

Câu I <3,0 điểm>

I.1. [1,50 điểm]

1. Trong mỗi chén sứ A, B, C đựng một muối nitrate của kim loại hóa trị (II) nung các chén sứ ở t° cao ngoài không khí tới phản ứng hoàn toàn, sau đó làm nguội người ta thấy:

+ Trong chén A không có dấu vết gì.

+ Cho dung dịch HCl vào chén B thấy thoát ra khí không màu, hóa nâu trong không khí.

+ Chén C còn chất rắn màu nâu đỏ.

Xác định các chất A, B, C và viết phương trình phản ứng minh họa?

2. Trình bày phương pháp hóa học và viết phương trình phản ứng (nếu có) để tinh chế chế khí NH_3 có lẫn khí N_2 , H_2 .

3. Trong công nghiệp sản xuất sulfuric acid bằng phương pháp tiếp xúc người ta dùng chất nào hấp thụ SO_3 ? Vì sao không dùng nước để hấp thụ SO_3 ?

I.2. [1,50 điểm]

1. Sắp xếp các dung dịch: H_2SO_4 , HCl, NaOH, Na_2CO_3 và Na_2SO_4 có cùng nồng độ 0,1M theo chiều tăng pH của dung dịch và giải thích bằng số liệu cụ thể thứ tự sắp xếp đó.

2. Từ dung dịch H_2SO_4 98% ($D = 1,84$ gam/mL) và dung dịch HCl 5M, trình bày phương pháp pha chế để được 200 mL dung dịch hỗn hợp gồm H_2SO_4 1M và HCl 1M.

3. Nitric acid là một trong ba acid chính của công nghiệp hóa chất hiện đại.

a) Vì sao dung dịch nitric acid không màu để lâu ngoài không khí chuyển sang màu vàng?

b) Nêu cách bảo quản dung dịch nitric acid trong phòng thí nghiệm.

Câu II <5,0 điểm>

II.1. [1,0 điểm] Một đám cháy bùng phát tại một kho chứa hóa chất. Đội cứu hỏa đã cố gắng dập tắt đám cháy bằng nước, nhưng đám cháy không những không tắt mà còn bùng lên dữ dội hơn. Sau khi đám cháy được kiểm soát, các chuyên gia phát hiện trong kho có một số thùng chứa một chất rắn màu xám (X) có khả năng tác dụng với nước tạo ra khí Y thường được sử dụng trong hàn cắt kim loại.

a) Xác định công thức hóa học của X và viết các phương trình phản ứng giải thích hiện tượng trên.

b) Giả sử khí sinh ra từ phản ứng của X với nước có giới hạn nổ dưới ở đkc (LEL - Lower Explosive Limit - là nồng độ thấp nhất của khí hoặc hơi trong không khí có thể bắt lửa và gây nổ) là 2,5% thể tích; kho có thể tích 1000 m^3 và được đóng kín ở đkc. Tính khối lượng (đơn vị kg) tối thiểu của X cần phản ứng với nước để thể tích khí đạt đến giới hạn nổ dưới.

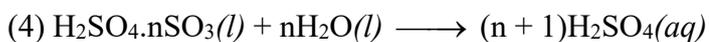
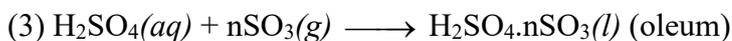
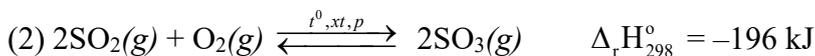
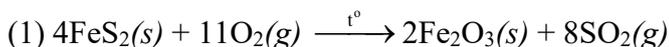
II.2. [1,0 điểm] Soda (Na_2CO_3) khi để lâu ngày bị chuyển hóa một phần thành NaHCO_3 và hút ẩm tạo thành hỗn hợp X gồm Na_2CO_3 , NaHCO_3 và H_2O . Hòa tan hoàn toàn 12,3 gam X trong nước, thu được 100 mL dung dịch Y. Tiến hành các thí nghiệm sau:

Thí nghiệm 1: Cho 25 mL dung dịch HCl 1M vào 10 mL dung dịch Y sau đó đun nhẹ. Chuẩn độ dung dịch thu được với chỉ thị phenolphtalein đến khi xuất hiện màu hồng nhạt thì thấy hết 25 mL dung dịch NaOH 0,2M.

Thí nghiệm 2: Cho 10 mL dung dịch NaOH 1M vào 10 mL Y sau đó thêm tiếp dung dịch BaCl_2 đến dư vào, lọc bỏ kết tủa. Chuẩn độ nước lọc với chỉ thị phenolphtalein đến khi màu hồng vừa mất thì hết 40 mL dung dịch HCl 0,2M.

Phần trăm Na_2CO_3 đã bị chuyển hóa thành NaHCO_3 là a%. Tính a.

II.3. [1,0 điểm] Sulfuric acid là một trong những hóa chất quan trọng nhất được sử dụng trong công nghiệp, được sản xuất hàng trăm triệu tấn mỗi năm, chiếm nhiều nhất trong ngành công nghiệp hóa chất. Phương pháp sản xuất sulfuric acid phổ biến nhất là phương pháp tiếp xúc, theo đó acid có thể được sản xuất từ quặng pyrite qua các giai đoạn theo sơ đồ sau:



Dùng sulfuric acid 98% hấp thụ $\text{SO}_3(g)$ trong giai đoạn (3), quá trình này được thực hiện trong tháp tiếp xúc.

a. Em hãy đề nghị 3 yếu tố để tăng hiệu suất điều chế SO_3 .

b. Giải thích tại sao trong quá trình sản xuất ở giai đoạn (3) $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ được phun vào từ phía trên tháp, $\text{SO}_3(g)$ được bơm từ dưới lên.

c. Để xác định công thức của một loại oleum, người ta pha loãng 8,36 gam oleum vào nước thành 1,0 lít dung dịch Z, sau đó tiến hành chuẩn độ 10,0 mL dung dịch Z này bằng dung dịch NaOH 0,10 M. Thể tích NaOH trung bình cần sử dụng để chuẩn độ là 20,0 mL. Xác định công thức của oleum trên.

II.4. [1,0 điểm] Đốt cháy hoàn toàn 1,04 gam một hợp chất hữu cơ D cần vừa đủ 2,479 lít O_2 (đkc) chỉ thu được khí CO_2 , hơi H_2O theo tỉ lệ thể tích $V_{\text{CO}_2} : V_{\text{H}_2\text{O}} = 2 : 1$ ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất. Xác định công thức phân tử, công thức cấu tạo của D, biết tỉ khối hơi của D so với hydrogen bằng 52, D chứa vòng benzene và tác dụng được với dung dịch bromine và dung dịch KMnO_4 ở điều kiện thường/

II.5. [1,0 điểm] Một nhà máy sản xuất ammonia theo quy trình Haber - Bosch với nguyên liệu ban đầu là hỗn hợp khí N_2 và H_2 (tỉ lệ 1: 3 về thể tích) được nén đến 200 atm ở 25°C . Trước khi nạp vào buồng phản ứng, nguyên liệu cần được gia nhiệt lên 500°C . Khi quy trình hoạt động ổn định, lưu lượng nguyên liệu nạp vào buồng phản ứng không đổi là 10^6 mol/ giờ. Trong buồng tổng hợp xảy ra phản ứng:



Biết mức độ chuyển hoá N_2 mỗi lần đi qua buồng phản ứng là 15%. Hỗn hợp khí ra khỏi buồng phản ứng được làm lạnh xuống -20°C để ngưng tụ và tách NH_3 lỏng. Phần N_2 và H_2 chưa phản ứng được dẫn trở lại và bổ sung nguyên liệu mới (để đủ 10^6 mol/ giờ) và được gia nhiệt lên 500°C rồi lại nạp vào buồng phản ứng. Biết năng lượng cần cung cấp để làm tăng nhiệt độ của 1 mol khí lên 1°C của N_2 và H_2 lần lượt là 29,1 (J/ mol) và 28,8(J/ mol), 90% năng lượng tỏa ra từ phản ứng tổng hợp NH_3 được dùng làm nóng nguyên liệu, phần năng lượng còn thiếu được cung cấp bằng phản ứng đốt cháy CH_4 . Khi đốt cháy 1 mol CH_4 tỏa ra 802kJ. Có 81% nhiệt lượng này được dùng để làm nóng nguyên liệu. Lượng CH_4 cần đốt mỗi giờ là bao nhiêu kg? (làm tròn đến hàng đơn vị)

II.6. Một hợp chất X được tách ra từ hạt cây guarana có thành phần phần trăm khối lượng nguyên tố như sau: %C = 49,484; %H = 5,155%; %O = 16,495; %N = 28,866. Phân tích phổ khối (MS) cho thấy xuất hiện peak cực đại tại $m/z = 194$.

a) Xác định công thức phân tử của hợp chất X.

b) Trong phương pháp chiết lỏng - lỏng để tách X khỏi dung dịch nước, người ta dùng một dung môi hữu cơ (không tan trong nước, dễ hòa tan X). Ở trạng thái cân bằng, hệ số phân bố được định nghĩa: $K = \frac{C_h}{C_n}$

Trong đó:

- C_h : nồng độ mol/L chất X trong pha hữu cơ.

- C_n : nồng độ mol/L chất X trong pha nước.

Ở 25 °C, độ tan bão hòa của X trong nước là 21,7 g / L. Người ta tiến hành chiết 200 mL dung dịch dung môi CH₂Cl₂ với hệ số phân bố K = 9,9.

+ Tính khối lượng X tối đa thu hồi được vào pha hữu cơ sau 1 lần chiết khi dùng 40 mL dung môi CH₂Cl₂.

+ Nếu muốn thu hồi 90% chất X từ pha nước vào pha hữu cơ bằng 1 lần chiết, cần dùng tối thiểu bao nhiêu mL CH₂Cl₂ ?

Câu III <4,0 điểm>

III.1. [2,00 điểm] Một hợp chất X được tách ra từ hạt cây guarana có thành phần phần trăm khối lượng nguyên tố như sau:

%C = 49,484; %H = 5,155, %O = 16,495 và %N = 28,866. Phân tích phổ khối (MS) cho thấy xuất hiện peak cực đại tại m/z = 194.

a. Xác định công thức phân tử của hợp chất X.

b. Trong phương pháp chiết lỏng - lỏng để tách X khỏi dung dịch nước, người ta dùng một dung môi hữu cơ (không tan trong nước, dễ hòa tan X). Ở trạng thái cân bằng, hệ số phân bố được định nghĩa

$$K = \frac{C_{\text{chất trong pha hữu cơ}}}{C_{\text{chất trong pha nước}}}$$

Ở 25 °C, độ tan bão hòa của X trong nước là 21,7 gam/L. Người ta tiến hành chiết 200 mL dung dịch bằng dung môi CH₂Cl₂ với hệ số phân bố K = 9,9.

+ Tính khối lượng X tối đa thu hồi được vào pha hữu cơ sau 1 lần chiết khi dùng 40 mL dung môi CH₂Cl₂.

+ Nếu muốn thu hồi 90% chất X từ pha nước vào pha hữu cơ bằng 1 lần chiết, cần dùng tối thiểu bao nhiêu mL CH₂Cl₂ ?

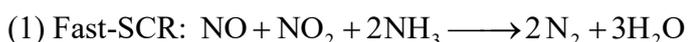
III.2. [2,00 điểm] Điều chế SO₃ từ quặng pyrite sắt theo sơ đồ: $\text{FeS}_2 \xrightarrow{+\text{O}_2\text{du}} \text{SO}_2 \xrightarrow{+\text{O}_2\text{du}} \text{SO}_3$. Hấp thụ SO₃ tạo thành vào 100 gam dung dịch H₂SO₄ 91% thu được một loại oleum X. Hoà tan 33,8 gam gam oleum X vào nước, cho dung dịch thu được tác dụng với lượng dư dung dịch BaCl₂ thấy tạo thành 93,2 gam kết tủa.

a. Tính khối lượng quặng pyrite sắt có chứa 80% FeS₂ đã dùng (tạp chất không chứa S). Biết hiệu suất của quá trình điều chế là 75%.

b. Trong công nghiệp, khi sản xuất acid H₂SO₄ theo phương pháp tiếp xúc thì SO₃ được hấp thụ bằng H₂SO₄ 98% tạo thành oleum, sau đó pha loãng oleum với lượng nước thích hợp để được H₂SO₄ đặc. Giải thích tại sao không hấp thụ trực tiếp SO₃ bằng nước?

Câu IV:

IV.1. [1,50 điểm] Một nhà máy nhiệt điện có lưu lượng khí thải trung bình là 100000 m³ / giờ với tổng nồng độ NO₂ là 800 ppmv (nồng độ phần triệu theo thể tích), trong đó NO và NO₂ lần lượt chiếm 80% và 20% về thể tích. Để đảm bảo theo quy định tổng nồng độ NO_x thoát ra môi trường không quá 300 ppmv. Nhà máy đã áp dụng quy trình công nghệ khử chọn lọc xúc tác (SCR). NH₃ được phun vào khí thải để khử NO_x theo các phản ứng:



Trong quy trình này, quá trình Fast-SCR xảy ra hoàn toàn sau đó mới xảy ra Standard-SCR với hiệu suất 92 %.

a) Tính lưu lượng NO, NO₂ (mol / giờ) trong khí thải chưa xử lí.

b) Tính lưu lượng NH₃ tối thiểu (kg/giờ) cần dùng cho quá trình Fast-SCR và Standard-SCR để khử NO_x về mức cho phép.

c) Người ta xác định được trong khí thải có 3% O₂ (về thể tích), lượng O₂ này có đủ để xử lí lượng NO_x trong khí thải về mức cho phép hay không? Vì sao?

IV.2. [1,50 điểm] Cho hydrocarbon Y tác dụng với dung dịch bromine dư được dẫn xuất tetrabromo chứa 75,8% bromine (theo khối lượng). Khi cộng bromine (1 : 1) thu được cặp đồng phân *cis-trans*.

1. [0,50 điểm] Xác định công thức phân tử, công thức cấu tạo và gọi tên của Y?

2. [1,00 điểm] Viết phương trình phản ứng của Y với:

a. Dung dịch KMnO₄ (trong môi trường H₂SO₄)

b. Dung dịch AgNO₃/NH₃

c. H₂O (xúc tác Hg²⁺/H⁺, 80 °C)

d. HBr theo tỉ lệ 1 : 2

IV.3. [1,00 điểm]

Cho các hợp chất hữu cơ: *o*-xylene, *m*-xylene, *p*-xylene, benzene và các giá trị nhiệt độ nóng chảy 5,5°C; -47,8°C; -25,2°C; 13,3°C. Hãy gán giá trị nhiệt độ nóng chảy tương ứng với các chất, giải thích?

Câu V <4,0 điểm>

V.1. [1,50 điểm]

1. Viết phương trình hóa học của các phản ứng sau:

a. But-1-ene tác dụng với HCl.

b. 2-methylpropene tác dụng với nước, xúc tác acid H₃PO₄.

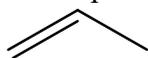
c. Propene tác dụng với dung dịch KMnO₄.

d. Trùng hợp propene (t⁰, p, xt).

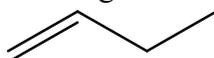
e. Thực hiện phản ứng oxi hóa không hoàn toàn propylbenzene bằng dung dịch KMnO₄ (ở nhiệt độ thích hợp).

f. Cho C₆H₅-C≡CH (hợp chất thơm) tham gia phản ứng với dung dịch AgNO₃ trong NH₃ dư.

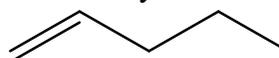
V.2. [1,50 điểm] Cho các phân tử alkene có công thức khung phân tử dưới đây:



(A)



(B)



(C)

a. Gọi tên các phân tử alkene nêu trên theo danh pháp thay thế.

b. So sánh tương tác van der Waals giữa các phân tử alkene nêu trên. Từ đó em có nhận xét gì về nhiệt độ sôi của các alkene trên.

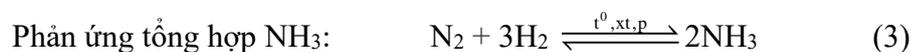
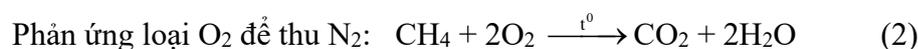
V.3. [1,00 điểm] Dưới đây là các giá trị nhiệt độ sôi và nhiệt độ nóng chảy của pentane và neopentane. Giải thích sự khác biệt nhiệt độ sôi và nhiệt độ nóng chảy của những chất này?

	n-pentan	neo-pentan
Nhiệt độ sôi (°C)	36	9,5
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	-130	-17

V.4.

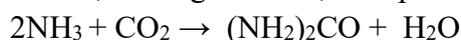
1. Khi bếp than đang cháy, nếu đổ nhiều nước vào bếp thì bếp tắt, còn nếu cho một ít nước vào bếp thì bếp than bùng cháy lên. Hãy viết phương trình hoá học để giải thích hiện tượng trên.

2. Hiện nay người ta sản xuất ammonia bằng cách chuyển hoá có xúc tác một hỗn hợp gồm không khí, hơi nước và khí methane (thành phần chính của khí thiên nhiên).



a. Để sản xuất khí ammonia, nếu lấy 841,4 m³ không khí (chứa 21,03% O₂; 78,02% N₂, còn lại là khí hiếm theo thể tích), thì cần phải lấy bao nhiêu m³ khí methane và bao nhiêu m³ hơi nước để có đủ lượng N₂ và H₂ theo tỉ lệ 1:3 về thể tích dùng cho phản ứng tổng hợp ammonia. Giả thiết các phản ứng (1), (2) đều xảy ra hoàn toàn và các thể tích khí đo ở cùng điều kiện.

b. Trong công nghiệp, người ta điều chế phân đạm urea bằng cách cho khí ammonia (NH₃) tác dụng với khí carbon dioxide (CO₂) ở nhiệt độ 180-200°C, khoảng 200 atm, theo phản ứng:



Biết hiệu suất phản ứng là 70%, vậy để sản xuất được 6 tấn urea cần phải sử dụng bao nhiêu m³ khí NH₃ và bao nhiêu m³ khí CO₂ (đkc)?

----- HẾT -----