

-----*-----

MÔN THI: HOÁ PHÂN TÍCH

Số tín chỉ: 3

Môn học: CHE 1057

ĐỀ SỐ 1

Thời gian làm bài: 90 phút (không kể thời gian phát đề)

Đề thi gồm 02 trang

Chú ý: Bài làm yêu cầu phải đưa ra được các lý luận và giả thiết gần đúng để áp dụng các công thức tính (không cần xây dựng công thức tính từ đầu).

Em là một thành viên trong nhóm nghiên cứu môi trường có nhiệm vụ phân tích đánh giá một số chỉ tiêu hoá học của nước sinh hoạt tại một khu dân cư. Nhiệm vụ của em là xác định các chỉ số về độ cứng của nước bao gồm: độ cứng toàn phần (tổng nồng độ Ca^{2+} và Mg^{2+}), hàm lượng Cl^- , hàm lượng SO_4^{2-} , và hàm lượng Ca^{2+} . Sau vài ngày tổng quan tài liệu, em quyết định thực hiện thí nghiệm xác định độ cứng toàn phần bằng phương pháp chuẩn độ EDTA, xác định Cl^- bằng phương pháp Mohr, chỉ tiêu SO_4^{2-} được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ UV-VIS và hàm lượng Ca^{2+} được xác định gián tiếp qua chuẩn độ oxi hóa khử KMnO_4 . Chi tiết các quy trình như sau:

1. Xác định độ cứng toàn phần: Lấy V_0 mL mẫu nước, thêm vài giọt dung dịch dung dịch KCN 5 % để loại bỏ ảnh hưởng của các kim loại nặng, thêm 10 mL dung dịch đệm Ammonia ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) pH=10, thêm chất chỉ thị ETOO, dung dịch có màu đỏ nho. Dùng dung dịch chuẩn EDTA có nồng độ C_1 để chuẩn độ đến khi dung dịch chuyển sang màu xanh biếc, hết V_1 mL.

* Để có thể thực hiện phép chuẩn độ trên em cần phải pha dung dịch đệm Ammonia từ dung dịch NH_3 bằng cách thêm dần axit HCl vào trong khi theo dõi pH của dung dịch.

- Em hãy tính pH của dung dịch NH_3 0,50M biết NH_3 là bazơ yếu có $\text{pK}_b = 4,75$. (1đ)
- Tính V_{HCl} và pH tại điểm tương khi chuẩn độ 0,500L dung dịch NH_3 0,50M bằng dung dịch axit HCl 1,00M. (1đ)
- Tính số mL HCl 1M cần thêm vào 0,500L dung dịch NH_3 0,5M để thu được đệm có pH 10. (0,5đ)
- Dự đoán chỉ thị nào trong các chỉ thị sau có sai số nhỏ nhất nếu dùng trong phép chuẩn độ ở câu b? (0,5đ)

Methyl dacam (pT 4)

Methyl đỏ (pT 5)

Phenolphthalein (pT 9)

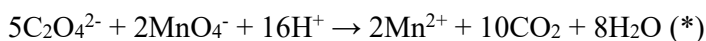
* Để chắc chắn hai ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có thể định lượng được bằng EDTA trong môi trường đệm pH 10 (hằng số bền điều kiện $\beta' \geq 10^8$) và tính được độ cứng toàn phần, em thực hiện các bước sau:

- Viết công thức tính $\alpha_{Y(H)}$, biết EDTA là đa axit có 4 hằng số K_1, K_2, K_3, K_4 (0,5đ)
- Biết ở pH = 10, $\alpha_{Y(H)} = 9,91$; $\log(\beta_{\text{CaY}}) = 10,7$; $\log(\beta_{\text{MgY}}) = 8,69$. Chứng minh hai ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có thể định lượng được bằng EDTA ở pH 10 (1đ)
- Tính tổng nồng độ hai ion Ca^{2+} và Mg^{2+} trong mẫu nước biết $V_0 = 50,00\text{mL}$ $C_1 = 0,0117\text{M}$; $V_1 = 9,10\text{mL}$ (0,5đ)

2. Xác định hàm lượng Cl⁻ theo phương pháp Mohr: Hút V₂ mL mẫu nước cần phân tích vào bình nón dung tích 250 ml, điều chỉnh pH dung dịch phân tích trong khoảng 6-7. Loại trừ ảnh hưởng của ion S²⁻ bằng cách thêm lượng dư dung dịch Zn(NO₃)₂ 5 % (5mL) và lọc bỏ kết tủa ZnS. Rửa sạch kết tủa bằng nước nóng, thêm 1-2 ml dung dịch K₂CrO₄ 5 % và dùng dung dịch chuẩn AgNO₃ nồng độ C₃ chuẩn độ đến khi dung dịch xuất hiện kết tủa đỏ gạch, hết V₃ mL. Cho T_{ZnS} = 10^{-23,8} và H₂S là đa axit có 2 nấc K₁ và K₂.

- Viết các công thức tính $\alpha_{S(H)}$ và biểu thức tính độ tan S theo tích số tan điều kiện T_{ZnS}. **(0,5đ)**
- Tính độ tan của ZnS trong nước tại pH 7 biết $\alpha_{S(H)} = 2.10^{5,9}$. **(1,0đ)**
- Tính nồng độ ppm của Cl⁻ trong mẫu biết V₂ = 50,00 mL C₃ = 0,0141M; V₃ = 9,40 mL; M_{Cl} = 35,5g/mol. **(0,5đ)**

3. Xác định hàm lượng Ca²⁺: Lấy V₄ mL mẫu nước cho vào cốc chịu nhiệt cỡ 250 mL, tạo môi trường phù hợp cho phản ứng kết tủa Ca²⁺ bằng C₂O₄²⁻, thêm lượng dư (NH₄)₂C₂O₄ 5 % (15mL) vào dung dịch và để yên 15 phút. Thêm vài giọt dung dịch NH₃ 6M đến khi có màu vàng. Lấy cốc ra khỏi bếp để yên 1 giờ để làm muối kết tủa. Lọc kết tủa qua giấy lọc băng xanh. Rửa kết tủa bằng (NH₄)₂C₂O₄ bão hoà sau đó rửa lại bằng nước cất đến sạch ion C₂O₄²⁻. Dùng 25 ml H₂SO₄ (1:5) để hoà tan kết tủa trên giấy lọc vào bình nón dung tích 250 ml. Đun nóng đến 80°C và chuẩn độ lượng H₂C₂O₄ sinh ra bằng dung dịch chuẩn KMnO₄ theo phản ứng (*) đến khi xuất hiện màu hồng, hết V₅ mL. V₆ mL dung dịch KMnO₄ trên được chuẩn độ lại bằng dung dịch Fe²⁺ có nồng độ C₇ thấy hết V₇ mL.



- Viết phương trình Nerst cho cặp MnO₄⁻/Mn²⁺ và Fe³⁺/Fe²⁺? **(0,5đ)**
- Biết E^o_{MnO₄⁻/Mn²⁺} = 1,53V; E^o_{Fe³⁺/Fe²⁺} = 0,77V. Tính thế của dung dịch phản ứng tại điểm tương đương. **(0,75đ)**
- Tính nồng độ Ca²⁺ trong mẫu nước. Biết V₄ = 100,00mL; V₅ = 12,10mL; V₆ = 10,00mL; C₇ = 0,0210M; V₇ = 11,90mL **(0,25đ)**

4. Xác định hàm lượng SO₄²⁻: Hút 10,0 mL dung dịch mẫu cho vào bình định mức 25,0 mL, thêm 5,0 mL dung dịch BaCl₂ (dư), định mức đến vạch bằng nước cất được 25,0 mL dung dịch. Lắc đều dung dịch. Cho dung dịch vào cuvet và tiến hành đo độ hấp thụ quang (A) tại bước sóng 420 nm được A = 0,158. Tiếp tục, hút 10,0 mL dung dịch mẫu trên cho vào bình định mức 25,0 mL, thêm 2,5 mL dung dịch chất chuẩn SO₄²⁻ 5.10⁻⁵ mol/L. Tiến hành tương tự như trên đo được độ hấp thụ quang A = 0,302. Tính nồng độ ppm của ion SO₄²⁻ trong mẫu nước. Biết MSO₄²⁻ = 96,06 g/mol. **(1,5đ)**