

BÀI 6. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐIỆN LƯỢNG

Mã bài: HDH6

Hình thức 1: giảng về lý thuyết quá trình điện phân

- Giảng về mô tả lý thuyết và nguyên tắc quá trình điện phân.
- Kiến thức về quá thế.
- Các yếu tố ảnh hưởng tới phương pháp phân tích điện khối lượng.

1. Khái niệm quá trình điện phân

Khi áp dụng một hiệu thế E đủ lớn vào hai điện cực nhúng vào trong cùng một dung dịch, ta có hiện tượng điện phân:

- Bên catot có phản ứng khử cho ra kim loại hoặc khí H_2 .
- Bên anot có phản ứng oxy hoá cho ra oxy hoặc anot kim loại tan.

1.2. Hiện tượng xảy ra khi có dòng điện đi qua nguyên tố điện hoá

Khi có dòng điện đi qua nguyên tố điện hoá thì sự giảm thế Ohm IR , sự phân cực nồng độ, sự phân cực động học ảnh hưởng lên thế chung của nguyên tố điện hoá.

1.2.1. Độ giảm thế Ohm

Để có dòng điện đi qua nguyên tố điện hoá thì cần phải có sức điện động hay một thế để khắc phục điện trở chống lại sự chuyển động của chúng đến catot hay anot gọi là độ giảm thế Ohm. Độ giảm thế Ohm làm giảm thế đo được của nguyên tố điện hoá: $E_{n.t.đ.h} = E_{catot} - E_{not} - IR$

1.2.2. Sự phân cực

Sự phân cực là hiện tượng hai điện cực hay chỉ một điện cực trong chúng bị phân cực, có 2 loại phân cực: Sự phân cực nồng độ và sự phân cực động học hay quá thế.

- Sự phân cực nồng độ quan sát được trong trường hợp lực khuếch tán, sức hút tĩnh điện và di chuyển cơ học không đảm bảo tốc độ cho sự chuyển khối lượng chất tác dụng đến bề mặt điện cực (hay đi ra khỏi nó) để duy trì cường độ dòng như dự đoán theo lý thuyết. Sự phân cực nồng độ gây ra do sự giảm thế nguyên tố điện hoá so với đại lượng được tính theo các thế nhiệt động có tính đến sự giảm thế Ohm.
- Sự phân cực động học: Khi sự phân cực nồng độ xuất hiện ở tốc độ nhỏ của phản ứng điện hoá trên một hay cả hai điện cực, để khắc phục hàng rào năng lượng của nửa phản ứng thì cần một năng lượng bổ sung (quá

thế). Cường độ dòng được kiểm tra bởi tốc độ chuyển các electron chứ không phải là tốc độ chuyển khối lượng chất tương tác.

- Mật độ dòng tăng thì quá thế tăng,
- Quá thế giảm khi nhiệt độ tăng,
- Quá thế phụ thuộc vào vật liệu điện cực và nó thường cao hơn so với điện cực được chế tạo từ kim loại mềm (Pb, Zn hay Hg),
- Quá thế đáng kể hơn đối với các quá trình điện cực xảy ra với sự tạo thành các sản phẩm khí. Quá thế thường không có nếu kết quả phản ứng điện cực xảy ra sự tách kim loại hay sự thay đổi mức độ oxy hoá ion,
- Không thể dự đoán chính xác đại lượng quá thế trong từng trường hợp cụ thể vì rằng đại lượng này được xác định bằng nhiều tham số không khống chế được.

Quá thế cao đặc trưng cho quá trình tạo hydro và oxi. Thế của nguyên tố trong đó xuất hiện quá thế không thể tính chính xác được.

2. Phương pháp điện khối lượng

Bằng cách cân điện cực trước và sau khi điện phân, ta có thể xác định hàm lượng ion trong dung dịch, nếu đã điện phân hoàn toàn đó là phương pháp điện phân trọng lượng. Trong nhiều trường hợp người ta kết tủa kim loại trên catot Pt, sau đó cân và xác định sự tăng khối lượng của catot.

Điều kiện cơ bản: hiệu suất điện phân 100%, chỉ kết tủa một chất duy nhất, chất kết tủa phải bám dính vào điện cực, cường độ dòng phải đủ lớn để hoàn thành sự điện phân trong thời gian vừa phải và giữ được tính chọn lọc.

2.1. Quan hệ giữa dòng điện và thế trong quá trình điện phân

- Điện phân với cường độ không đổi: Có thể tiến hành điện phân kết tủa ở dòng điện hằng định ở một mức độ xác định. Trong trường hợp này khi xảy ra điện phân cần phải tăng định kỳ thế đặt vào.
- Điện phân với thế catot không đổi: Đặt một thế đủ lớn đảm bảo sự đi qua của dòng điện và khi bắt đầu sự phân cực nồng độ thì giảm liên tục thế đặt vào để tạo ra thế cần thiết cho sự phân chia này. Nhưng trở ngại chính là không thể dự đoán được sự thay đổi cần thiết thế đặt vào. Không thể đo sự giảm thế trên các điện cực làm việc vì chỉ xác định được thế chung.
- Điện phân với thế catot kiểm soát thay đổi: Phương pháp tối ưu vừa đạt được chọn lọc cao và thời gian điện phân tối thiểu là dùng một thế catot thay đổi dần.

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến phép phân tích điện khối lượng

- Dung dịch điện phân chỉ chứa một ion kim loại: Trong trường hợp này ion kim loại dễ bị khử, nên ta chỉ cần chọn một hiệu thế đủ lớn để có thể có sự điện phân và kéo dài thời gian phân cho đến khi phóng điện hết ion này.
- Điện phân dung dịch chứa nhiều ion kim loại: Khi dung dịch chứa hai hoặc nhiều M^{n+} có thể bị khử bên catot, ngoài các yếu tố: thế phân hủy, mật độ dòng, chất lượng chất kết tụ cần phải chú ý đến một yếu tố quan trọng nữa đó là tính chọn lọc ở mỗi thời gian chỉ cho kết tụ một ion kim loại.

Chọn E sao cho cường độ I không quá nhỏ để có sự điện phân được thực hiện trong thời gian vừa phải. Cần phải kiểm soát chặt chẽ các yếu tố: thế, pH, ligand, tạo phức, chất hoạt động bề mặt để đạt được cả hai yêu cầu: độ chọn lọc cao và thời gian điện phân nhỏ nhất.

1. Thế phân hủy: Khi áp thế E vào điện cực của bình điện phân, nếu E nhỏ thì gần như không có dòng điện đi qua bình. Tiếp tục tăng giá trị E thì cường độ I tăng nhanh. Giao điểm $E_{ph,h}$ được gọi là thế phân hủy chất điện giải: $E_{ph,h} = E_{anot} - E_{catot}$.

2. Tách khí: Trong quá trình kết tụ có tách khí sẽ nhận được kết tụ có dạng xốp, không đồng nhất. Trong các phản ứng kết tụ catot để ngăn ngừa tách khí hydro bằng cách khống chế thế catot hay đưa vào dung dịch điện phân chất chống phân cực.

3. Ảnh hưởng của mật độ dòng: Để nhanh hoàn thành sự điện phân chỉ cần tăng E. Tuy nhiên, cường độ I quá lớn sẽ ảnh hưởng lên chất kết tụ (xốp, không bám dính vào điện cực). Chất lượng kết tụ không phụ thuộc vào giá trị của I mà tùy thuộc vào mật độ dòng $\rho = I/A$, ρ càng lớn thì trong cùng thời gian ta được càng nhiều ion kim loại bên catot và sự điện phân càng mau kết thúc. Tuy nhiên, khi ρ quá lớn, chất kết tụ hình thành quá nhanh sẽ xốp và không bám dính vào thành điện cực.

Để có những chất kết tụ bám chặt phải dùng mật độ dòng nhỏ như thế sự điện phân phải kéo dài. Có thể tăng I bằng cách:

- Dùng catot có diện tích lớn ($\rho = I/A$ nhỏ)
- Tăng vận tốc khuấy (dùng máy khuấy hay điện cực quay)
- Tăng nhiệt độ (tăng hệ số khuếch tán D)

4. Sự khuấy trộn: Khuấy trộn trong thời gian điện phân tạo thuận lợi cho việc giảm sự phân cực nồng độ.

5. Ảnh hưởng của nhiệt độ: Nhiệt độ cao thường thu được phản ứng điện phân tốt vì độ nhớt của môi trường giảm, ion di chuyển dễ dàng hơn, quá thế giảm nên quan sát được sự tăng quá trình tạo khí.

6. Ảnh hưởng pH của dung dịch điện giải: Hiện tượng khử H^+ trong nước cho ra H_2 chỉ có thể xảy ra khi thế cần để khử M^{n+} khá âm để đạt đến thế khử H^+ . Có hai trường hợp:

- Trường hợp ion kim loại dễ bị khử (E^0 dương như Ca^{2+} , Ag^+): Thế này cao hơn nhiều so với thế để khử H^+ nên pH dung dịch ít ảnh hưởng (trừ khi dung dịch rất axit).
- Trường hợp kim loại khó bị khử (E^0 âm như Zn^{2+}): Thế để khử M^{n+} âm hơn thế để khử H^+ nên trong trường hợp này phải chú ý đến nồng độ H^+ . Phải giữ nồng độ này khá nhỏ để M^{n+} có thể khử H^+ .

7. Ảnh hưởng của phản ứng tạo phức: Ngoài ảnh hưởng làm cho thế khử M^{n+} tiến về những giá trị âm hơn (ứng dụng trong việc khử chọn lọc) sự tạo phức giúp ta được một chất kết tủa tốt hơn (đồng nhất, bám dính hơn) so với trường hợp điện phân dung dịch muối đơn giản.

2.3. Ứng dụng phương pháp phân tích điện phân khối lượng

- Phương pháp điện phân khi cường độ dòng không đổi:

Phương pháp này có độ chọn lọc không cao, mặc dù, hạn chế nhưng phương pháp này lại đơn giản khi thực hiện nên được ứng dụng nhiều trong thực tế. Phương pháp này cho phép xác định chỉ một cấu tử của dung dịch bị khử dễ hơn ion hydro. Kết tủa ở cường độ dòng cố định trên điện cực Hg cho phép loại bỏ các ion dễ bị khử từ các dung dịch trước khi tiến hành phân tích bằng một phương pháp khác.

- Phương pháp điện phân ở thế catot cố định:

Điện phân ở thế catot cố định là một công cụ có hiệu quả của phép phân tích trực tiếp các dung dịch có chứa hỗn hợp các kim loại. Không chế thế của điện cực làm việc bảo đảm cho sự phân chia định lượng các nguyên tố với các thế tiêu chuẩn chỉ khác nhau một vài phần mười vôn.

3. Phương pháp nội điện phân (điện trọng lượng tự phát)

Dòng điện không phải do một nguồn điện bên ngoài cung cấp mà do chính hệ thống tự tạo ra. Pin gồm một catot Pt (đã biết khối lượng) nhúng vào

dung dịch CuSO_4 và một điện cực Zn nhúng vào dung dịch ZnSO_4 , hai dung dịch này được ngăn bằng một vách xốp: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$



Bên điện cực Pt ta thu được Cu bám thật chặt vào điện cực giống hệt như trường hợp điện phân với nguồn điện, còn bên kia Zn tan vào dung dịch tạo Zn^{2+} . Thu được cùng một kết quả khi nhúng trực tiếp thanh Zn vào dung dịch CuSO_4 , Cu xuất hiện rất nhanh, nhưng cho kết tụ xốp và không bám chặt vào điện cực.

Ứng dụng: Xác định các nguyên tố Ag, Cu, Bi, Pb, Ni, Co, Cd, Zn

4. Phương pháp điện lượng

4.1. Đại cương

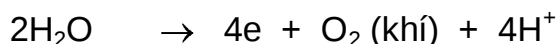
Phương pháp điện lượng đặt cơ sở trên định luật Faraday theo đó điện được đo trong đơn vị faraday hay coulomb. Coulomb là điện lượng đi qua khi cho một dòng điện cố định 1A trong 1 giây được xác định bằng công thức sau: $q = I.t$

Nếu dòng điện thay đổi theo thời gian thì: $q = \int_0^t I.dt$

Để giải phóng ra một đương lượng gam chất hoá học bất kỳ nào trên điện cực cần tiêu tốn một điện lượng $q = 96500(\text{C})$ là số faraday, viết tắt là 1F. Đồng thời, 1 đương lượng gam các chất trong các phản ứng oxy hoá khử tương ứng với sự biến đổi gây ra bởi sự đi qua một mol electron. Có thể đo được những điện lượng q rất nhỏ 0,001C.

Ví dụ: Dòng điện cố định với cường độ 0,80A đi qua dung dịch trong vòng 912 giây. Hãy tính có bao nhiêu gam Cu tách ra trong catot và bao nhiêu gam oxy tách ra trên anot, giả sử chỉ có hai sản phẩm tạo ra.

Xác định đương lượng từ hai bán phản ứng:



Lượng điện: $q = I \times t = 0,80 \times 912 = 729,6 \text{ A} \cdot \text{giây} = 729,6 \text{ coulomb}$

Hay $\frac{729,6\text{C}}{96500\text{C/F}} = 7,56 \times 10^{-3} \text{ Faraday}$

Như vậy, $7,56 \times 10^{-3} \text{ F}$ tương đương với $7,56 \times 10^{-3}$ đương lượng gam Cu trên catot và $7,56 \times 10^{-3}$ đương lượng gam O_2 sinh ra trên anot.

Khối lượng Cu = $7,56 \times 10^{-3} \times \frac{63}{2} = 0,24\text{g}$

$$\text{Khối lượng O}_2 = 7,56 \times 10^{-3} \times \frac{32}{4} = 0,0605g$$

4.2. Phương pháp điện lượng trực tiếp (thể kiểm soát)

Ion cần xác định trực tiếp trao đổi điện tử ở điện cực (sự khử Fe^{3+} ở catot Pt: $\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$)

Khi cường độ dòng điện được thay đổi theo thời gian, để xác định điện lượng q thì dùng các điện lượng kế hoá học. Điện lượng kế hoá học bao gồm một ống điều nhiệt có khoá và hai điện cực Pt. Ống điều nhiệt được nối với buret bằng ống cao su. Cả ống và buret đều được làm đầy bằng dung dịch K_2SO_4 0,5M. Khi có dòng điện qua, xuất hiện sự tách hydro trên catot và oxy trên anot. Xác định thể tích chung của hai chất khí bằng cách đo chất lỏng bị đẩy ra. Đo nhiệt độ của chất khí bằng nhiệt kế đặt trong vỏ áo bằng nước.

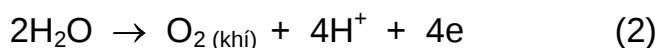
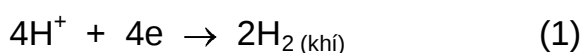
Ví dụ: Xác định lượng Fe^{2+} trong dung dịch bằng cách khử định lượng đến Fe^{2+} trên điện cực Pt. Khi ngừng không cho dòng điện đi qua, điện lượng kế mắc nối tiếp với nguyên tố điện hoá làm việc tạo được 39,3ml dung dịch hydro và oxi ($t = 23^\circ\text{C}$, $p = 765\text{mmHg}$). Tính khối lượng $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ trong dung dịch.

Thể tích khí ở điều kiện chuẩn:

$$\frac{P_c \times V_c}{T_c} = \frac{P \times V}{T} \Rightarrow V_c = V \times \frac{P}{P_c} \times \frac{T_c}{T} = 39,3\text{ml} \times \frac{765\text{mmHg}}{760\text{mmHg}} \times \frac{273^\circ\text{K}}{296^\circ\text{K}} = 36,5\text{ml}$$

$$\text{Số mol khí ở điều kiện chuẩn} = \frac{36,5\text{ml}}{22400\text{ml}} = 1,63 \times 10^{-3}\text{mol}$$

Phản ứng xảy ra trong điện lượng kế:



Cứ 4 mol electron hay 4 Faraday tạo thành 3 mol khí (theo phản ứng 1&2)

Vậy 1Faraday thì tạo ra $\frac{3}{4} = 0,75\text{mol}$ khí

$$\text{Số faraday} = \frac{1,63 \times 10^{-3}}{0,75} = 2,17 \times 10^{-3}\text{F} = 2,17 \times 10^{-3} \text{ đương lượng gam}$$

$$\text{Khối lượng Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 2,17 \times 10^{-3} \times \frac{400}{2} = 0,435g$$

Ứng dụng phương pháp điện lượng trực tiếp

1. Kết tụ kim loại: Xác định một hàm lượng ion kim loại M^{n+} trong dung dịch bằng cách khử ion này cho ra kim loại M kết tụ trên điện cực Pt hoặc Hg

hoặc Pt có tráng một lớp Hg. Thông thường, Hg được dùng làm catot vì quá thế của halogen trên Hg rất lớn nhờ đó có thể khử các ion kim loại có E^0 âm như Cd^{2+} , Zn^{2+} trên Hg mà không có H_2 bay ra.

2. Kết tụ muối ít tan: Có thể xác định một chất không điện hoạt như X^- bằng cách phối hợp chất này với một chất điện hoạt tạo ra muối ít tan.

Ví dụ: xác định ion halogenua bằng cách điện phân với anot Ag.

Ở catot: $\text{Ag} + \text{X}^- - \text{e}^- \rightarrow \text{AgX}$

4.3. Phương pháp chuẩn độ điện lượng (dòng kiểm soát)

Cho dòng điện cố định đi qua dung dịch phân tích, khi dòng điện không đổi trong vòng một chu kỳ thời gian xác định, các đại lượng I và t được đo độc lập với nhau.

Điện lượng cần để đạt được điểm cuối tính theo công thức: $q = I \cdot t = \frac{E}{R} t$ với

E là sự giảm thế trên đo được trên điện trở chuẩn R .

Chuẩn độ điện lượng đòi hỏi trên điện cực phải xảy ra phản ứng duy nhất nhưng chất cần xác định không nhất thiết phải tham gia trực tiếp trong phản ứng đó, có nghĩa là dùng một chất trung gian trao đổi điện tử ở điện cực, chất trung gian này sau khi bị khử hoặc oxy hoá sẽ tác dụng với chất cần xác định.

Ví dụ: Để xác định hàm lượng Fe^{3+} ta có thể dùng Ti^{4+} làm trung gian

Ti^{4+} bị khử ở catot cho ta Ti^{3+} : $\text{Ti}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{3+}$

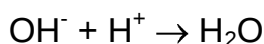
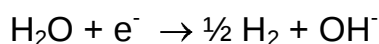
Sau đó Ti^{3+} khử Fe^{3+} theo phản ứng: $\text{Ti}^{3+} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Ti}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$

Kết quả cuối cùng giống hệt như dòng điện khử trực tiếp Fe^{3+} thành Fe^{2+} . Cặp oxy hoá khử đóng vai trò một chất xúc tác giúp cho phản ứng khử có hiệu suất dòng là 100%.

Ứng dụng phương pháp chuẩn độ điện lượng:

- Chuẩn độ axit:

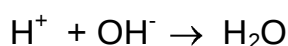
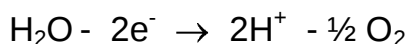
Tạo OH^- bằng cách khử nước bên catot (điện phân dung dịch Na_2SO_4)



Có thể xem như: $\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2} \text{H}_2$

- Chuẩn độ bazơ

Tạo H^+ bằng cách oxy hoá nước bên anot:



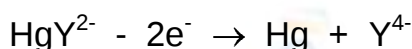
Ta có thể điều chế H^+ hoặc OH^- từ bên ngoài rồi cho vào bình điện phân phản ứng hoặc tạo ngay H^+ hoặc OH^- ngay trong dung dịch, khi đó phải cô lập điện cực phụ để cho ra sản phẩm sinh ra bên điện cực phụ không trộn lẫn với dung dịch phải chuẩn độ.

- Chuẩn độ kết tủa

Để chuẩn độ ion hydrogenua X^- , tạo ra Ag^+ bằng cách dùng anot bằng Ag. Có thể dùng anot Hg ở môi trường axit cho ra Hg^{2+} tạo kết tủa với X^-

- Chuẩn độ phức chất

Có thể dùng Hg (tạo ra do sự oxy hoá Hg anot) để chuẩn độ CN^- và một số anion. Có thể điều chế Y^{4-} bằng cách khử HgY^{2-} trên catot Hg:



Dùng Y^{4-} để chuẩn độ Ca^{2+} , Pb^{2+} ,

- Chuẩn độ oxy hoá khử

Thường dùng các halogen làm chất trung gian vì có thể điều chế dễ dàng các halogen với hiệu suất 100%, sau đó dùng các halogen này để oxy hoá các chất khử. Đặc biệt, người ta thường dùng Br_2 vừa làm chất oxy hoá vừa làm chất brom hoá các hợp chất hữu cơ như alken, phenol. Cũng có thể tạo một lượng Br_2 biết chính xác và sau đó xác định lượng Br_2 dư bằng phương pháp điện lượng kế với cường độ không đổi.

4.4. Điều kiện hiệu suất dòng đạt 100%

Điều kiện tiên quyết của phương pháp điện lượng kế là hiệu suất dòng phải đạt 100%, nghĩa là điện cực dòng điện chỉ dùng để oxy hoá hoặc khử chất cần xác định. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất dòng:

- Chọn thể thích hợp: Phản ứng thuận nghịch
Phản ứng không thuận nghịch
- Dòng điện thừa: ngoài dòng điện chính để oxy hoá, khử hoạt chất cần xác định. Còn có một dòng điện thừa làm cho hiệu suất dòng không đạt 100%. Có 4 nguyên nhân chính tạo ra dòng điện thừa: Dòng tự điện, dòng do tạp chất, dòng do sự oxy hoá khử dung môi và dòng do phản ứng phụ.
- Điện cực phụ (là điện cực không tham gia vào phản ứng chuẩn độ) được làm từ bất kỳ nguyên liệu nào (miễn là trơ) và bất kỳ phản ứng nào ở điện cực phụ đều có thể sử dụng được chỉ cần là các sản phẩm của phản ứng này không ảnh hưởng tới phản ứng chuẩn độ.

- Điện cực làm việc: Trên nguyên tắc vật liệu dùng để làm điện cực làm việc không ảnh hưởng đến thành phần dung dịch. Khi đến cân bằng nhưng vật liệu có thể ảnh hưởng mạnh trên vận tốc phản ứng điện hoá.
- Ảnh hưởng của nhiệt độ: Vận tốc phản ứng điện hoá cũng như hoá học đều tăng theo nhiệt độ nhưng mức độ khác nhau. Do đó, có thể dùng một nhiệt độ mà phản ứng oxi hoá vẫn còn khá nhanh trong khi đó phản ứng phân hủy chất tạo ra chậm.
- Ảnh hưởng của sự khuấy trộn: Tăng vận tốc khuấy làm giảm bề dày của lớp khuếch tán, nhờ đó tăng cường độ dòng giới hạn. Do đó, việc khuấy làm giảm ảnh hưởng tỷ lệ giữa dòng điện thừa và dòng điện chung nên làm tăng hiệu suất dòng và giảm thời gian điện phân.

Gợi ý các khía cạnh và mức độ

- Giúp học viên nắm vững lý thuyết về quá trình điện phân.
- Nguyên tắc quá trình điện phân, kiến thức về quá thế.
- Phương pháp phân tích điện khối lượng, các yếu tố ảnh hưởng.
- Các phương pháp phân tích điện lượng.

Cách thức kiểm tra đánh giá

Đánh giá kiến thức thu được của học viên bằng các bài kiểm tra, các câu hỏi gợi ý khả năng tư duy suy luận của học viên.

Hình thức 2: nghiên cứu tài liệu và thảo luận nhóm

- Tổ chức thảo luận về nguyên tắc của quá trình điện phân.
- Đặc điểm của phép đo điện lượng trực tiếp và chuẩn độ điện lượng.
- Nguyên tắc và các yếu tố ảnh hưởng của phép đo điện lượng.
- Các ứng dụng của phương pháp chuẩn độ điện lượng.

Gợi ý các khía cạnh và mức độ

- Giúp cho học viên nắm vững lý thuyết về quá trình điện phân, kiến thức quá thế.
- Hiểu được sự khác nhau giữa điện lượng trực tiếp và điện lượng gián tiếp.
- Các điều kiện cơ bản của chuẩn độ điện lượng. Ứng dụng của pháp chuẩn độ điện lượng.

Cách thức kiểm tra đánh giá:

- Cho học viên nhận xét về quá trình thực hiện phép đo điện lượng trực tiếp và chuẩn độ điện lượng.

- Cho học viên nhận xét ứng dụng của phương pháp chuẩn độ điện lượng.
- Cách xác định điểm tương đương trong quá trình chuẩn độ.

Hình thức 3: thảo luận đặc điểm và cách sử dụng máy chuẩn độ điện lượng

- Tổ chức thảo luận về đặc điểm thiết bị chuẩn độ điện lượng, quá trình điện phân.
- Cho học viên quan sát thao tác sử dụng thiết bị điện phân.

Gợi ý các khía cạnh và mức độ

- Nắm vững các điều kiện cơ bản khi thực hiện phương pháp chuẩn độ điện lượng.
- Giúp học viên nắm vững đặc điểm của quá trình điện phân trọng lượng.
- Các học viên phải hiểu được bản chất của quá trình điện phân trọng lượng.

Cách thức kiểm tra đánh giá

- Cho học viên nhận xét về quá trình điện phân, ưu nhược điểm.
- Nhận xét về các ứng dụng của quá trình điện phân.
- Cho từng nhóm lên trình bày vấn đề vừa thảo luận, các nhóm khác hỏi lại và cho điểm. Dựa vào kết quả trung bình để tính điểm cho từng cá nhân.

Hình thức 4: thực hành

1. Phân tích trên thiết bị điện phân

- Tổ chức thành nhóm nhỏ và cho thực hành trên thiết bị điện phân.
- Trong bài này tiến hành xác định Ni và Cu trong cùng một dung dịch. Trước hết điện phân Cu trong môi trường axit với hiệu thế khoảng 2V vì Cu có $E^0 > 0$ (+0,34V) nên chỉ có Cu bị điện phân. Sau khi đã điện phân hết Cu, chỉnh dung dịch điện phân về môi trường kiềm bằng NH_4OH và tiếp tục điện phân với thế khoảng 3V Ni sẽ kết tủa ($E_{\text{Ni}}^0 = -0,4\text{V}$).

1.1. Thiết bị và dụng cụ

- Máy chỉnh lưu có thể cho nhiều hiệu thế khác nhau.
- Catot lưới Pt, anot dây xoắn Pt.
- Ampe kế, biến trở, máy khuấy từ, cá từ.
- Cốc cao, pipet các loại, bình tia nước cất.

1.2. Hoá chất

- Hỗn hợp dung dịch Cu^{2+} & Ni^{2+}
- Axit H_2SO_4 , HNO_3 đậm đặc, NH_4OH đậm đặc