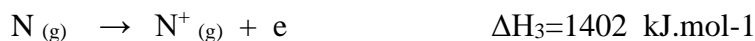


Câu 1 (2,5 điểm): Cấu tạo nguyên tử, phản ứng hạt nhân, định luật tuần hoàn

1. Cho các quá trình sau:



a) Trong một bình kín chỉ chứa N_2 được chiếu bức xạ với bước sóng $\lambda = 22 \text{ nm}$. Hãy cho biết dạng tồn tại của nitrogen trong bình sau khi chiếu xạ. Giải thích.

b) Hãy tìm bước sóng (nm) của photon sao cho trong bình chứa N_2 chỉ chứa nguyên tử N.

2. Hai nhà hóa học Allred và Rochow đã đề nghị công thức tính độ âm điện như sau:

$$\chi = 0,359 \frac{Z^* - 0,35}{r^2} + 0,744$$

Với χ là độ âm điện, Z^* là điện tích hiệu dụng tính theo Slater đối với lớp ngoài cùng và r là bán kính cộng hóa trị (Å^0).

a) Hãy tính độ âm điện của Nitrogen, Oxygen và Flourine, biết bán kính cộng hóa trị tương ứng là 75; 73; 72 (pm)

b) Hãy nêu xu hướng biến thiên độ âm điện của N, O, F đã tính theo Allred và Rochow. Giải thích xu hướng này, từ đó rút ra nhận xét về xu hướng biến thiên độ âm điện của 3 nguyên tử trên theo thang đo của Pauling và thang đo của hai nhà hóa học này.

3.

a) Hãy giải thích vì sao ^{14}C là phân rã β^- còn ^{10}C là phóng xạ β^+

b) Trong khảo cổ, người ta dùng đồng vị ^{14}C ($\tau_{1/2} = 5730 \text{ năm}$) để xác định các mẫu vật hữu cơ bị chết trong khoảng cách đây 500 đến 50.000 năm. Giải thích vì sao có thể làm như vậy.

c) Trong hành trình du lịch bằng du thuyền vào năm 2016, Ana và nhóm bạn đã nhặt được 1 chai thủy tinh bên trong có 2 mảnh gỗ thối dài với hoa văn tinh xảo và các ký tự kỳ quái, họ rất tò mò nên đã tìm đến trung tâm khảo cổ để nhờ giúp đỡ. Sau một tuần nghiên cứu về hoa văn và ký tự các nhà khảo cổ đã nhận định mẫu vật có thể có khoảng hơn 13.400 năm về trước, nhưng để có cơ sở vững chắc các nhà khảo cổ đã thực hiện thí nghiệm đo hoạt độ phóng xạ của mẫu và ghi nhận được hoạt độ phóng xạ của mẫu là 48 Bq/kg C, biết hoạt độ phóng xạ của ^{14}C trong cơ thể sống là 224 Bq/kg C. Hãy tính tuổi của mẫu gỗ.

Câu 2 (2,5 điểm): Cấu tạo phân tử, tinh thể.

1. Cho các phân tử sau : CN, N_2 , NO

a) Hãy viết cấu hình electron của 3 phân tử trên và tính bậc liên kết của chúng.

b) Hãy sắp xếp giá trị năng lượng ion hóa của các phân tử trên theo chiều tăng dần. Giải thích.

c) CN và NO có thể tạo ra 2 ion đẳng điện tử với N_2 . Hãy viết công thức của 2 ion đó. Khi 2 ion đó bị phá vỡ liên kết sẽ hình thành nguyên tử và ion đơn nguyên tử nào. Giải thích

2. Hãy giải thích

- a) Vì sao kim loại dẫn điện tốt còn phi kim thì không và chất bán dẫn tinh khiết có độ dẫn điện trung bình
- b) Vì sao LiCl tan nhiều trong ethanol hơn trong nước.
- c) Giải thích vì sao nitrogen và photphorus thuộc cùng nhóm VA trong bảng tuần hoàn nhưng HNO₃ có tính axit mạnh hơn H₃PO₄

3. Helium là một khí hiếm rất kém hoạt động hóa học nhưng trong điều kiện đặc biệt nó có thể tạo ra hợp chất X với Sodium. Qua nghiên cứu, người ta biết cấu trúc X như sau: các nguyên tử He tạo thành hệ lập phương tâm diện, Na chiếm tất cả các hốc tứ diện và độ dài ô mạng cơ sở là 3,95 Å. Tính khối lượng riêng của X (g/cm³) biết M_{He} = 4g/mol và M_{Na} = 23g/mol.

Câu 3 (2,5 điểm): Nhiệt hóa học và cân bằng trong pha khí.

1. Ở điều kiện ban đầu 300K và 100 atm, khí Chlorine được coi là khí lí tưởng. Giãn nở 1 mol khí Cl₂ ở điều kiện đó đến áp suất cuối là 1atm. Trong quá trình giãn nở đó áp suất ngoài luôn được giữ không đổi là 1 atm. Kết quả của sự giãn nở đó là khí clo được làm lạnh đến 239K (đó cũng là điểm sôi thông thường của Cl₂ lỏng), thấy có 0,1mol Cl₂ lỏng được ngưng tụ.

Ở điểm sôi thông thường, enthalpy hóa hơi của Cl₂ lỏng bằng 20,42kJ.mol⁻¹, nhiệt dung mol của Cl₂ khí ở điều kiện đẳng tích là C_v = 28,66J.K⁻¹.mol⁻¹ và tỉ trọng của Cl₂ lỏng là 1,56 cũng tại 239K. Giả thiết nhiệt dung mol ở điều kiện đẳng áp của Cl_{2(k)} là C_p=C_v+R. Biết 1atm = 1,01325.10⁵Pa. R = 8,314510J.K⁻¹.mol⁻¹ = 0,0820584L.atm.K⁻¹.mol⁻¹.

Hãy tính biến thiên nội năng và biến thiên entropy của hệ trong các biến đổi mô tả ở trên.

2. Điều kiện đầu cho phản ứng: 3 H₂ + N₂ ⇌ 2 NH₃ là n₀(H₂) = n₀(N₂), n₀(NH₃) = 0. Ở 400 °C hằng số cân bằng K_p của phản ứng là 1,60·10⁻⁴.

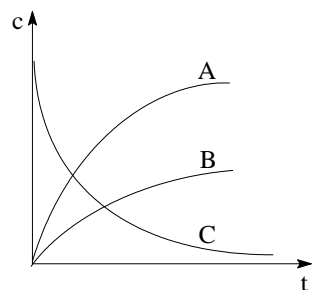
a) Xây dựng biểu thức liên hệ giữa phần mol của amoniac x(NH₃) và K_p bằng đại lượng tỉ số phản ứng y, được định nghĩa là tỉ số giữa lượng amoniac sinh ra và hai lần nồng độ đầu của chất phản ứng, y = n_∞(NH₃)/2n₀ hay n_∞(NH₃) = 2yn₀.

b) Tính áp suất (bar) để ở đó áp suất riêng phần của NH₃ chiếm 11.11% áp suất chung.

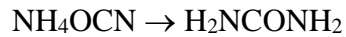
Câu 4 (2,5 điểm): Động hóa học.

1. Cho phản ứng: 2 NO₂ (k) ⇌ 2 NO (k) + O₂(k).

Mỗi đường cong trong hình bên biểu thị sự thay đổi nồng độ của một chất theo thời gian. Đường nào ứng với sự phụ thuộc nồng độ oxi vào thời gian? Vì sao?



2. Vào năm 1824 nhà hóa học Đức Friedrich Wohler đã điều chế ure từ amonixianat bằng cách nhiệt phân:



Hơn 150 năm sau phản ứng đã được nghiên cứu cẩn thận hơn bằng các phương pháp động học. Các dữ kiện cho dưới đây sẽ cho biết thời gian phản ứng. Thí nghiệm bắt đầu từ lúc hòa tan 30,0g amonixianat trong 1,00 lít nước.

t (ph)	0	20	50	65	150
m _{ure} (g)	0	9,40	15,9	17,9	23,2

- Tính nồng độ của amonixianat ở từng thời điểm trên
- Chứng minh phản ứng là bậc 2 và tính hằng số tốc độ k.
- Khối lượng của amonixianat còn lại là bao nhiêu sau 30 phút.

Câu 5 (2,5 điểm): Cân bằng acid – base, cân bằng hợp chất ít tan.

1. Lượng canxi trong mẫu có thể được xác định bởi cách sau:

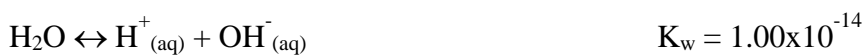
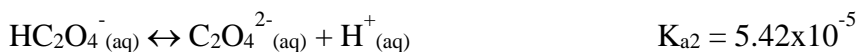
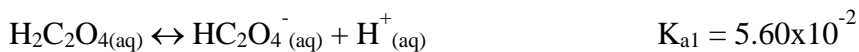
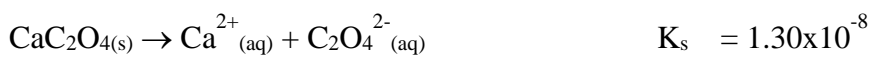
Bước 1: Thêm một vài giọt chỉ thị metyl đỏ vào dung dịch mẫu đã được axit hóa và sau đó là trộn với dung dịch $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Bước 2: Thêm ure $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ và đun sôi dung dịch đến khi chỉ thị chuyển sang màu vàng (việc này mất 15 phút). Kết tủa CaC_2O_4 xuất hiện.

Bước 3: Dung dịch nóng được lọc và kết tủa CaC_2O_4 được rửa bằng nước lạnh để loại bỏ lượng dư ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$.

Bước 4: Chất rắn không tan CaC_2O_4 được hoà tan vào dung dịch H_2SO_4 0,1M để sinh ra ion Ca^{2+} và $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Dung dịch $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ được chuẩn độ với dung dịch chuẩn KMnO_4 đến khi dung dịch có màu hồng thì ngừng.

Các phản ứng xảy ra và các hằng số cân bằng:



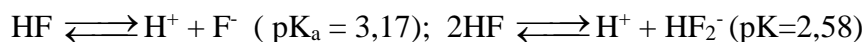
- Viết và cân bằng các phương trình phản ứng xảy ra ở bước 2.
- 25,00mL dung dịch mẫu canxi được xác định bằng phương pháp trên và đã sử dụng hết 27,41mL dung dịch KMnO_4 $2,50 \cdot 10^{-3}\text{M}$ ở bước cuối cùng. Xác định nồng độ Ca^{2+} trong mẫu.
- Tính độ tan của CaC_2O_4 trong một dung dịch đệm có pH = 4.

2. Trong các dụng cụ sử dụng trong thí nghiệm chuẩn độ như : buret, pipet, erlen, cốc thủy tinh có chia vạch, ống đong, bình định mức

- Trong các dụng cụ trên thì dụng cụ nào có thể dùng để lấy thể tích chính xác chất lỏng.

b) Trong các dụng cụ trên thì dụng cụ nào cần phải tráng lại bằng chính dung dịch mà nó chứa bên trong khi thực hành chuẩn độ.

3. Tính pH của dung dịch HF 0,01M. Biết rằng dung dịch ngoài cân bằng phân li axit, còn có quá trình tạo phức proton HF_2^- .



Câu 6 (2,5 điểm): Phản ứng oxi hóa khử, Pin điện.

Dung dịch hỗn hợp Fe^{2+} 0,01 M và Fe^{3+} 0,01 M tại pH = 0 ở 25 °C. Thêm dần NaOH (rắn) vào để nâng pH của hệ lên (coi như thể tích dung dịch không đổi).

a) Tính các giá trị pH mà tại đó bắt đầu kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_2$ và $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

b) Tính thế của cặp $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ tại các giá trị pH mà các hydroxit sắt bắt đầu kết tủa.

c) Tại giá trị pH nào, thế của cặp $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ bằng không?

d) Một dung dịch Sn^{2+} 0,1 M có thể tích 20 ml được chuẩn độ bởi dung dịch Fe^{3+} 0,2 M.

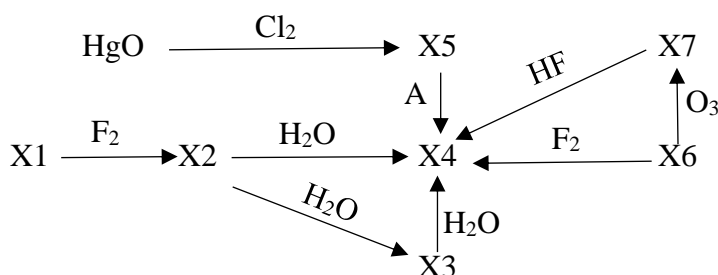
- Viết phản ứng chuẩn độ với hệ số nguyên và tối giản.

- Tính hằng số cân bằng cho phương trình chuẩn độ tại 25°C.

Cho: $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,771\text{V}$; $E^\circ_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0,154\text{V}$; $K_{\text{sp,Fe}(\text{OH})_2} = 7,94 \cdot 10^{-16}$ và $K_{\text{sp,Fe}(\text{OH})_3} = 10^{-38}$.

Câu 7 (2,5 điểm): Halogen, Oxygen-Sulfur.

Cho sơ đồ chuyển hóa của các hợp chất của Chlorine như sau:



Biết rằng:

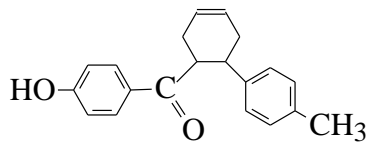
- X1, X2, X5, X6, X7 đều chứa 2 nguyên tố và X3, X4 đều chứa 3 nguyên tố.
- Phần trăm khối lượng Flourine trong X1 và X3 lần lượt là 34,86% và 52,53%
- X7 là hợp chất ion ở dạng lỏng có màu đỏ thẫm và có phân tử khối là 167.
- X1, X5 có số oxi hóa của Chlorine giống nhau.
- Số oxi hóa của Chlorine trong X2, X3, X4 cũng giống nhau.

a) Tìm công thức phân tử của các chất chưa biết trong chuỗi trên và vẽ cấu trúc của X3 và X7.

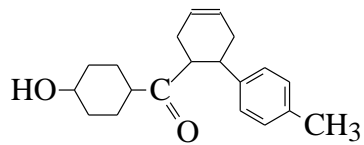
b) Viết các phản ứng hóa học của chuỗi đã cho.

Câu 8 (2,5 điểm): Đại cương hữu cơ (Quan hệ giữa cấu trúc và tính chất).

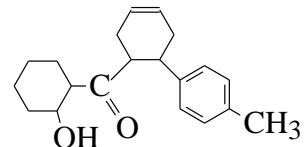
1. Có ba hợp chất: A, B và C



A



B



C

a) Hãy so sánh tính axit của A và B.

b) Hãy so sánh nhiệt độ sôi và độ tan trong dung môi không phân cực của B và C.

c) Cho biết số đồng phân lập thể có thể có của A, B và C.

2. Cho các ancol: $p\text{-CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$, $p\text{-CH}_3\text{O-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$, $p\text{-CN-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$ và $p\text{-Cl-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$. So sánh khả năng phản ứng của các ancol với HBr và giải thích.