

Đáp án 1 (2,5 điểm)

(a) $\text{Al} + 3\text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3/2\text{H}_2$: Al tan và có tạo khí.

(b) $\text{KMnO}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 5/2\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$: KMnO_4 mất màu tím, xuất hiện khí vàng lục.

(c) $\text{Zn} + \text{MgSO}_4 \rightarrow$ Không phản ứng

(d) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$: Chất rắn phân hủy hoàn toàn thành các chất khí.

Quỳ tím ẩm hóa xanh do NH_3 tạo môi trường base. CO_2 ít tan trong nước nên không ảnh hưởng đến màu của giấy quỳ ẩm.

(e) $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$: chất rắn tan trong nước

$2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl}$: phản ứng không xảy ra do HCl là acid mạnh hơn H_3PO_4 .

$2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaCl}_2 + 6\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NH}_4\text{Cl} + 6\text{H}_2\text{O}$: có tạo thành chất kết tủa.

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 4\text{HCl} \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaCl}_2$: chất kết tủa tan ra.

(g) $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$: dung dịch màu xanh lơ chuyển sang màu vàng nâu.

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$: tạo kết tủa nâu

(h) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$: Fe tan một phần, có tạo thành khí

$\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$: tạo chất kết tủa xanh lơ

$2\text{Fe}(\text{OH})_2 + 1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$: chất rắn xanh lơ hoá thành nâu đỏ.

Đáp án 2 (1,0 điểm)

Từ (1): tính khử $\text{A(s)} > \text{D(s)}$

Từ (2): tính khử $\text{D(s)} > \text{B(s)}$

Từ (3): tính khử $\text{B(s)} > \text{C(s)}$

Thứ tự tính khử giảm dần: $\text{A(s)} > \text{D(s)} > \text{B(s)} > \text{C(s)}$

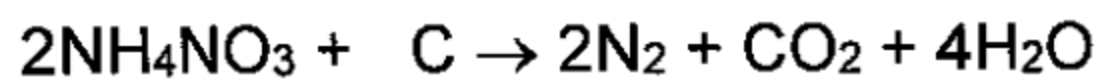
(4) $\text{A}^{2+}(\text{aq}) + \text{B(s)} \rightarrow \text{A(s)} + \text{B}^{2+}(\text{aq})$: không xảy ra do tính khử $\text{A(s)} > \text{B(s)}$

(5) $\text{A(s)} + \text{C}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{A}^{2+}(\text{aq}) + \text{C(s)}$: có xảy ra do tính khử $\text{A(s)} > \text{C(s)}$

(6) $\text{C(s)} + \text{D}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{C}^{2+}(\text{aq}) + \text{D(s)}$: không xảy ra do tính khử $\text{D(s)} > \text{C(s)}$

Đáp án 3 (1,0 điểm)

(a) Gọi x, y, z là tỷ lệ số mol của các khí $N_2:CO_2:H_2O = 28,57:14.29:57,14 = x:y:z = 2:1:4$, tương ứng sản phẩm $2N_2 + CO_2 + 4H_2O \Rightarrow N_4H_8O_6 + C \Rightarrow 2N_2H_4O_3 + C \Rightarrow 2NH_4NO_3 + C$



$$2 \times 80 \quad \quad 12$$

(b) Các ion NH_4^+ và NO_3^-

(c) $\%NH_4NO_3 = (160/172) \times 100\% = 93\%$; $\%C = 7\%$

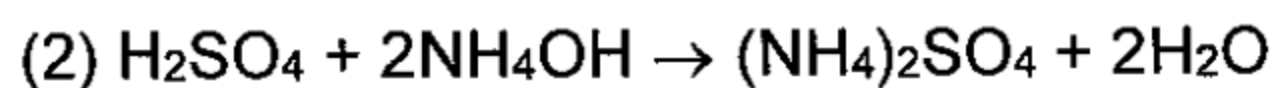
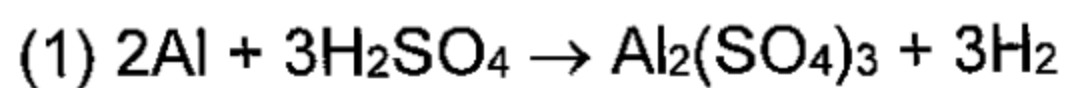
Đáp án 4 (2,0 điểm)

(a) Chỉ có oxide kim loại là Al_2O_3 bền ở nhiệt độ cao được tạo thành từ phản ứng phân huỷ



$$\%Al_2O_3 = \frac{102}{237+18n} = 0,1126 \quad n = 12$$

(b) Các phương trình hoá học xảy ra trong quá trình điều chế trên.



(c) Khối lượng dung dịch ammonia tối thiểu

$$10 \text{ g Al} = 10 \text{ g} / 27 \text{ g/mol} = 0,37 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol } H_2SO_4 \text{ cần cho phản ứng (1)} = 1,5 \times 0,37 = 0,555 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol } H_2SO_4 \text{ cần cho phản ứng (2)} = 0,37/2 = 0,185 \text{ mol}$$

$$\text{Hoặc theo công thức } NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O, \text{ số mol } SO_4 = 2 \times \text{số mol Al} = 2 \times 0,37 = 0,74 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol } H_2SO_4 \text{ đã sử dụng} = 1 \text{ L} \times 2,0 \text{ M} = 2,0 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol } H_2SO_4 \text{ còn dư} = 2,0 - 0,555 - 0,185 = 2,0 - 0,74 = 1,26 \text{ mol}$$

Để tạo thành 1 mol phèn ammonium, cần 1 mol Al và 1 mol NH_3 .

$$\text{Do đó số mol } NH_3 \text{ tối thiểu} = \text{số mol Al} = 0,37 \text{ mol}$$

$$\text{Khối lượng } NH_3 \text{ tối thiểu} = 0,37 \text{ mol} \times 17 \text{ g/mol} = 6,29 \text{ g}$$

$$\text{Khối lượng dung dịch } NH_3 \text{ 25\% tối thiểu} = 6,29 \times 100/25 = 25,16 \text{ g.}$$

$$\text{Để trung hoà hết lượng } H_2SO_4 \text{ dư, số mol } NH_3 = 2 \times \text{số mol } H_2SO_4 \text{ dư} = 2 \times 1,26 = 2,52 \text{ mol}$$

$$\text{Khối lượng } NH_3 = 2,52 \text{ mol} \times 17 \text{ g/mol} = 42,84 \text{ g}$$

$$\text{Khối lượng dung dịch } NH_3 \text{ 25\%} = 42,84 \times 100/25 = 171,36 \text{ g.}$$

(d) Số mol Al = 0,37 mol

$$\text{Số mol } NH_3 = 1,2 \times 0,37 = 0,444 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol } H_2SO_4 \text{ tham gia phản ứng (2)} = 0,444/2 = 0,222 \text{ mol}$$

Số mol H₂SO₄ còn dư = 2,0 – 0,555 – 0,222 = 1,223 mol

% số mol H₂SO₄ còn dư = 1,223/2,0 × 100% = **61,15%**

Dung dịch thu được khi sử dụng tỷ lệ mol NH₃/Al = 1,2 chứa 0,185 mol Al₂(SO₄)₃, 0,222 mol (NH₄)₂SO₄ và 1,223 mol H₂SO₄.

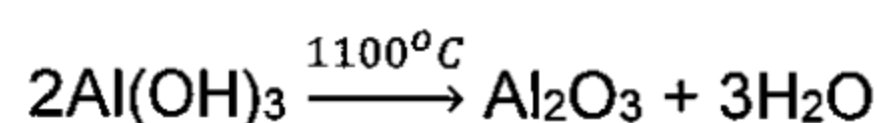
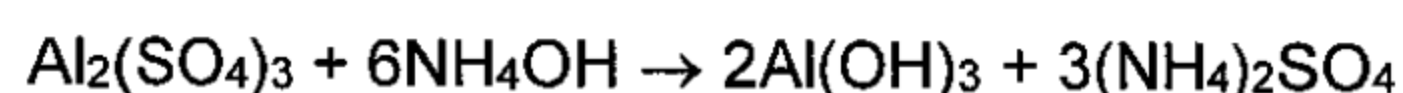
Để tạo thành 1 mol phèn ammonium, cần 0,5 mol Al₂(SO₄)₃ và 0,5 mol (NH₄)₂SO₄.

Do lượng (NH₄)₂SO₄ dư, nên lượng tối đa phèn ammonium được tính dựa trên Al₂(SO₄)₃

Khối lượng tối đa phèn ammonium = 0,37 × 453 g/mol = 167,61 g

Hiệu suất = 126/167,61 × 100% = **75,2%**

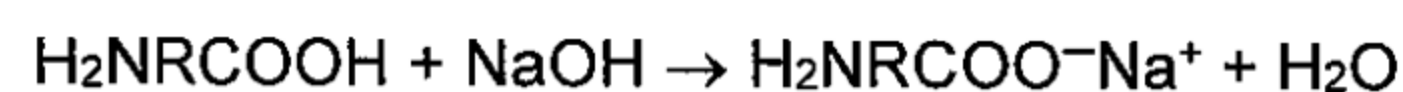
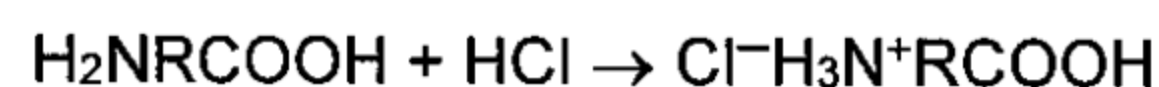
(e) Phản ứng của dung dịch ammonium aluminum sulfate với dung dịch ammonia: Do tinh thể phèn ammonium tan trong nước tạo thành các ion, trong đó chỉ có Al³⁺ cho phản ứng với ammonia nên chỉ có phản ứng sau:



Do đó để điều chế phèn ammonium cần dùng dư H₂SO₄.

Đáp án 5 (1,5 điểm)

(a) Phương trình phản ứng hoá học của amino acid trên với dung dịch HCl và dung dịch NaOH.



(b) Ghép các amino acid đúng với giá trị điểm đẳng điện.

Tên	Glycine	Lysine	Aspartic acid
Công thức	H ₂ NCH ₂ COOH	H ₂ N(CH ₂) ₄ CH(NH ₂)COOH	HOCOCH ₂ CH(NH ₂)COOH
Điểm đẳng điện	6,1	9,7	3,0

Glycine có số nhóm amine = số nhóm carboxylic acid nên điểm đẳng điện gần trung tính.

Aspartic acid có số nhóm carboxylic acid > số nhóm amine nên điểm đẳng điện có tính acid.

Lysine có số nhóm amin > số nhóm carboxylic acid nên điểm đẳng điện có tính base.

(c) Ở pH nhỏ hơn điểm đẳng điện, môi trường có tính acid mạnh hơn, nhóm amin được proton hoá nên mang điện tích DƯƠNG.

Ở pH lớn hơn điểm đẳng điện, môi trường có tính base mạnh hơn, nhóm carboxylic acid chuyển hoá thành carboxylate nên mang điện tích ÂM.

(d) Do ở điểm đẳng điện amino acid không mang điện tích nên có độ tan kém hơn ở môi trường có pH nhỏ hơn (điện tích DƯƠNG) hoặc lớn hơn (mang điện tích ÂM). Do các hạt mang điện tương tác hiệu quả hơn với nước là dung môi phân cực nên độ tan tăng.

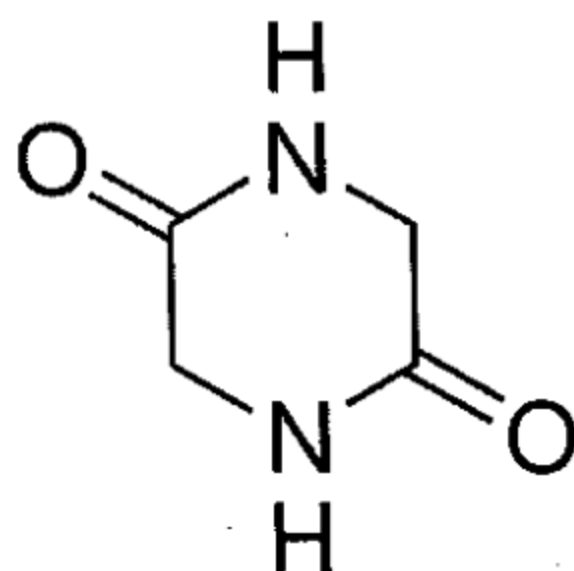
(e) Bảng độ tan của các amino acid tại điểm đẳng điện, ở 25 °C như sau

Amino acid	Alanine	Leucine	Phenylalanine
Công thức	CH ₃ CH(NH ₂)COOH	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH(NH ₂)COOH	C ₆ H ₅ CH ₂ CH(NH ₂)COOH
Độ tan (mol/1 Lít H ₂ O)	1,877	0,168	0,085
MW (g/mol)	89	131	165
m (g)/1 Lít H ₂ O	167	22	14
m (g)/100 mL H ₂ O	16,7	2,2	1,4

Tất cả các amino acid trên đều có cấu trúc RCH₂CH(NH₂)COOH giống nhau, chỉ khác nhau nhóm R. Nhóm amine và carboxylic acid phân cực nên tan tốt trong nước. Với alanine R = H; Leucine R = (CH₃)₂CH (3 carbon); Phenylalanine R = Ph (6 carbon). Các nhóm R đều là hydrocarbon kém phân cực nên không tan trong nước. Kích thước của R càng lớn, số carbon càng nhiều sẽ làm độ tan trong nước của amino acid giảm.

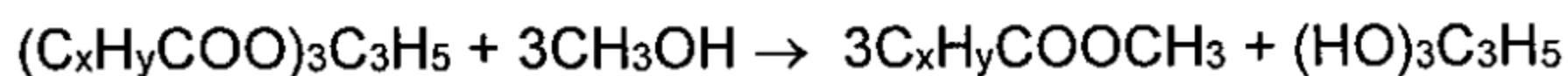
Dựa vào bảng tính cho thấy alanine và leucine tan hoàn toàn, còn phenylalanine không tan hoàn toàn.

(g) Hợp chất hữu cơ có công thức phân tử C₄H₆N₂O₂. Công thức cấu tạo của hợp chất này.



Đáp án 6 (2,0 điểm)

(a) Phương trình phản ứng điều chế biodiesel theo công thức tổng quát.



(b) Rửa hỗn hợp sau phản ứng bằng nước, biodiesel không tan trong nước, methanol, glycerol, và NaOH/KOH tan trong nước. Chất béo còn lại không đáng kể.

(c) Tính giá trị trung bình x và y.

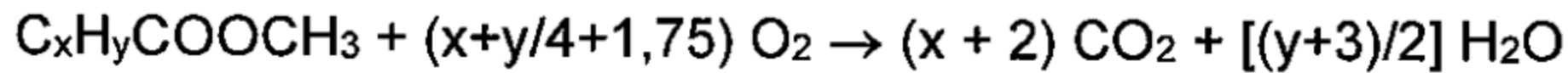
C _x H _y COOCH ₃	C ₁₅ H ₃₁ COOCH ₃	C ₁₇ H ₃₃ COOCH ₃	C ₁₇ H ₃₁ COOCH ₃	C ₁₇ H ₂₉ COOCH ₃	Tổng
m (g)	14	23	51	12	100
M (g/mol)	270	296	294	292	

n (mmol)	51,9	77,7	173,5	41,1	344,2
----------	------	------	-------	------	-------

$$x = \frac{15 \times 51,9 + 17 \times 77,7 + 17 \times 173,5 + 17 \times 41,1}{344,2} = \mathbf{16,70}$$

$$y = \frac{31 \times 51,9 + 33 \times 77,7 + 31 \times 173,5 + 29 \times 41,1}{344,2} = \mathbf{31,21}$$

(d) Phương trình phản ứng cháy của biodiesel trong lượng dư oxygen.



Để đốt cháy hoàn toàn 1 lít biodiesel (khối lượng riêng 0,880 kg/lít, có thành phần như trong câu (c)), thể tích không khí (m³) tối thiểu cần sử dụng (oxygen chiếm 21% thể tích không khí) và thể tích CO₂ (m³) tạo thành ở điều kiện 1 bar và 25 °C.

Khối lượng mol trung bình của biodiesel = 12×16,70 + 1×31,21 + 59 = 290,61 g/mol

Số mol biodiesel = 1 lít × 0,880 kg/lít × 1000 g/kg / 290,61 (g/mol) = 3,03 mol

Số mol oxygen tối thiểu = 3,03 × (x+y/4+1,75) = 3,03 × (16,70 + 31,21/4 + 1,75) = 79,55 mol

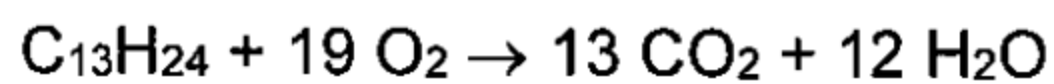
Thể tích oxygen tối thiểu trong điều kiện chuẩn = 79,55 mol × 24,79 L/mol = 1972 lít = 1,97 m³.

Thể tích không khí tối thiểu = 1,97 m³ × 100/21 = **9,38 m³**.

Số mol CO₂ tạo thành = 3,03 × (x + 2) = 3,03 × (16,70 + 2) = 56,66 mol

Thể tích CO₂ tạo thành trong điều kiện chuẩn = 56,66 mol × 24,79 L/mol = 1405 lít = **1,40 m³**.

(e) Phương trình phản ứng cháy của petrodiesel dựa trên công thức phân tử trung bình.



(g) Để đốt cháy hoàn toàn 1 lít petrodiesel (khối lượng riêng 0,835 kg/lít, có công thức phân tử trung bình là C₁₃H₂₄), thể tích không khí (m³) tối thiểu cần sử dụng (oxygen chiếm 21% thể tích không khí) và thể tích CO₂ (m³) tạo thành ở điều kiện 1 bar và 25 °C.

Khối lượng mol trung bình của petrodiesel = 12×13 + 1×24 = 180 g/mol

Số mol petrodiesel = 1 lít × 0,835 kg/lít × 1000 g/kg / 180 (g/mol) = 4,64 mol

Số mol oxygen tối thiểu = 4,64 × 19 = 88,16 mol

Thể tích oxygen tối thiểu trong điều kiện chuẩn = 88,16 mol × 24,79 L/mol = 2185 lít = 2,19 m³.

Thể tích không khí tối thiểu = 2,19 m³ × 100/21 = **10,4 m³**.

Số mol CO₂ tạo thành = 4,64 × 13 = 60,32 mol

Thể tích CO₂ tạo thành trong điều kiện chuẩn = 60,32 mol × 24,79 L/mol = 1495 lít = **1,50 m³**.

(h) Khi đốt 1 lít biodiesel tạo thành 56,66 mol CO₂ và 34,6 MJ nhiệt lượng.

Hệ số phát thải của biodiesel là $56,66 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} / 34,6 \text{ MJ} = 72,05 \text{ g/MJ}$

Khi đốt 1 lít petrodiesel tạo thành 60,32 mol CO_2 và 34,6 MJ nhiệt lượng.

Hệ số phát thải của petrodiesel là $60,32 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} / 37,9 \text{ MJ} = 70,03 \text{ g/MJ}$

(i) Ưu và nhược điểm khi sử dụng biodiesel thay cho petrodiesel.

Nhược điểm: Hệ số phát thải của biodiesel hơi cao hơn petrodiesel.

Ưu điểm: Khi dùng làm nhiên liệu, đốt biodiesel sinh năng lượng, tạo thành CO_2 . Thực vật tạo thành chất béo từ quá trình quang tổng hợp, tiêu thụ CO_2 , làm giảm hiệu ứng nhà kính. Từ chất béo tạo thành biodiesel. Do đó có chu trình carbon kín và **biodiesel tái tạo được**.

Khi đốt petrodiesel cũng tạo thành năng lượng và CO_2 , tuy nhiên chu trình carbon hở, không thể chuyển hoá CO_2 thành petrodiesel. **Petrodiesel không thể tái tạo**.