

ĐỀ THI HỌC KÌ I – HÓA HỌC 11

ĐỀ 2

II. PHẦN TỰ LUẬN:

Câu 1. (1 điểm)

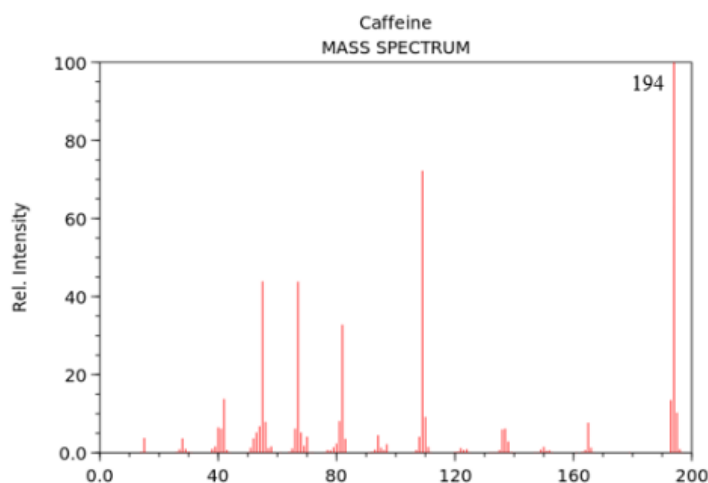
Khí SO_2 do các nhà máy thải ra là một trong những nguyên nhân quan trọng gây ô nhiễm không khí. Tiêu chuẩn quốc tế quy định: Nếu trong không khí nồng độ SO_2 vượt quá $30 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^3$ thì không khí bị ô nhiễm SO_2 . Khi tiến hành phân tích 40 lít không khí ở một thành phố A thấy có chứa $0,084 \text{ mg SO}_2$, thành phố B có chứa $0,0035 \text{ mg SO}_2$. Hãy cho biết thành phố nào bị ô nhiễm SO_2 ?

Câu 2. (1 điểm)

Hấp thụ hoàn toàn $2,9748 \text{ lít SO}_2$ (ở đkc) vào $2,5 \text{ lít}$ dung dịch Ba(OH)_2 nồng độ $a \text{ mol/l}$, thu được $17,36 \text{ gam}$ kết tủa. Xác định giá trị của a .

Câu 3. (1 điểm)

Caffeine là chất kích thích tự nhiên được tìm thấy trong cây trà, cà phê và cacao. Chúng hoạt động bằng cách kích thích não và hệ thần kinh trung ương, giúp con người tỉnh táo và ngăn ngừa sự mệt mỏi. Thành phần phần trăm về khối lượng của các nguyên tố trong phân tử caffeine như sau: $49,48\% \text{C}$; $5,15\% \text{H}$; $16,49\% \text{O}$; $28,87\% \text{N}$. Phổ MS của caffeine được cho như hình dưới đây. Xác định công thức phân tử của caffeine.



Câu 1: Xác định thành phố bị ô nhiễm SO_2

Dữ liệu:

Tiêu chuẩn ô nhiễm: nồng độ $C > 30 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^3$.

Thể tích mẫu không khí: $V = 40 \text{ lít} = 0,04 \text{ m}^3$.

Phân tử khối của $\text{SO}_2 = 32 + 16 \cdot 2 = 64 \text{ g/mol}$.

Giải:

1. Tại thành phố A:

Khối lượng SO_2 : $m_A = 0,084 \text{ mg} = 0,084 \cdot 10^{-3} \text{ g}$.

Số mol SO_2 tại A:

$$n_A = \frac{m_A}{M} = \frac{0,084 \cdot 10^{-3}}{64} = 1,3125 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Nồng độ mol của SO_2 trong không khí tại A:

$$C_A = \frac{n_A}{V} = \frac{1,3125 \cdot 10^{-6}}{0,04} \approx 32,81 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^3$$

So sánh với tiêu chuẩn: $32,81 \cdot 10^{-6} > 30 \cdot 10^{-6}$.

$\Rightarrow$ Không khí tại thành phố A bị ô nhiễm.

2. Tại thành phố B:

Khối lượng SO_2 : $m_B = 0,0035 \text{ mg}$. Giá trị này nhỏ hơn rất nhiều so với thành phố A, nên nồng độ cũng sẽ nhỏ hơn tiêu chuẩn. (Tính cụ thể: $C_B \approx 1,37 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^3 < 30 \cdot 10^{-6}$).

$\Rightarrow$ Không khí tại thành phố B không bị ô nhiễm.

Kết luận: Thành phố A bị ô nhiễm SO_2 .

Câu 2: Xác định giá trị a (nồng độ dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$)

Dữ liệu:

Khí SO_2 ở điều kiện chuẩn (đkc: $25^\circ \text{C}, 1 \text{ bar}$): $V = 2,9748 \text{ lít}$.

(Lưu ý: Ở đkc theo chương trình mới, 1 mol khí có thể tích là 24,79 lít).

Thể tích dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$: $V_{dd} = 2,5 \text{ lít}$.

Khối lượng kết tủa BaSO_3 : $m_{\downarrow} = 17,36 \text{ gam}$.

Phân tử khối $\text{BaSO}_3 = 137 + 32 + 16 \cdot 3 = 217 \text{ g/mol}$.

Giải:

1. Tính số mol các chất:

Số mol SO_2 :

$$n_{SO_2} = \frac{2,9748}{24,79} = 0,12 \text{ mol}$$

Số mol kết tủa $BaSO_3$:

$$n_{BaSO_3} = \frac{17,36}{217} = 0,08 \text{ mol}$$

2. Biện luận:

Ta thấy $n_{BaSO_3} < n_{SO_2}$ ($0,08 < 0,12$). Điều này có nghĩa là toàn bộ lượng SO_2 không chuyển hết vào kết tủa.

Phản ứng xảy ra tạo ra cả muối kết tủa ($BaSO_3$) và muối tan ($Ba(HSO_3)_2$).

3. Bảo toàn nguyên tố Lưu huỳnh (S):

Tổng mol S ban đầu = mol S trong kết tủa + mol S trong muối tan.

$$n_{S(SO_2)} = n_{S(BaSO_3)} + n_{S(Ba(HSO_3)_2)}$$

$$0,12 = 0,08 + 2 \cdot n_{Ba(HSO_3)_2} \quad (\text{vì trong muối axit có 2 nguyên tử S})$$

$$\Rightarrow 2 \cdot n_{Ba(HSO_3)_2} = 0,04$$

$$\Rightarrow n_{Ba(HSO_3)_2} = 0,02 \text{ mol}$$

4. Bảo toàn nguyên tố Bari (Ba):

Tổng mol Ba ban đầu trong $Ba(OH)_2$ = mol Ba trong các muối tạo thành.

$$n_{Ba(OH)_2} = n_{BaSO_3} + n_{Ba(HSO_3)_2}$$

$$n_{Ba(OH)_2} = 0,08 + 0,02 = 0,1 \text{ mol}$$

5. Tính nồng độ a:

$$a = C_M = \frac{n_{Ba(OH)_2}}{V_{dd}} = \frac{0,1}{2,5} = 0,04 \text{ mol/l}$$

Kết luận: Giá trị của a là 0,04.

Câu 3: Xác định công thức phân tử của caffeine

Dữ liệu:

Thành phần phần trăm khối lượng: 49,48%C; 5,15%H; 16,49%O; 28,87%N .

Phổ khối lượng (MS): Phân tử khối $M = 194$ (dựa vào đỉnh ion phân tử M^+ có số khối lớn nhất là 194).

Giải:

1. Tìm công thức đơn giản nhất (CTĐGN):

Gọi công thức tổng quát là $C_xH_yO_zN_t$.

Ta có tỷ lệ số mol các nguyên tố:

$$x:y:z:t = \frac{\%C}{12} : \frac{\%H}{1} : \frac{\%O}{16} : \frac{\%N}{14}$$

$$x:y:z:t = \frac{49,48}{12} : \frac{5,15}{1} : \frac{16,49}{16} : \frac{28,87}{14}$$

$$x:y:z:t = 4,123:5,15:1,03:2,062 \quad \text{chia cho } 1,03 \text{ ta có } x:y:z:t \approx 4:5:1:2$$

$\Rightarrow$ Công thức đơn giản nhất là: $C_4H_5N_2O$

2. Tìm công thức phân tử:

Công thức phân tử có dạng: $(C_4H_5N_2O)_n$

Phân tử khối của CTĐGN $= 12 \cdot 4 + 1 \cdot 5 + 14 \cdot 2 + 16 = 97$.

Dựa vào phổ MS, phân tử khối của caffeine là $M = 194$.

Ta có phương trình:

$$97 \cdot n = 194$$

$$\Rightarrow n = 2$$

3. Kết luận:

Nhận công thức đơn giản nhất với $n = 2$, ta được công thức phân tử của caffeine:

