BÀI GIẢNG: MỖI NGƯỜI MỘT TÍNH CÁCH:
BÀI TẬP VỀ KIM LOẠI NHÓM IIA VÀ HỢP CHẤT
CHUYÊN ĐỀ: NGUYÊN TỐ NHÓM IA – NHÓM IIA
MÔN: HÓA HỌC 12
GIÁO VIÊN: ĐẶNG XUÂN CHẤT

ĐỀ BÀI

Câu 1: Một học sinh thực hiện các thí nghiệm để nhận biết hai dung dịch chất X và chất Y, thu được một số kết quả như sau:

- Dung dịch chất X và chất Y đều làm dung dịch phenolphtalein chuyển sang màu hồng.
- Trộn X và Y thu được kết tủa trắng.
- Chất X cháy với ngọn lửa màu lục trên đèn khí, trong khi chất Y cháy với ngọn lửa màu tím.

Mỗi kết luận sau đây của học sinh đó về chất X và chất Y là đúng hay sai? Biết mỗi chất X. Y đều chỉ chứa một loại cation và một loại anion.

a. Chất X có chứa cation Ba^{2+}, chất Y chứa cation K^+.

b. Chất X không thể là barium chloride.

c. Chất Y phải là potassium carbonate.

d. Chất kết tủa màu trắng phải là hợp chất của barium.

Câu 2: Xét các phản ứng phân hủy sau:

$CaCO_3\ (s) \rightleftharpoons CaO\ (s) + CO_2\ (g)$(1)

$BaCO_3\ (s) \rightleftharpoons BaO\ (s) + CO_2\ (g)$(2)

Biến thiên enthalpy chuẩn ($\Delta_r H^0_{298}$) của phản ứng thuận ở mỗi cân bằng (1) và (2) khi phân hủy 1 mol mỗi chất lần lượt có giá trị là 108,7 kJ và 271,5 kJ.

Mỗi phát biểu sau đây là đúng hay sai?

a. Nhiệt lượng tỏa ra khi phân hủy 1 mol $BaCO_3$ lớn hơn nhiệt lượng tỏa ra khi phân hủy 1 mol $CaCO_3$.

b. $BaCO_3$ bị phân hủy ở nhiệt độ cao hơn $CaCO_3$.

c. Khi tăng nhiệt độ, cả hai phản ứng đều dịch chuyển theo chiều thuận.

d. CO_2 cần được lấy ra khỏi lò nung để tăng hiệu suất của phản ứng.

Câu 3: Gói làm nóng thức ăn (FRH: Flameless Ration Heater) được phát minh nhằm hâm nóng các bữa ăn tiện lợi cho người lính trên chiến trường. Một số gói lẩu tự sôi cũng sử dụng công nghệ này. FRH có thành phần chính gồm bột kim loại Mg trộn với một lượng nhỏ bột Fe và NaCl. Khi sử dụng, chỉ cần cho khoảng 30 mL nước vào hỗn hợp FRH, hỗn hợp này phản ứng mãnh liệt theo phương trình $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ và tỏa rất nhiều nhiệt, đủ để làm nóng thức ăn nhanh chóng.

a. Một gói FRH chứa khoảng 8 gam hỗn hợp (Mg 90%, Fe 4% và NaCl 4% về khối lượng) có thể tỏa ra tối đa 642,6 kJ. Biết rằng enthalpy tạo thành chuẩn ($\Delta_f H^o_{298}$) của $Mg(OH)_2$ (s) và H_2O (l) lần lượt là -928,4 kJ mol^{-1} và-285,8 kJ mol^{-1}.

b. Gói FRH trên có đủ làm nóng 300 g súp từ 30 ^oC lên 100 ^oC. Biết nhiệt dung của súp khoảng 4,2 J g^{-1} C^{-1}, giả sử gói súp chỉ nhận được 50% lượng nhiệt tối đa tỏa ra, phần nhiệt còn lại làm nóng các vật dụng khác và thất thoát vào môi trường.

c. Magnesium phản ứng chậm với nước ở nhiệt độ thường, nhưng magnesium trong gói FRH lại có thể phản ứng nhanh chóng với nước.

d. Người ta chỉ dùng khoảng 30 mL nước mà không dùng lượng nước nhiều hơn.

Câu 4: Carnallite là muối khoáng, thành phần gồm có KCl và $MgCl_2$ ngậm nước. Khi nung nóng 5,55 gam carnallite, thu được 3,39 gam muối khan. Mặt khác, nếu cho 5,55 gam carnallite tác dụng với dung dịch NaOH, thu được kết tủa. Nung kết tủa đến khối lượng không đổi thì khối lượng kết tủa giảm 0,36 gam. Công thức hóa học của carnallite: $KCl.MgCl_2.nH_2O$. Xác định giá trị n?

Câu 5: Một mẫu nước cứng có nồng độ các ion Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-} và HCO_3^- tương ứng là: 1,2 mM; 3,0 mM; 1,0 mM; 0,6 mM; 0,1 mM và x mM (1 mM = 1 $mmol.L^{-1}$), ngoài ra không chứa các ion nào khác. Tính tổng khối lượng chất tan còn lại sau khi đun sôi kĩ 2 lít mẫu nước cứng này theo đơn vị gam. Giả sử các muối $CaCO_3$, $MgCO_3$ hầu như không tan trong nước. *(Làm tròn kết quả đến hàng phần trăm)*

Câu 6: Ở điều kiện thường, tinh thể Ca có D = 1,55 g/cm^3. Giả thiết các nguyên tử Ca là những hình cầu chiếm 74% thể tích tinh thể, phần còn lại là khe rỗng. Cho biết:

Công thức tính thể tích hình cầu: $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$

$N_A = 6{,}023.10^{23}$ và số $\pi = 3{,}1416$.

Bán kính nguyên tử Ca là bao nhiêu pm? *(Kết quả làm tròn đến hàng đơn vị)*

HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1: Một học sinh thực hiện các thí nghiệm để nhận biết hai dung dịch chất X và chất Y, thu được một số kết quả như sau:

- Dung dịch chất X và chất Y đều làm dung dịch phenolphtalein chuyển sang màu hồng.
- Trộn X và Y thu được kết tủa trắng.
- Chất X cháy với ngọn lửa màu lục trên đèn khí, trong khi chất Y cháy với ngọn lửa màu tím.

Mỗi kết luận sau đây của học sinh đó về chất X và chất Y là đúng hay sai? Biết mỗi chất X. Y đều chỉ chứa một loại cation và một loại anion.

a. Chất X có chứa cation Ba^{2+}, chất Y chứa cation K^+.

b. Chất X không thể là barium chloride.

c. Chất Y phải là potassium carbonate.

d. Chất kết tủa màu trắng phải là hợp chất của barium.

Cách giải:

a) đúng.

b) đúng, vì $BaCl_2$ không làm phenolphtalein chuyển sang màu hồng.

c) sai, vì Y có thể là $KHCO_3$, K_3PO_4, K_2SO_3,…

d) đúng.

Câu 2: Xét các phản ứng phân hủy sau:

$CaCO_3\ (s) \rightleftharpoons CaO\ (s) + CO_2\ (g)$(1)

$BaCO_3\ (s) \rightleftharpoons BaO\ (s) + CO_2\ (g)$(2)

Biến thiên enthalpy chuẩn ($\Delta_r H^0_{298}$) của phản ứng thuận ở mỗi cân bằng (1) và (2) khi phân hủy 1 mol mỗi chất lần lượt có giá trị là 108,7 kJ và 271,5 kJ.

Mỗi phát biểu sau đây là đúng hay sai?

a. Nhiệt lượng tỏa ra khi phân hủy 1 mol $BaCO_3$ lớn hơn nhiệt lượng tỏa ra khi phân hủy 1 mol $CaCO_3$.

b. $BaCO_3$ bị phân hủy ở nhiệt độ cao hơn $CaCO_3$.

c. Khi tăng nhiệt độ, cả hai phản ứng đều dịch chuyển theo chiều thuận.

d. CO_2 cần được lấy ra khỏi lò nung để tăng hiệu suất của phản ứng.

Cách giải:

a) sai, vì phản ứng (1), (2) đều là phản ứng thu nhiệt, cần cung cấp năng lượng.

b) đúng, vì nhiệt cung cấp cho phản ứng (2) lớn hơn phản ứng (1) nên $BaCO_3$ bị phân hủy ở nhiệt độ cao hơn $CaCO_3$.

c) đúng.

d) đúng.

Câu 3: Gói làm nóng thức ăn (FRH: Flameless Ration Heater) được phát minh nhằm hâm nóng các bữa ăn tiện lợi cho người lính trên chiến trường. Một số gói lẩu tự sôi cũng sử dụng công nghệ này. FRH có thành phần chính gồm bột kim loại Mg trộn với một lượng nhỏ bột Fe và NaCl. Khi sử dụng, chỉ cần cho khoảng 30 mL nước vào hỗn hợp FRH, hỗn hợp này phản ứng mãnh liệt theo phương trình $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ và tỏa rất nhiều nhiệt, đủ để làm nóng thức ăn nhanh chóng.

a. Một gói FRH chứa khoảng 8 gam hỗn hợp (Mg 90%, Fe 4% và NaCl 4% về khối lượng) có thể tỏa ra tối đa 642,6 kJ. Biết rằng enthalpy tạo thành chuẩn ($\Delta_f H^o_{298}$) của $Mg(OH)_2$ (s) và H_2O (l) lần lượt là -928,4 kJ mol^{-1} và-285,8 kJ mol^{-1}.

b. Gói FRH trên có đủ làm nóng 300 g súp từ 30 ^oC lên 100 ^oC. Biết nhiệt dung của súp khoảng 4,2 J g^{-1} C^{-1}, giả sử gói súp chỉ nhận được 50% lượng nhiệt tối đa tỏa ra, phần nhiệt còn lại làm nóng các vật dụng khác và thất thoát vào môi trường.

c. Magnesium phản ứng chậm với nước ở nhiệt độ thường, nhưng magnesium trong gói FRH lại có thể phản ứng nhanh chóng với nước.

d. Người ta chỉ dùng khoảng 30 mL nước mà không dùng lượng nước nhiều hơn.

Cách giải:

a) sai, vì $Mg\ (s) + 2H_2O\ (aq) \longrightarrow Mg(OH)_2\ (s) + H_2\ (g)$ (1)

$n_{Mg} = \frac{8.90\%}{24} = 0,3$ mol

Biến thiên enthalpy của phản ứng = (-928,4) – 2.(-285,8) = -356,8 (kJ/mol)

$\Longrightarrow Q_{tỏa} = 0,3.356,8 = 107,04$ (kJ)

b) sai, vì Để làm nóng 300 g súp từ 30 ^oC lên 100 ^oC $Q_{thu} = mc\Delta T = 300.(100 - 30).4,2/ 1000 = 88,2$ (kJ)

Vì thất thoát nhiệt 50% nên thực tế $Q_{cần} = 88,2/0,5 = 176,4$ (kJ)

So sánh $Q_{cần} > Q_{toả}$ nên gói FRH trên không đủ làm nóng 300 g súp từ 30 ^oC lên 100 ^oC.

c) đúng, vì magnesium phản ứng chậm với nước ở nhiệt độ thường do các bọt khí hydrogen bám trên bề mặt magnesium ngăn cản magnesium tiếp xúc với nước. Trong gói FRH, magnesium lại có thể phản ứng nhanh chóng với nước do có mặt Fe tạo thành pin Galvani (trong dung dịch chất điện ly NaCl). Khi đó, hydrogen thoát ra trên bề mặt Fe nên diện tích tiếp xúc của Mg với nước tăng lên.

d) đúng, vì nếu dùng lượng nước nhiều hơn 30 mL thì nhiệt tỏa ra cần cung cấp cho lượng nước dư nóng lên nên nhiệt độ của đồ ăn giảm đi, giảm hiệu quả đun nóng của gói FRH.

Câu 4: Carnallite là muối khoáng, thành phần gồm có KCl và $MgCl_2$ ngậm nước. Khi nung nóng 5,55 gam carnallite, thu được 3,39 gam muối khan. Mặt khác, nếu cho 5,55 gam carnallite tác dụng với dung dịch NaOH, thu được kết tủa. Nung kết tủa đến khối lượng không đổi thì khối lượng kết tủa giảm 0,36 gam. Công thức hóa học của carnallite: $KCl.MgCl_2.nH_2O$. Xác định giá trị n?

Cách giải:

* Xét phản ứng cho 5,55 gam carnallite tác dụng với dung dịch NaOH, thu được kết tủa. Nung kết tủa đến khối lượng không đổi thì khối lượng kết tủa giảm 0,36 gam

$MgCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + 2NaCl$

$Mg(OH)_2 \xrightarrow{t^0} MgO + H_2O$

Khối lượng kết tủa giảm là khối lượng của nước

$\Longrightarrow n_{H2O} = n_{Mg(OH)2} = 0,36/18 = 0,02$ (mol)

* Xét phản ứng khi nung nóng 5,55 gam carnallite, thu được 3,39 gam muối khan

$\Longrightarrow m_{H2O} = 5,55 – 3,39 = 2,16$ (gam)

$\Longrightarrow n_{H2O} = 2,16/18 = 0,12$ (mol)

Mà $n_{H2O} = n.n_{MgCl2} = n.0,02 = 0,12$

$\Longrightarrow n = 6$

Câu 5: Một mẫu nước cứng có nồng độ các ion Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-} và HCO_3^- tương ứng là: 1,2 mM; 3,0 mM; 1,0 mM; 0,6 mM; 0,1 mM và x mM (1 mM = 1 $mmol.L^{-1}$), ngoài ra không chứa các ion nào khác. Tính tổng khối lượng chất tan còn lại sau khi đun sôi kĩ 2 lít mẫu nước cứng này theo đơn vị gam. Giả sử các muối $CaCO_3$, $MgCO_3$ hầu như không tan trong nước. *(Làm tròn kết quả đến hàng phần trăm)*

Cách giải:

BTĐT: 1,2 + 3,0.2 + 1,0.2 = 0,6.1 + 0,1.2 + x.1

$\Rightarrow$ x = 8,4 (mM)

$\Rightarrow n_{HCO3^-}$ = 8,4.2 = 16,8 (mmol)

$2\,HCO_3^- \xrightarrow{t^0} CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O$

$\Rightarrow n_{CO3^{2-}}$ = 8,4 (mmol)

Tổng mol Ca^{2+} và Mg^{2+} = $(3,0 + 1,0).10^{-3}.2 = 8,0$ (mmol)

$X^{2+} + CO_3^{2-} \longrightarrow XCO_3$

$\Rightarrow n_{CO3^{2-}}$ dư = $8,4.10^{-3} - 8.10^{-3} = 0,4$ (mmol)

$\Rightarrow$ Trong dung dịch còn lại: Na^+ (2,4 mmol), Cl^- (1,2 mmol), SO_4^{2-} (0,2 mmol) và CO_3^{2-} (0,4 mmol). Vậy khối lượng chất tan còn lại trong dung dịch là:

$m_{ct} = m_{\text{các ion}} = (2,4.23 + 1,2.35,5 + 0,2.96 + 0,4.60).10^{-3} = 0,141$ gam.

Câu 6: Ở điều kiện thường, tinh thể Ca có D = 1,55 g/cm^3. Giả thiết các nguyên tử Ca là những hình cầu chiếm 74% thể tích tinh thể, phần còn lại là khe rỗng. Cho biết:

Công thức tính thể tích hình cầu: $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$

$N_A = 6,023.10^{23}$ và số $\pi = 3,1416$.

Bán kính nguyên tử Ca là bao nhiêu pm? *(Kết quả làm tròn đến hàng đơn vị)*

Cách giải:

Xét 1 mol nguyên tử Ca

$\Rightarrow$ Khối lượng Ca = 1.40 = 40 (gam)

$\Rightarrow V_{\text{tinh thể Ca}} = \frac{m}{D} = \frac{40}{1,55}$

Mà các nguyên tử Ca là những hình cầu chiếm 74% thể tích tinh thể, phần còn lại là khe rỗng

$\Rightarrow V_{\text{nguyên tử Ca}} = 0,74.V_{\text{tinh thể Ca}} = \frac{40}{1,55}.0,74 = \frac{592}{31}$

$\Rightarrow$ Số 1 nguyên tử Ca = $V_{\text{nguyên tử Ca}}/N_A = \frac{592}{21} : (6,023.10^{23}) = \frac{4}{3}.\pi.r^3$

$\Rightarrow r = 1,96.10^{-8}$ (cm) = 196 (pm)