép ngay khi có lỗ thủng đường kính vài chục micromet. Tốc độ ăn mòn của lớp mạ kẽm trong nước cất lớn hơn từ 4 ÷ 6 lần tốc độ ăn mòn trong nước biển ở nhiệt độ 60 ÷ 70°C.

- Lớp mạ catot là lớp mạ mà kim loại mạ có điện thế dương hơn điện thế kim loại nền trong môi trường ăn mòn. Lớp mạ đồng, thau, niken, crom, bạc, vàng trên thép là những lớp mạ catot. Lớp mạ catot bảo vệ có hiệu quả qua kim loại nền nếu là lớp mạ liên tục, không bong, tróc, nứt nẻ hoặc có lỗ xốp.

#### Lớp mạ trang trí

Ta không thể dùng lớp mạ kẽm, cadimi, thiếc để làm lớp mạ trang trí vì bề mặt bóng sáng ban đầu của chúng sẽ biến đổi nhanh chóng. Nói chung lớp mạ anot không bao giờ được sử dụng làm lớp mạ trang trí. Chỉ một số lớp mạ catot mới được chọn làm lớp mạ trang trí.

Độ bóng lớp mạ có thể tạo ra được nhờ kỹ thuật đánh bóng cơ khí hoá học hoặc điện hoá học.

Người ta có thể thu trực tiếp lớp mạ bóng (hay bóng gương) nhờ các phụ gia làm bóng cho trực tiếp vào dung dịch mạ.

Ngoài ra còn có thể tạo được lớp mạ trang trí bằng cách mạ áo một lớp mỏng kim loại quý hiếm như vàng, bạc thụ động hoa, rodi, platin, paladi hoặc crôm sau khi đã mạ lót lớp niken bóng. Độ dày lớp mạ áo này khoảng 0,25 đến 2  $\mu\text{m}$ . Lớp mạ áo của các kim loại trên có màu sắc đẹp, bóng, sáng giữ được vẻ đẹp hấp dẫn trong nhiều môi trường.

Lớp mạ bạc và niken có độ dày khá lớn cũng được dùng làm lớp mạ trang trí. Lớp mạ bạc và niken rất dễ bị mờ đi trong không khí, mất đi vẻ bóng sáng ban đầu. Để ngăn chặn điều này người ta có thể mạ lên bề mặt niken và bạc một lớp mạ áo rodi, platin, paladi hoặc vàng. Trong trường hợp lớp mạ niken, người ta thường mạ một lớp mỏng crôm lên lớp mạ niken.

Ngoài ra người ta còn dùng phương pháp thụ động hoá học hay điện hoá học để cho lớp mạ niken, bạc giữ được màu sắc bóng sáng một thời gian.

#### Lớp mạ trang trí bảo vệ

Là lớp mạ vừa có tính bảo vệ có hiệu quả kim loại nền, vừa có tính trang trí cao.

Chỉ có lớp mạ catot mới thoả mãn được các đặc tính trên của lớp mạ trang trí - bảo vệ. Các lớp mạ sau đây thường đóng vai trò lớp mạ trang trí - bảo vệ.

- Lớp mạ niken - crôm
- Lớp mạ đồng - crôm hay lớp mạ thau - crôm;
- Lớp mạ đồng - niken - crôm.

- Các lớp mạ nhiều lớp: duplex-Ni; tripl-Ni, duplex-crôm, hoặc niken-Seal cũng là lớp mạ bảo vệ, trang trí. Lớp mạ crôm xốp vi cấp và nút vi cấp là một bước tiến mới làm tăng một cách đáng kể độ bền chống ăn mòn của các lớp mạ niken nhiều lớp.

Trong các lớp mạ trang trí, bảo vệ lớp mạ trung gian đóng vai trò lớp mạ bảo vệ. Để cô lập hoàn toàn kim loại nền khỏi môi trường ăn mòn, lớp mạ trung gian niken phải có độ dày tối thiểu 25  $\mu\text{m}$ . Lớp mạ bảo vệ trung gian niken có độ bền ăn mòn trong nhiều môi trường cao hơn lớp mạ đồng. Khi bề mặt niken được mạ một lớp mỏng crôm nút hay xốp vi cấp có độ dày 0,5 ÷ 1,5  $\mu\text{m}$  thì được giữ lâu dài màu xanh bóng đặc trưng của crôm.

Lớp mạ niken trên đồng hay trên thau chỉ dùng làm lớp mạ trang trí - bảo vệ trong môi trường ăn mòn nhẹ (không khí ở làng quê). Trong môi trường khí thải công nghiệp, đặc biệt môi trường có chứa lưu huỳnh, bề mặt niken biến đổi màu nhanh chóng, thoạt đầu là màu vàng dần chuyển sang màu xanh nâu.

Trong một số trường hợp lớp mạ kẽm, cadimi được thu động hoá (màu sáng bóng hay màu cầu vồng) cũng đóng vai trò lớp mạ bảo vệ trang trí.

#### Lớp mạ kỹ thuật

Lớp mạ điện được sử dụng rộng rãi với mục đích kỹ thuật, ví dụ:

- Lớp mạ làm tăng độ bền chống ma sát ổ trục.
- Lớp mạ làm tăng độ dẫn điện bề mặt như sử dụng các lớp mạ bạc, vàng để mạ các tiếp điện.
- Lớp mạ làm phục hồi các trục, các chi tiết bị mài mòn.
- Lớp mạ làm tăng lò cứng, độ bóng gương (gương đèn pha).
- Mạ đồng, bạc, vàng tạo các mạch in một hay nhiều lớp.
- Trong công nghiệp bán dẫn (transitor, diot, ...) người ta dùng lớp mạ vàng để mạ các tiếp điện, các linh kiện điện tử, mạch in ...
- Tạo lớp mạ crôm xốp vi rãnh trong xy lanh để thấm dầu, chống ma sát.
- Lớp mạ niken kỹ thuật làm tăng giá trị sử dụng và có ích các chi tiết máy trong nhiều lĩnh vực công nghiệp.

- Lớp mạ crôm kỹ thuật trên các khuôn ép nhựa, ép cao su, mạ crôm kỹ thuật trên các trục đồng in trên bao bì nhựa. Mạ crôm kỹ thuật cho các chi tiết máy công cụ.

- Lớp mạ tổ hợp điện hoá (combination electroplating CEP). Lớp mạ CEP là lớp mạ điện niken, đồng, bạc, kẽm, cadimi, ... bình thường, nhưng có đồng kết tủa vào trong nó các vi hạt như  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ , ... Nhờ vậy mà lớp mạ CEP có độ bền hoá học và độ bền chống ma sát cao hơn.

### *b. Mạ đúc điện*

Kỹ thuật đúc điện là một trường hợp đặc biệt sử dụng quy trình mạ điện (chủ yếu là mạ niken, hoặc mạ đồng) để sản xuất và nhân bản những sản phẩm bằng kỹ thuật mạ lên trên một khuôn giữ mẫu đúc điện (mandrel), khuôn này sau đó được tách ra khỏi lớp mạ dày phủ lên nó.

Mạ đúc điện cung cấp những công cụ độc đáo không thể thiếu cho các ngành công nghiệp dệt, kỹ thuật vũ trụ, truyền thanh, điện tử, ô tô, photocopy và nhiều lĩnh vực công nghiệp khác. Các ví dụ cụ thể như các phụ kiện cấu tạo trong buồng đẩy tên lửa, các vỏ máy động cơ và mũi phun tia cao áp, các khuôn đúc, khuôn dập để chế tạo tay vịn, bảng điều khiển trên xe ô tô, các khuôn ép chế tạo đĩa hát nhựa, đĩa video và đĩa compact disk, các sản phẩm ô lưới dùng cho ác quy và điện cực xốp, miếng lọc và lưới chắn cho máy cạo râu, các chi tiết quang cụ, ống xếp và ống dẫn sóng radar, ...

Kỹ thuật mạ niken và đặc biệt các ứng dụng của kỹ thuật mạ đúc điện sẽ tiếp tục phát triển mạnh trong những năm sắp tới.

Để mạ đúc điện người ta thường sử dụng dung dịch đặc chế (proprietary solution) sulfamit vì nó cho lớp mạ dẻo, ứng suất nội thấp, tốc độ mạ cao (Ni-speed), khả năng phủ sâu ưu việt (throwing power), không chứa lưu huỳnh vì không dùng phụ gia hữu cơ.

## **Video 17: Trình bày các vấn đề sau**

### **Ăn mòn kim loại và bảo vệ kim loại**

#### *5.2.1.1. Khái niệm về ăn mòn*

Sự ăn mòn được dùng để chỉ cho sự phá huỷ vật liệu trong đó bao gồm kim loại và các vật liệu phi kim loại khi có sự tương tác hoá học hoặc vật lý giữa chúng với môi trường ăn mòn gây ra. Có thể đơn cử một số hiện tượng ăn mòn sau:

- Sự chuyển hoá thép thành gỉ thép khi thép tiếp xúc với không khí ẩm.
- Sự rạn nứt của đồng thau, kim loại đồng khi tiếp xúc với môi trường amoniac.
- Sự lão hoá của các vật liệu polyme do tác dụng của tia cực tím, do tác dụng

của dung môi, của nhiệt độ v.v...

- Sự ăn mòn thủy tinh do môi trường kiềm gây ra v.v...

Ở đây chúng ta chỉ quan tâm đến vấn đề ăn mòn kim loại, vì kim loại là vật liệu được sử dụng phổ biến nhất trong các ngành công nghiệp, nó có một số ưu điểm hơn hẳn các vật liệu khác:

- độ dẫn nhiệt, dẫn điện cao;

- độ bền cơ học cao, độ co giãn, độ kháng kéo cao; - độ bền nhiệt cao.

Và đặc biệt từ nó dễ dàng chế tạo ra các thiết bị, máy móc v.v... Do những tính ưu việt vốn có của kim loại cho nên kim loại đã xâm nhập vào hầu hết các ngành công nghiệp được dùng để chế tạo các thiết bị, các linh kiện, máy móc trong các ngành sau đây: cơ khí chế tạo máy; công nghiệp năng lượng - các nhà máy nhiệt điện; nhà máy điện nguyên tử; công nghiệp quốc phòng - chế tạo vũ khí; công nghiệp hàng không - chế tạo máy bay; giao thông vận tải - chế tạo các phương tiện giao thông: tàu biển, ô tô, xe hoả, cầu cống v.v...; công nghiệp xây dựng: xây dựng nhà, đặc biệt nhà cao tầng tại các khu ven biển, các cầu cảng; và công nghiệp dầu khí - các thiết bị khai thác và chế biến dầu khí v.v...

Sự ăn mòn ở đây ngầm hiểu là ăn mòn kim loại do tác động hoá học hoặc vật lý của môi trường xâm thực làm suy giảm tính chất của vật liệu làm giảm chất lượng, giảm thời gian khai thác của các máy móc, thiết bị và cấu kiện, và đương nhiên gây ra tổn thất lớn đối với nền kinh tế của một quốc gia, đặc biệt đối với các nước có nền công nghiệp đang phát triển. Vậy việc nghiên cứu về ăn mòn và bảo vệ kim loại là một vấn đề rất có ý nghĩa về khoa học và thực tiễn.

Song cũng cần phải lưu ý rằng do mục đích hoàn thiện sản phẩm thì đôi khi hiện tượng ăn mòn lại có tác dụng tích cực. Ví dụ sự oxi hoá nhôm để tạo ra bề mặt nhôm có lớp oxit nhôm bền vững chống lại sự ăn mòn tiếp theo của nhôm do môi trường gây ra, mặt khác còn làm tăng vẻ đẹp, trang trí cho sản phẩm. Việc xử lý bề mặt kim loại bằng phương pháp hoá học hoặc điện hoá để làm tăng độ bóng của sản phẩm, nó gắn liền với sự hoà tan bề mặt kim loại (đánh bóng các sản phẩm thép không gỉ, đánh bóng các vật mạ trước khi mạ điện v.v...).

***Ăn mòn là sự phá hủy kim loại do phản ứng hóa học hay điện hóa xảy ra giữa kim loại với môi trường bên ngoài. Nói cách khác, đó là quá trình chuyển nguyên tử kim loại sang dạng hợp chất của nó.***

Môi trường ăn mòn là môi trường trong đó diễn ra quá trình ăn mòn kim loại. Có thể là môi trường khí, dung dịch chất điện ly, nước tự nhiên, ăn mòn trong không khí ẩm, trong đất.

***\* Tầm quan trọng về mặt kinh tế của vấn đề ăn mòn kim loại.***

Vấn đề ăn mòn kim loại có liên quan đến hầu hết các ngành kinh tế. Người ta đã tính được rằng giá tiền chi phí cho lĩnh vực ăn mòn chiếm khoảng 4% tổng thu nhập quốc dân đối với những nước có nền công nghiệp phát triển.

Chi phí này tính cho các khoản sau:

- Những mất mát trực tiếp: Tiền chi phí cho việc thay thế các vật liệu đã bị ăn mòn và những thiết bị xuống cấp do ăn mòn gây ra.

- Những tổn thất gián tiếp: Chi phí cho việc sửa chữa số lượng sản phẩm giảm chất lượng trong quá trình sản xuất hoặc bị mất mát do hiện tượng ăn mòn kim loại gây ra.

- Chi phí cho các biện pháp để phòng ngừa, các biện pháp để bảo vệ chống hiện tượng ăn mòn kim loại.

Thông thường, chi phí trực tiếp ít hơn rất nhiều so với chi phí gián tiếp. Vì vậy, việc nghiên cứu bảo dưỡng và bảo vệ chống ăn mòn, kéo dài thời gian sử dụng các thiết bị, máy móc, các cấu kiện, cầu cảng, tàu biển, các công trình ven biển... thường xuyên là một vấn đề rất có ý nghĩa về mặt khoa học kỹ thuật cũng như về mặt kinh tế.

### 5.2.1.2. Phân loại ăn mòn

#### a. Phân loại theo cơ chế ăn mòn

- Ăn mòn hóa học

Ăn mòn hóa học là sự ăn mòn gây ra bởi các phản ứng hóa học xảy ra trực tiếp giữa kim loại với môi trường. Trong các trường hợp này trên bề mặt kim loại không tạo thành những pin cục bộ và cũng không sinh ra dòng điện cục bộ.

Ví dụ: Kim loại bị ăn mòn ở nhiệt độ cao, trong không khí khô hoặc trong chất lỏng không điện ly.

- Ăn mòn điện hóa

Ăn mòn điện hóa là sự ăn mòn gây nên bởi các phản ứng điện hoá xảy ra giữa kim loại với môi trường. Trên bề mặt kim loại tạo thành những pin và sinh ra các dòng điện cục bộ. Tốc độ phản ứng ăn mòn điện hóa không chỉ phụ thuộc thế điện cực mà còn phụ thuộc động học các quá trình ăn mòn.

- Cơ chế ăn mòn có liên quan đến tác động cơ học

- Ăn mòn ứng suất

- Ăn mòn mài mòn

- Ăn mòn mỏi....

#### b. Phân loại theo môi trường ăn mòn

- Ăn mòn khí quyển
- Ăn mòn trong môi trường nước ngọt
- Ăn mòn trong môi trường nước biển
- Ăn mòn trong môi trường đất
- Ăn mòn trong kim loại lỏng ...

### ***c. Phân loại theo phạm vi ăn mòn***

- Ăn mòn đều: Khi tốc độ ăn mòn như nhau trên toàn bộ bề mặt kim loại. Loại ăn mòn này ít nguy hiểm vì ta có thể dự đoán trước khi thiết kế các thiết bị.

#### ***- Ăn mòn cục bộ***

Là dạng ăn mòn chỉ xảy ra trong phạm vi hẹp. Tùy theo vị trí và hình thể ăn mòn người ta phân ra:

- + Ăn mòn khe
- + Ăn mòn lỗ
- + Ăn mòn tinh giới
- + Ăn mòn chọn lựa.

### ***Ăn mòn điện hoá***

#### ***a. Cơ chế ăn mòn điện hoá***

Có thể phân tích sơ đồ quá trình ăn mòn từ sự bắt đầu phân tích động học sự oxy hóa kim loại và sự khử chất oxy hóa phổ biến nhất ( $H^+$  và  $O_2$ ). Trên cùng một bề mặt kim loại xảy ra hai quá trình trái ngược nhau; sự oxy hóa kim loại và sự khử chất oxy hoá. Cả hai quá trình này phải xảy ra đồng thời để đảm bảo lượng electron như nhau tách ra từ kim loại chuyển đến chất oxy hóa trong đơn vị thời gian. Chỉ trong trường hợp như vậy mới có trạng thái ổn định.

Cơ chế điện hóa của quá trình ăn mòn chấp nhận rằng sự oxy hóa và sự khử diễn ra một cách phụ thuộc nhau với sự tương ứng của thế và dòng (dòng biểu thị tốc độ của quá trình). Người ta xác định động học quá trình ăn mòn chính là động học sự oxy hoá kim loại và sự khử chất oxy hoá trên một chỗ của bề mặt kim loại. Electron tự do ở một điểm của bề mặt kim loại có thể di chuyển đến một điểm khác và ở độ kết hợp với chất ôxy hoá. Sự di chuyển các electron này diễn ra không bị cản trở vì tính dẫn điện cao của kim loại. Các điểm này có thể di chuyển trên khắp bề mặt kim loại. Dưới ảnh hưởng của các nguyên nhân khác nhau các điểm đó có thể lưu lại lâu trên một chỗ, khi đó gây ra sự ăn mòn điểm.

Sự ăn mòn điện hoá, trong đó quá trình khử và oxy hoá xảy ra đồng thời nhưng không cùng một phản ứng đã cho phép phân tích sự ăn mòn nhờ các đường cong



phân cực anot và catot.

### ***b. Ăn mòn galvanic***

Ăn mòn galvanic là dạng ăn mòn xảy ra khi có sự chênh lệch điện thế tạo nên một pin ăn mòn.

Ăn mòn galvanic xuất hiện khi có hai hoặc nhiều kim loại có điện thế điện cực khác nhau được lắp ghép trên cùng một kết cấu, do đó chúng có thể tiếp xúc dẫn điện lẫn nhau và cùng nằm trong môi trường ăn mòn vì thế tạo nên một pin ăn mòn. Ví dụ khi chế tạo tàu thủy, phần lớn các chi tiết được làm bằng thép, vỏ tàu, bánh lái ... nhưng chân vịt lại được làm bằng hợp kim đồng. Ngoài ra còn có protector bằng hợp kim kẽm hoặc nhôm, tất cả đều được lắp ghép trên một con tàu.

Ăn mòn galvanic còn xuất hiện trong các hợp kim đa pha. Các pha trong hợp kim này có điện thế điện cực khác nhau, sự chênh lệch điện thế điện cực cũng gây nên ăn mòn galvanic giống như khi lắp ghép các vật liệu khác nhau trên cùng một kết cấu. Ví dụ, các chi tiết bằng đồng thau đúc, hợp kim này cấu tạo gồm hai pha là:  $\alpha$  giàu Cu và  $\beta$  giàu Zn, chúng có điện thế điện cực rất khác nhau. Giữa các vùng trong hợp kim, sự chênh lệch nồng độ do thiên tích, do ba động thành phần ... cũng có thể là nguyên nhân tạo nên ăn mòn galvanic.

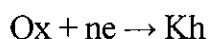
#### ***\* Sự hình thành các vi pin ăn mòn và hoạt động của chúng.***

Do cấu trúc bề mặt kim loại không đồng nhất nên xuất hiện trên đó các vi pin ăn mòn. Quá trình ăn mòn kim loại trong các dung dịch chất điện ly đều do các vi pin ăn mòn gây nên.

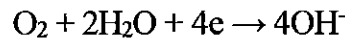
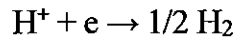
Trên bề mặt kim loại có thể có chỗ trống, không có các nguyên tử kim loại, các vết nứt, trong mạng tinh thể có lẫn chất lạ... điều đó dẫn đến cấu trúc bề mặt không đồng nhất. Do bề mặt không đồng nhất nên trên các vùng khác nhau của bề mặt sẽ có các giá trị thế điện cực khác nhau. Vì thế cần phải coi bề mặt bị ăn mòn như một hệ thống nhiều điện cực, nghĩa là một hệ thống các vùng có các trị số thế điện cực khác nhau.

Phản ứng ăn mòn sẽ xảy ra trên các khu có thế âm hơn. Còn ở những khu có thế dương hơn (quá thế cao hơn) thì ưu tiên xảy ra các phản ứng khử các chất oxy hoá. Ở các khu có thế điện cực âm hơn gọi là khu anot, ở đây kim loại bị ăn mòn:  $M \rightarrow M^{n+} + ae$

Ion  $M^{n+}$  chuyển vào dung dịch, điện tử chuyển sang khu catot, khu catot là nơi có thế điện cực dương hơn. Ở đây điện tử sẽ kết hợp với một dạng oxy hoá nào đó để biến thành dạng khử.



Phản ứng catot quan trọng nhất là phản ứng phóng điện của ion  $H_3O^+$  (khử phân cực hydro) và các phản ứng khử oxy (khử phân cực oxy).



Trong dung dịch chất điện ly có sự chuyển ion: Các anion chuyển tới khu anot, các cation tới khu vực catot.

Trong quá trình ăn mòn, thành phần của chất điện ly ở cả hai vùng anot và catot đều bị biến đổi.

- Khu anot tập trung các ion kim loại.

- Khu catot pH dung dịch tăng do  $\text{H}_3\text{O}^+$  phóng điện, hoặc việc tạo thành  $\text{OH}^-$  do sự khử phân cực oxy.

Do sự thay đổi này dẫn đến sản phẩm không tan của các quá trình anot và catot có thể kết tủa lên các khu này.

Ví dụ cặp pin ăn mòn Zn (anot) - Cu(catot) đặt trong dung dịch NaCl,  $\text{Zn}^{2+}$  sẽ chuyển vào vùng có pH cao để tạo ra  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  khó tan.

Việc tạo thành kết tủa không xảy ra ở khu anot bị ăn mòn. Nếu anot nằm sát catot thì kết tủa trực tiếp tạo thành màng hydroxyt trên bề mặt kim loại.

**\* Ăn mòn điện hoá cục bộ do kim loại bị nhiễm.**

Ngoài nguyên nhân do cấu trúc bề mặt kim loại không đồng nhất còn có nguyên nhân kim loại có lẫn một số kim loại tạp chất cũng có thể gây ra ăn mòn cục bộ. Người ta gọi kim loại bị nhiễm tạp chất là kim loại nhiễm, là trường hợp rất phổ biến gây ăn mòn điện hoá trong thực tế.

Ta hãy khảo sát sự ăn mòn Zn có lẫn Cu trong axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  loãng.

Vì  $E_{\text{Cu}}$  dương hơn  $E_{\text{Zn}}$  nên Cu và Zn tạo với nhau nguyên tố ganvani

Sự ăn mòn này giống như sự hoạt động của một pin điện có hai điện cực bằng hai kim loại khác nhau được nhúng trong dung dịch điện ly. Sự ăn mòn này bao giờ cũng xuất hiện dòng điện ăn mòn do sự chuyển đổi electron từ kim loại này (Zn) sang kim loại kia (Cu), trong khi đó chiều chuyển động của dòng trong dung dịch là ngược lại.

Vì có sự chuyển dịch electron tới Cu nên  $E_{\text{Zn}}$  chuyển dịch về phía dương hơn (anot) ứng với sự hoà tan thêm của Zn, đồng thời ứng với sự kim hãm  $\text{H}_2$  giải phóng trên Zn. Cu nhận electron làm cho  $E_{\text{Cu}}$  dịch về phía âm hơn (catot), tạo thuận lợi cho sự giải phóng  $\text{H}_2$  trên Cu.

**c. Ăn mòn do chênh lệch nồng độ**

Trên thực tế các kết cấu rất phức tạp, tuy cùng nằm trong một môi trường nhưng ở chỗ khác nhau thì tính chất môi trường cũng khác nhau. Ta thấy theo thời gian tác dụng của các phản ứng hóa học, tác dụng đối lưu của môi trường lỏng, tác dụng của môi

trường lỏng với khí quyển ở những điểm khác nhau đều khác nhau. Sự khác nhau này gây nên một dạng ăn mòn cục bộ gọi là ăn mòn do chênh lệch nồng độ. Thế điện cực ổn định của kim loại phụ thuộc vào nồng độ ion hòa tan trong dung dịch. Hoạt tính của môi trường phụ thuộc vào nồng độ oxy hòa tan, do oxy là nguyên tố oxy hóa quan trọng nhất ảnh hưởng đến quá trình ăn mòn.

**\* Ăn mòn do chênh lệch ion trong dung dịch**

Pin ăn mòn galvanic do chênh lệch nồng độ được mô tả: bao gồm hai điện cực Fe giống hệt nhau một điện cực được nhúng trong dung dịch nghèo ion  $Fe^{2+}$  và điện cực thứ 2 được nhúng trong dung dịch giàu ion  $Fe^{2+}$

Giả sử phía nghèo  $Fe^{2+}$  bình a có nồng độ 0,001M phía bình b có nồng độ  $Fe^{2+}$  0,01M. Theo phương trình Nernst ta có:

$$E_{(a)} = -0,44 + 0,059/2 \lg 0,001 = -0,529 \text{ V}$$

$$E_{(b)} = -0,44 + 0,059/2 \lg 0,01 = -0,499 \text{ V}$$

Do chênh lệch điện thế cân bằng giữa hai bình phía bình a nghèo ion hơn, có điện thế nhỏ hơn nên nó đóng vai trò là anot và bị ăn mòn. Nếu ta nối khoá K thì sẽ có dòng điện chạy qua.

**\* Ăn mòn do chênh lệch oxy trong dung dịch**

Một cách tương tự độ thoáng không đồng nhất trong dung dịch  $H_2O$  hay trong đất là nguyên nhân tạo pin nồng độ oxy gây ăn mòn kim loại có trong môi trường. Đối với Fe và thép vùng bề mặt có hoạt độ oxy lớn đóng vai trò catot.

Ngược lại vùng bề mặt khó khăn trong việc tiếp xúc với oxy không khí (hoạt độ oxy nhỏ) đóng vai trò anot tan. Điều này phù hợp với thế điện cực của oxy.

$$E_{O_2/OH^-} = E^{\circ}_{O_2/OH^-} + \frac{RT}{4F} \ln \frac{P_{O_2}}{C_{OH^-}^4}$$

$P_{O_2}$  càng lớn, thế  $E_{O_2/OH^-}$  càng dương, càng thể hiện rõ vai trò catot. Ngược lại vùng bề mặt có  $P_{O_2}$  nhỏ thì  $E_{O_2/OH^-}$  âm hơn, nó sẽ thể hiện vai trò anot tan.

Sau đây là những ví dụ thường gặp trong thực tế:

- Ăn mòn điểm gây ra do hình thành pin nồng độ  $O_2$  (độ thoáng không khí khác nhau), ta thấy nếu trên miếng thép có một hạt rắn nào đó bám vào, thì ở những chỗ rất xa bề mặt thoáng  $O_2$  sẽ khó hoà tan vào, nồng độ của nó trở nên bé hơn. Tức là ở chỗ có  $P_{O_2}$  nhỏ trở thành anot tan (e từ đây đi tới những vùng có nhiều oxy hơn), tức là Fe bị tan ra thành gỉ.

- Ăn mòn móm nước: nguyên nhân do chênh lệch nồng độ oxy gây ra

Ví dụ một thanh sắt cắm xuống nước biển thì ngay trên bề mặt nước chỗ  $O_2$  hoà tan vào nhiều nhất, chỗ này có nồng độ  $O_2$  lớn nhất và trở thành catot. Còn phía sâu bên dưới một chút  $O_2$  khó hoà tan hơn, chỗ này trở thành anot tan tạo ra  $Fe^{2+}$  dưới dạng  $FeCl_2$  lần lượt biến thành  $Fe(OH)_2$  và  $Fe_2O_3$  lẫn  $FeO$  (gỉ sắt).

- Ăn mòn kim loại trong đất: gây ra do hoạt động của các pin nồng độ oxy.

Một ống thép chôn sâu dưới đất. Trong lòng đất có vùng là đất cát, có vùng là đất sét. Vùng đất cát  $O_2$  giàu hơn vùng đất sét. Như vậy ở ngay vùng đất sét,  $O_2$  hoà tan ít nên trở thành anot tan, còn ở vùng đất cát thì nồng độ oxy cao hơn nên trở thành vùng catot.

- Pin nồng độ gây ăn mòn các thiết bị trong đất được hình thành do khác nhau về nồng độ muối hay khác nhau về độ ẩm.

Ví dụ vùng có muối tan ( $NaCl$ ) hoặc vùng đất ẩm ( $H_2O$ ) thì  $O_2$  khó hoà tan hơn, ở đó hoạt độ oxy nhỏ nên trở thành anot. Còn vùng đất không có  $NaCl$  và vùng đất khô,  $O_2$  dễ hoà tan hơn thì trở thành catot.

- Pin nồng độ gây ra do sự phân bố không đều của các ion kim loại.

Lấy một dây  $Cu$  nhúng vào dung dịch có nồng độ  $Cu^{2+}$  khác nhau. Đầu có nồng độ  $Cu^{2+}$  nhỏ đóng vai trò anot, ở đó  $Cu$  bị hoà tan ra (bị ăn mòn) còn đầu kia tiếp xúc với dung dịch có nồng độ  $Cu^{2+}$  lớn hơn đóng vai trò catot.

Những pin như vậy có ý nghĩa thực tế lớn trong quá trình ăn mòn  $Cu$  và hợp kim  $Cu$ . Trong điều kiện trôi chảy của dung dịch lỏng, phần bề mặt tiếp xúc cùng với phần chất lỏng có tốc độ chảy nhanh đóng vai trò anot tan, do hậu quả của sự tẩy rửa nhanh làm giảm nồng độ ion kim loại.

#### *d. Ăn mòn tinh giới*

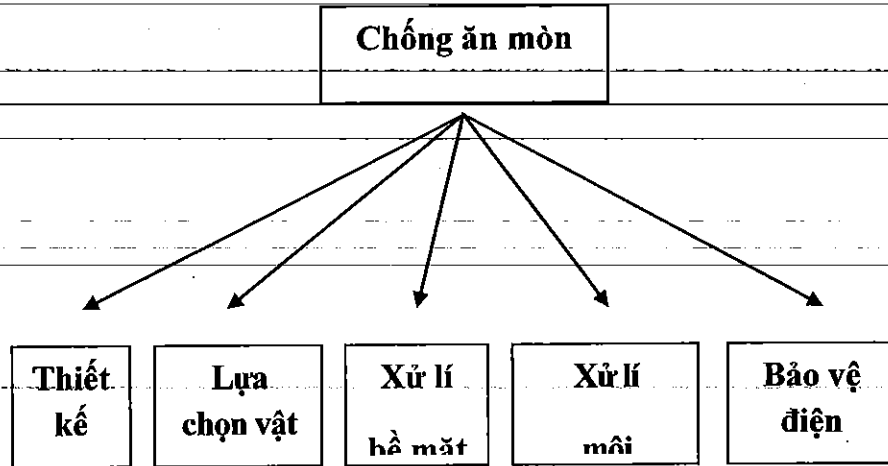
Là dạng ăn mòn xảy ra ở tinh giới hoặc lân cận tinh giới hạt tinh thể. Thông thường khi một kim loại bị ăn mòn đều biên giới hạt (do tập trung nhiều tạp chất hơn, nhiều sai lệch mạng hơn) có hoạt tính cao hơn so với nền, do đó bị ăn mòn nhanh hơn, nhưng sự chênh lệch này rất nhỏ có thể bỏ qua. Trong một số trường hợp, do những nguyên nhân khác nhau làm cho biên giới hạt có hoạt tính rất cao, ăn mòn ở biên giới hạt trở nên rất quan trọng có thể gây nên phá hủy nhanh chóng vật liệu. Dạng ăn mòn này rất nguy hiểm, đặc biệt đối với loại thép không gỉ. Ngoài ra một số vật liệu kim loại khác như các hợp kim nhôm độ bền cao, một số hợp kim đồng, do hiện tượng tiết pha hóa bền ở biên giới hạt cũng nhạy cảm với ăn mòn tinh giới.

#### **Phương pháp bảo vệ chống ăn mòn kim loại và hợp kim.**

Có nhiều giải pháp khác nhau để chống ăn mòn vật liệu, phải xuất phát từ trình độ phát triển kinh tế và công nghiệp của mỗi nước ở mỗi thời điểm cũng như mức độ quan trọng của công trình và nhu cầu sản xuất một sản phẩm cụ thể mà lựa chọn cho thích

hợp. Hãy lấy ví dụ, một thiết bị làm bằng các vật liệu có độ bền ăn mòn trung bình, xác định chu kì thay thế thích hợp với yêu cầu sản xuất so với việc chế tạo thiết bị bằng vật liệu bền ăn mòn hơn để chu kì thay thế rất dài hoặc không phải thay thế thì giải pháp nào kinh tế hơn.

Các giải pháp chung nhất để chống ăn mòn vật liệu được trình bày trong sơ đồ sau:



#### \* Chống ăn mòn kim loại bằng phương pháp điện hoá

Nguyên tắc của phương pháp điện hoá bảo vệ chống ăn mòn kim loại là dịch chuyển thế về phía âm nằm trong miền thế loại trừ ăn mòn bằng phương pháp phân cực bởi dòng ngoài hoặc tự phân cực của sự khép kín pin ăn mòn. Mặt khác, có thể tạo lớp thụ động trên mặt kim loại bằng sự phân cực anot. Phương pháp bảo vệ này thường được dùng bảo vệ những phần kim loại tiếp xúc với môi trường dẫn điện. Ví dụ trong nước biển, nước ven biển hoặc trong nước, trong đất.

Dựa vào nguyên tắc trên có hai phương pháp bảo vệ điện hoá:

- Bảo vệ catot bằng dòng ngoài dịch chuyển thế ăn mòn về phía âm kéo theo sự giảm dòng ăn mòn đến cực tiểu.

- Bảo vệ catot bằng anot hy sinh, nối kim loại cần bảo vệ với kim loại khác có điện thế âm hơn và thế kim loại cần bảo vệ được dịch chuyển về phía âm kéo theo sự giảm tốc độ ăn mòn.

#### *Phương pháp bảo vệ catot bằng dòng ngoài*

Kim loại cần được bảo vệ, các đường ống dẫn nhiên liệu dưới đất, vỏ tàu biển được nối với cực âm của nguồn điện một chiều, còn cực dương của nguồn điện nối với một anot bằng vật liệu ít tan.

Trong môi trường axit phương pháp này không kinh tế vì sự tiêu hao điện năng rất lớn.

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ...) với tỷ lệ 10÷15%. Đặt chi tiết vào hộp kín có chứa đầy chất thấm và cho vào lò nâng lên đến nhiệt độ cần thiết.

### **b. Nhiệt độ thấm và thời gian thấm**

Nguyên tắc chọn nhiệt độ thấm các bon là đạt đến tổ chức hoàn toàn austenit để có khả năng bảo hòa lượng các bon cao nhất có thể được. Với thép bản chất hạt lớn nhiệt độ thấm từ 900 ÷ 920°C thép bản chất hạt nhỏ nhiệt độ thấm đến 950°C. Nhiệt độ thấm càng cao chiều sâu lớp thấm càng lớn. Thời gian thấm các bon được quyết định bởi chiều sâu lớp thấm, giá trị này được quy định khi thiết kế chi tiết (với chi tiết lớn cỡ 1,8 ÷ 2,2 mm; chi tiết bé 0,8 ÷ 1,2 mm). Với nhiệt độ cố định thời gian thấm càng tăng chiều sâu thấm sẽ càng lớn.

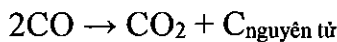
Theo công thức:  $\delta = k\sqrt{\tau}$  với k là hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ thấm,  $\tau$  là thời gian thấm (h),  $\delta$  là chiều sâu thấm (mm).

Ví dụ: thấm ở 900°C cứ 0,20 mm thì thời gian giữ nhiệt là 1h.

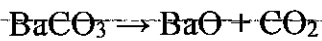
### **Các quá trình xảy ra:**

- Than gỗ cháy thiếu oxi:  $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$

- Khí CO chuyển động gặp bề mặt thép và do tác dụng của xúc tác bị phân hủy:

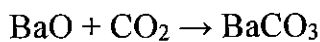


Ở nhiệt độ cao, chất xúc tác bị phân hủy:



$\text{CO}_2 + \text{C}_{\text{than}} \rightarrow 2\text{CO}$  và tiếp diễn quá trình trên

Làm nguội sau khi thấm sẽ tạo lại xúc tác



Cacbon nguyên tử có tính hoạt động cao sẽ khuếch tán vào bề mặt thép theo cơ chế sau:  $\text{C}_{\text{nguyên tử}} + \text{Fe}_\gamma \rightarrow \text{Fe}_\gamma(\text{C})$

### **c. Nhiệt luyện sau khi thấm**

Sau khi thấm hàm lượng các bon trên lớp bề mặt đạt 0,80 ÷ 1,00%C độ cứng có tăng lên một ít nhưng chưa sử dụng được mà phải tiến hành nhiệt luyện.

Có hai phương pháp nhiệt luyện: Tôi hai lần và ram thấp, tôi một lần và ram thấp.

**-Tôi hai lần và ram thấp:** Tôi lần thứ nhất ở nhiệt độ 860 ÷ 880°C, với mục đích làm nhỏ hạt thép và phá lưới xementit hai trên bề mặt. Tôi lần thứ hai ở nhiệt độ 760 ÷ 780°C tạo cho bề mặt có độ cứng cao nhất. Ram thấp với nhiệt độ 150 ÷ 180°C. Cách nhiệt luyện này khá tốn kém nên chỉ dùng cho các chi tiết quan trọng.

**-Tôi một lần và ram thấp:** Khi thấm các bon thường sử dụng thép bản chất hạt nhỏ nên hạt không lớn lắm. Vì vậy sau khi thấm xong hạ nhiệt xuống 760 ÷ 780°C và tôi ngay, sau đó tiến hành ram thấp 150 ÷ 180°C.

Thấm các bon thể rắn có đặc điểm là thời gian dài (phải nung cả hộp chất thấm), điều kiện làm việc xấu (nhiều bụi than, khói...), chất lượng không cao (nồng độ các bon quá lớn, thường tạo ra xêmentit hai ở bề mặt gây ra dòn). Tuy nhiên đơn giản dễ tiến hành.

#### *Thấm các bon thể khí*

Thấm các bon thể khí là phương pháp hiện đại và có nhiều ưu việt nhất, ngày nay được áp dụng rộng rãi trong sản xuất cơ khí. Dùng một lò kín chứa đầy khí thấm (CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>...) lấy từ khí thiên nhiên, cho chi tiết vào và nâng lên nhiệt độ thấm. Trong thực tế thường dùng CH<sub>4</sub> với tỷ lệ 3 ÷ 5% (do mêtan tác dụng thấm rất mạnh) còn lại là CO (đến 95%). Tại nhiệt độ nung xảy ra quá trình sau:  $CH_4 \rightarrow 2H_2 + C_{nguyên\ tử}$ .

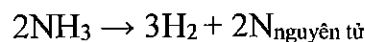
Các bon nguyên tử sẽ khuếch tán vào bề mặt thép. Nhiệt độ, thời gian thấm và nhiệt luyện sau khi thấm tương tự như thể rắn. Thấm các bon thể khí có đặc điểm là thời gian thấm ngắn (do không nung hộp chứa đầy hỗn hợp thấm), chất lượng lớp thấm đồng đều, dễ cơ khí hóa và tự động hóa (sử dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt), điều kiện lao động tốt. Tuy nhiên thiết bị giá thành cao. Thấm các bon cũng tạo ra cơ tính tương tự như tôi bề mặt, nhưng độ cứng lớp bề mặt cao hơn (60 ÷ 64HRC), độ cứng ở lõi từ 15 ÷ 40HRC, có ứng suất nén dư trên bề mặt. Do vậy đảm bảo chịu mài mòn cao hơn và chịu tải tốt hơn cũng như nâng cao giới hạn mỏi.

Công dụng: Dùng cho các chi tiết làm việc nặng nề hơn, hình dáng phức tạp như bánh răng hộp số máy cắt kim loại, một số loại trục, chốt.

#### **Thấm Nito**

Thấm ni tơ là phương pháp hóa nhiệt luyện làm bão hòa ni tơ vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn và tính chống ăn mòn (độ cứng cao hơn hẳn thấm các bon đến 65 ÷ 70HRC)

Đạt được giá trị độ cứng cao là do bản chất của lớp thấm ni tơ, do vậy không phải nhiệt luyện sau khi thấm. Thấm ni tơ chỉ tiến hành ở thể khí với chất thấm là amôniac, nhiệt độ thấm khoảng 480 ÷ 650°C. Phản ứng như sau:



Nitơ nguyên tử có tính hoạt động cao sẽ khuếch tán vào bề mặt thép. Cơ sở tiến hành thấm ni tơ là giản đồ pha Fe - N. Đi từ bề mặt vào tổ chức lớp thấm gồm có:

- Pha ε là dung dịch rắn trên cơ sở là pha xen kẽ Fe<sub>2</sub>N.
- Pha γ là dung dịch rắn trên cơ sở pha xen kẽ Fe<sub>4</sub>N.
- Pha α fe rit ni tơ (dung dịch rắn của nitơ trong Feα).

Tổ chức lớp thấm gồm các nitrit - pha xen kẽ với độ cứng rất cao, rất phân tán nên có độ cứng và tính chống mài mòn rất cao.

#### **Đặc điểm thấm ni tơ**

- Do tiến hành ở nhiệt độ thấp sự khuếch tán khó khăn và chậm nên lớp thấm mỏng, thời gian thấm dài.

Ví dụ: Thấm ở 520°C để đạt chiều sâu 0,40 mm phải giữ nhiệt 48h.

- Sau khi thấm không tôi và mài.

- Phải dùng thép đặc biệt là 38CrMoAlA, trước khi thấm phải nhiệt luyện hóa tốt thành xocbit ram.

- Lớp thấm cứng hơn và giữ được ở nhiệt độ đến 500°C và cao hơn.

### **Công dụng**

Thấm ni tơ dùng cho các chi tiết cần độ cứng và tính chống mài mòn rất cao, làm việc ở nhiệt độ cao hơn 500°C, nhưng chịu tải không cao (do lớp thấm mỏng) như một số loại trục, sơ mi xy lạnh máy bay, dụng cắt, dụng cụ đo, nòng súng... Thấm ni tơ cũng làm tăng đáng kể giới hạn mỏi.

### **Thấm Cacbon - Nitơ (Thấm xyanua)**

Thấm các bon nitơ là phương pháp hóa nhiệt luyện làm bão hòa đồng thời các bon và nitơ vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn cũng như chống mài mòn (nó là trung gian giữa thấm cacbon và ni tơ)

Nếu tiến hành thấm dưới 560°C thì các bon khuếch tán yếu nên lớp thấm chủ yếu là nitơ do vậy gần với thấm nitơ hơn.

Nếu thấm ở nhiệt độ 850°C hay cao hơn thì sự khuếch tán của các bon mạnh nên lớp thấm gần với thấm các bon hơn.

#### **a - Thấm thể rắn**

Tiến hành giống như thấm các bon chỉ khác là trong chất thấm có thêm từ 20 ÷ 30% muối  $K_4Fe(CN)_6$  hay  $K_3Fe(CN)_6$ . Sau khi thấm phải tôi và ram thấp.

#### **b - Thấm thể khí**

Tiến hành như thấm các bon thể khí nhưng trong chất thấm có thêm 5 ÷ 10%  $NH_3$  và nhiệt độ thấm là 840 ÷ 860°C. Tổ chức lớp thấm ngoài các bon cao ra còn có pha cacbon - nitrit rất cứng và phân tán nên nâng cao rất mạnh tính chống mài mòn, làm tăng tuổi thọ từ 50 ÷ 100%. Sau khi thấm phải tôi ngay từ nhiệt độ thấm và ram thấp. Phương pháp này sử dụng rất rộng rãi vì không gây độc hại và tạo ra chất lượng tốt.

#### **c - Thấm thể lỏng**

Tiến hành trong bể gồm các hỗn hợp muối nóng chảy (trong đó chủ yếu là các muối có gốc CN hay CNO để cung cấp C và N nguyên tử).

➤ **Có hai cách là thấm ở nhiệt độ thấp và ở nhiệt độ cao**

- **Thấm ở nhiệt độ thấp:** Tiến hành ở nhiệt độ 540 ÷ 560°C trong hỗn hợp gồm có 50% NaCN và 50%  $Na_2CO_3$  hay 50% NaCN và 50% KCN. Sau khi thấm không tiến hành tôi và ram nữa.

Công dụng: Chủ yếu dùng cho các dụng cụ cắt gọt bằng thép gió sau nhiệt luyện. Phương pháp này có nhược điểm là rất độc hại vì dùng muối có gốc CN từ axit HCN (chỉ cần nhiễm độc khoảng 1 mg là đủ gây tử vong)



- **Thấm ở nhiệt độ cao:** Tiến hành ở nhiệt độ  $820 \div 860^{\circ}\text{C}$  trong các muối có thành phần tương tự trên. Sau khi thấm phải tôi và ram thấp.

Công dụng là dùng cho các loại trục, bánh răng, chốt... Để khắc phục nhược điểm của thấm các bon nitơ ngày nay người ta dùng các loại muối không độc hại và tạo ra phương pháp mới gọi là tenifer (tenex - hóa bền, nitrat - thấm N, feram - Fe) để tăng độ cứng và tính chống mài mòn cho trục khủy, bánh răng, khuôn dập, khuôn kéo...

### **Thấm kim loại**

Thấm kim loại là phương pháp hóa nhiệt luyện bằng cách nung nóng đến nhiệt độ nhất định để thấm bão hòa vào bề mặt thép một hoặc một số kim loại khác nhau như Cr, Al, Si... Mục đích chủ yếu là để tăng tính chịu nóng, tính chống ăn mòn, độ cứng và tính chống mài mòn, tính chịu mỏi của bề mặt của thép.

Các phương pháp:

- Thấm nhôm: để nâng cao tuổi thọ do nâng cao tính ổn định nóng và điện trở của chi tiết máy, thực hiện ở nhiệt độ  $900 - 1000^{\circ}\text{C}$  hoặc phun lên bề mặt chi tiết một lớp nhôm.
- Thấm crôm: để nâng cao tuổi thọ của chi tiết máy do nâng cao tính ổn định nóng, tính chống ăn mòn trong không khí, nước, axit. Ngoài ra còn tăng độ cứng, tính chống mài mòn và tính chịu mỏi bề mặt. Thấm crôm thực hiện ở nhiệt độ  $950 - 1100^{\circ}\text{C}$ .
- Thấm Silic: để tăng tính chống ăn mòn trong môi trường axit. Thực hiện ở nhiệt độ  $950 - 1200^{\circ}\text{C}$ .
- Thấm Bo: để tăng tính chống mài mòn và tính chống ăn mòn trong các môi trường khác nhau của chi tiết máy. Thực hiện tại nhiệt độ  $800 - 1000^{\circ}\text{C}$ .

### CHƯƠNG 3: KẾT LUẬN

Đề tài video môn học Hoá học đại cương có ý nghĩa rất quan trọng trong việc nâng cao chất lượng đào tạo sinh viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, trong bối cảnh dịch bệnh có thể bùng phát bất cứ lúc nào. Bên cạnh đó, hệ thống video bài giảng là tài liệu tham khảo giúp sinh viên có thể ôn lại bài giảng khi học trực tiếp trên lớp. Xuất phát từ yêu cầu cấp bách của thực tế trên, đề tài nghiên cứu này đã xây dựng được bộ video bài giảng học phần Hoá học đại cương gồm 17 video có nội dung bám sát theo đề cương chi tiết, thời gian mỗi video phù hợp.

Đề tài có ý nghĩa quan trọng đối với quá trình chuyển đổi số của Nhà trường. Là tài liệu quan trọng phục vụ chương trình đào tạo từ xa, giảng dạy và học tập môn Hoá học đại cương trong trường Đại học kỹ thuật Công nghiệp.

**DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Nguyễn Hạnh-Cơ sở lý thuyết Hóa học (Phần I, II) -Nxb KHKT

[1]. Bộ môn Lý - Hóa - Bài giảng Hoá học Đại cương;

[2]. Lê Mậu Quyền; Cơ sở lý thuyết hoá học, Phần Bài tập ; NXB Khoa học kỹ thuật

[3]. Kotz, Trichel, Weaver – Chemistry and Chemical reactivity- Thomson Learning

– 2004

[4]. Kenneth W Whiffen – General Chemistry seventh edition – Thomson Learning

Academic Resource Center 1-800-423-0563

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

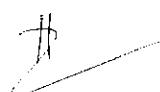

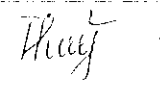
**THUYẾT MINH**  
**ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG**  
**NĂM 2022**

**TÊN ĐỀ TÀI:**  
**XÂY DỰNG VIDEO BÀI GIẢNG CHO HỌC PHẦN HOÁ HỌC ĐẠI CƯƠNG**  
**MÃ SỐ: T2022-VD15**

Chủ nhiệm đề tài:  
NGUYỄN THỊ THANH HOA

THÁI NGUYÊN, NĂM 2022

THUYẾT MINH ĐỀ TÀI  
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG NĂM 2022

<b>1. TÊN ĐỀ TÀI: Xây dựng Video bài giảng cho học phần Hóa học đại cương.</b>	<b>2. MÃ SỐ</b> T2022-VD15			
<b>3. LĨNH VỰC NGHIÊN CỨU</b> Khoa học Tự nhiên      Khoa học Kỹ thuật và Công nghệ Khoa học Y, dược      Khoa học Nông nghiệp Khoa học Xã hội      Khoa học Nhân văn	<b>4. LOẠI HÌNH NGHIÊN CỨU</b> Cơ bản      Ứng dụng      Triển khai <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
<b>5. THỜI GIAN THỰC HIỆN DỰ KIẾN: 12 tháng</b> Từ tháng 04 năm 2022 đến tháng 03 năm 2023				
<b>6. CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI</b> Họ và tên: Nguyễn Thị Thanh Hoa      Học vị: Thạc sỹ Chức danh khoa học:      Năm sinh: 1981 Địa chỉ cơ quan: Khoa Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp      Điện thoại di động: 0913501555 Điện thoại cơ quan: E-mail: thanhhoadhkcn@tnut.edu.vn				
<b>7. NHỮNG THÀNH VIÊN THAM GIA NGHIÊN CỨU ĐỀ TÀI</b>				
TT	Họ và tên	Đơn vị công tác và lĩnh vực chuyên môn	Nội dung nghiên cứu cụ thể được giao	Chữ ký
1	Nguyễn Thị Thanh Hoa	Thạc sỹ Hoá phân tích, Bộ môn Lý - Hoá khoa KHCB, ĐH Kỹ thuật Công nghiệp	Xây dựng video bài giảng học phần Hoá đại cương	
2	Nguyễn Thị Hoàn	Thạc sỹ Hoá phân tích, Bộ môn Lý - Hoá khoa KHCB, ĐH Kỹ thuật Công nghiệp	Xây dựng video bài giảng học phần Hoá đại cương	
3	Nguyễn Thanh Thuý	Thạc sỹ Hoá phân tích, Bộ môn Lý - Hoá khoa KHCB,	Xây dựng video bài giảng học phần Hoá đại cương	

		ĐH Kỹ thuật Công nghiệp		
4	Nguyễn Thị Thuý Hằng	Thạc sỹ Hoá phân tích, Bộ môn Lý - Hoá khoa KHCB, ĐH Kỹ thuật Công nghiệp	Xây dựng video bài giảng học phần Hoá đại cương	Hằng
5	Lưu Kiều Oanh	Thạc sỹ Hoá vô cơ, Bộ môn Lý - Hoá khoa KHCB, ĐH Kỹ thuật Công nghiệp	Xây dựng video bài giảng học phần Hoá đại cương	Oanh

### 8. ĐƠN VỊ PHỐI HỢP CHÍNH

Tên đơn vị trong và ngoài nước	Nội dung phối hợp nghiên cứu	Họ và tên người đại diện đơn vị

18/07/2018

## 9. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU THUỘC LĨNH VỰC CỦA ĐỀ TÀI Ở TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

9.1. Trong nước (phân tích, đánh giá tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực của đề tài ở Việt Nam, liệt kê danh mục các công trình nghiên cứu, tài liệu có liên quan đến đề tài được trích dẫn khi đánh giá tổng quan)

9.2. Ngoài nước (phân tích, đánh giá tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực của đề tài trên thế giới, liệt kê danh mục các công trình nghiên cứu, tài liệu có liên quan đến đề tài được trích dẫn khi đánh giá tổng quan)

9.3. Danh mục các công trình đã công bố thuộc lĩnh vực của đề tài của chủ nhiệm và những thành viên tham gia nghiên cứu (họ và tên tác giả; bài báo; ấn phẩm; các yếu tố về xuất bản)

a) Của chủ nhiệm đề tài

b) Của các thành viên tham gia nghiên cứu

(Những công trình được công bố trong 5 năm gần nhất)

## 10. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Đổi mới phương pháp giảng dạy là một trong những nhiệm vụ quan trọng hiện nay của ngành giáo dục đại học nhằm nâng cao chất lượng dạy và học. Với mục tiêu lấy người học làm trung tâm, để thu hút được sinh viên vào bài giảng, đòi hỏi người giảng viên phải có phương pháp truyền đạt tích cực, tiên tiến. Có nhiều cách hiểu khác nhau về phương pháp giảng dạy tích cực, trong đó việc sử dụng công nghệ thông tin vào bài giảng được coi là phương pháp giảng mới. Do đó, xây dựng bài giảng điện tử là một đòi hỏi cấp thiết đối với mỗi môn học và đối với từng giảng viên.

Hiện nay, việc giảng dạy môn học Hóa học đại cương tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp vẫn theo phương pháp truyền thống thuyết trình trên lớp. Thời gian dành cho thảo luận, giao lưu giữa người dạy và người học chưa nhiều. Sinh viên thường rất bị động trong việc tiếp thu kiến thức, chưa tích cực trong việc tự học và chuẩn bị bài trước khi đến lớp. Do vậy, việc sử dụng công nghệ thông tin hỗ trợ cho cách dạy và học truyền thống sẽ tăng hiệu quả trong dạy và học đại học. Với yêu cầu đổi mới nội dung, phương pháp dạy và học đại học, nâng cao chất lượng dạy và học môn Hóa học đại cương thông qua việc áp dụng công nghệ thông tin, chúng tôi chọn đề tài nghiên cứu "Xây dựng Video bài giảng cho học phần Hóa học đại cương".

## 11. MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

- Nâng cao chất lượng giảng dạy và học tập môn Hoá học đại cương;
- Xây dựng thành công video bài giảng cho học phần Hoá học đại cương được ghi lại theo các tiết học.

## 12. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI NGHIÊN CỨU

12.1. Đối tượng nghiên cứu

Bài giảng học phần Hoá học đại cương

12.2. Phạm vi nghiên cứu

Xây dựng video bài giảng cho học phần Hoá học đại cương sử dụng trong giảng dạy tại

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp.

### 13. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 13.1. Cách tiếp cận

Sử dụng tài liệu tham khảo hướng dẫn, các phần mềm công cụ cần thiết về xây dựng các video bài giảng cho học phần Hoá học đại cương.

#### 13.2. Phương pháp nghiên cứu

- Tổng quan tài liệu
- Sử dụng các phần mềm cần thiết

### 14. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU VÀ TIẾN ĐỘ THỰC HIỆN

#### 14.1. Nội dung nghiên cứu (*Mô tả chi tiết những nội dung nghiên cứu của đề tài*)

Xây dựng video bài giảng cho bài giảng học phần Hoá học đại cương của bộ môn Lý - Hoá, Khoa Khoa học Cơ bản giảng dạy cho sinh viên

#### 14.2. Tiến độ thực hiện

STT	Các nội dung, công việc thực hiện	Sản phẩm	Thời gian (bắt đầu-kết thúc)	Người thực hiện
1	Xây dựng video bài giảng chương 1: Năng lượng và phản ứng hoá học	Các video bài giảng chương 1	4/2022-6/2022	Nguyễn Thị Thanh Hoa
2	Xây dựng video bài giảng chương 2: Cân bằng hoá học. Cân bằng pha – Hệ một cấu tử.	Các video bài giảng chương 2	6/2022-8/2022	Nguyễn Thị Hoàn
3	Xây dựng video bài giảng chương 3: Động hoá học	Các video bài giảng chương 3	8/2022-10/2022	Nguyễn Thanh Thủy
4	Xây dựng video bài giảng chương 4: Dung dịch	Các video bài giảng chương 4	10/2022-1/2023	Nguyễn Thị Thủy Hằng
5	Xây dựng video bài giảng chương 5: Điện hoá học	Các video bài giảng chương 5	1/2023-3/2023	Lưu Kiều Oanh

### 15. SẢN PHẨM

Stt	Tên sản phẩm	Số lượng	Yêu cầu chất lượng sản phẩm ( <i>mô tả chi tiết chất lượng sản phẩm đạt được như nội dung, hình thức, các chỉ tiêu, thông số kỹ thuật,...</i> )
I	Sản phẩm ứng dụng		
1.1	Video bài giảng cho học		Video bài giảng đảm bảo



phần Hoá học đại cương, với thời lượng từ 15 phút	chất lượng chuyên môn, âm thanh, hình ảnh rõ nét, được sử dụng làm tài liệu hỗ trợ cho sinh viên tại Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp trong quá trình tham gia học học phần Hoá học đại cương.
---	---

**16. PHƯƠNG THỨC CHUYỂN GIAO KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ĐỊA CHỈ ỨNG DỤNG**

16.1. Phương thức chuyển giao

16.2. Địa chỉ ứng dụng

Bộ môn Lý - Hoá – Khoa Khoa học Cơ bản.

**17. TÁC ĐỘNG VÀ LỢI ÍCH MANG LẠI CỦA KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

17.1. Đối với lĩnh vực giáo dục và đào tạo

Nâng cao chất lượng giảng dạy của học phần Hoá học đại cương tại Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp.

17.2. Đối với lĩnh vực khoa học và công nghệ có liên quan

17.3. Đối với phát triển kinh tế-xã hội

17.4. Đối với tổ chức chủ trì và các cơ sở ứng dụng kết quả nghiên cứu

**18. KINH PHÍ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI**

Tổng kinh phí: 3.600.000 đồng

Bằng chữ: Ba triệu sáu trăm ngàn đồng chẵn.

(Dự toán chi tiết các mục chi đính kèm có xác nhận của các đơn vị liên quan.)

Ngày tháng năm 2022

Chủ nhiệm đề tài

PHÒNG KHCN&HTQT

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

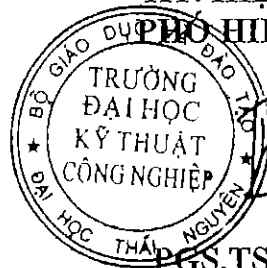
Nguyễn Thu Trang Hoa

HỘI ĐỒNG KHOA KHCN

KT. HIỆU TRƯỞNG

PHÓ HIỆU TRƯỞNG

*Handwritten signature*  
Nguyễn Văn Trường



PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

# DỰ TOÁN KINH PHÍ ĐỀ TÀI KH&CN CẤP TRƯỜNG NĂM 2022

Tên đề tài: Xây dựng Video bài giảng cho học phần Hoá học đại cương

Chủ nhiệm đề tài: Nguyễn Thị Thanh Hoa

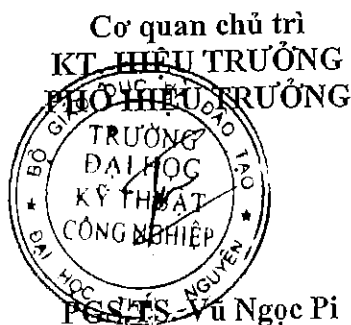
Thành viên chính: Nguyễn Thanh Thủy, Nguyễn Thị Hoàn, Lưu Kiều Oanh

Thành viên: Nguyễn Thị Thuý Hằng

ĐVT: VNĐ

STT	Nội dung	Người thực hiện	Dự toán		
			Số ngày công	Hệ số tiền công theo ngày (2)*	Thành tiền
1	<b>Mục chi tiền công lao động tham gia trực tiếp (1)</b>				
1.1	Xây dựng video bài giảng chương 1: Năng lượng và phản ứng hoá học	Nguyễn Thị Thanh Hoa	1,5	0,45	1.005.750
1.2	Xây dựng video bài giảng chương 2: Cân bằng hoá học. Cân bằng pha – Hệ một cấu tử.	Nguyễn Thị Hoàn	1,5	0,3	670.500
1.3	Xây dựng video bài giảng chương 3: Động hoá học	Nguyễn Thanh Thủy	1,5	0,3	670.500
1.4	Xây dựng video bài giảng chương 4: Dung dịch	Nguyễn Thị Thuý Hằng	2,0	0,15	447.000
1.5	Xây dựng video bài giảng chương 5: Điện hoá học	Lưu Kiều Oanh	1,5	0,3	670.500
	<b>Tổng(1)</b>				<b>3.464.250</b>
2	<b>Mục chi khác</b>				
	Phô tô, in ấn				135.750
	<b>Tổng (2)</b>				<b>135.750</b>
	<b>Tổng (1 + 2)</b>				<b>3.600.000</b>

\* 0,45 là hệ số của chủ nhiệm đề tài; 0,3 là hệ số của thành viên chính; 0,15 là hệ số của thành viên



TRƯỞNG PHÒNG KH&CN&HTQT

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI

Nguyễn Thị Thanh Hoa

TRƯỞNG PHÒNG KH-TC