

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で、単体と化合物、物質量、滴定曲線など、基本的な内容を問いました。単体と化合物、物質量の問題はセンター試験でも毎年出題されます。滴定曲線の問題は読図の力を見ました。
- B 酸化カルシウムを題材として、結晶格子について問いました。結晶格子の種類とそこに含まれる粒子数、密度の計算など、総合的な力を見ました。

【2】

- A 小問形式で、酢酸エチルの平衡定数、理想気体と実在気体、溶液の凝固点降下など、基本的な内容を問いました。この分野は苦手意識をもつ受験生が多いので、数多くの問題を解くことにより、問題のパターンを把握する必要があります。
- B 硫酸銅(Ⅱ)と塩化ナトリウム水溶液の電気分解を題材とした問題です。硫酸銅(Ⅱ)水溶液では金属の溶解、塩化ナトリウム水溶液では気体の発生と、電気分解の現象の違いを理解する必要があります。また、流れた電流と発生した気体の体積との量的関係も問いました。

【3】

- A 小問形式で、リンの性質、両性元素、物質の推定など、基本的な内容を問いました。特に両性金属である Zn と Al の性質の共通点・相違点を知っておくことが必要です。
- B 一酸化窒素と二酸化窒素の発生を題材にそれらの性質について問いました。また、それらの発生実験の際の捕集方法を図から選択することによって、実験の理解度も見ました。

【4】

- A 小問形式で、炭化水素の組成式、脂肪酸の性質、油脂の加水分解とアルコールなど、基本的な内容を問いました。学習時間が少なくなりがちな油脂の分野は、基本をしっかり押さえておくことが必要です。
- B フェノールの合成方法について出題しました。それから発展して、フェノールとアルコールの性質の理解、および C_7H_8O で表される芳香族化合物の構造異性体についての理解を問いました。

【1】

【解答】(40点)

| | | | |
|---|----|----------------------|------|
| A | 問1 | ⑤ | (3点) |
| | 問2 | ① | (5点) |
| | 問3 | ⑦ | (5点) |
| B | 問1 | ア アルゴン | (3点) |
| | | イ ネオン | (3点) |
| | 問2 | ④ | (3点) |
| | 問3 | 面心立方 | (4点) |
| | 問4 | $2(r_A + r_B)$ | (5点) |
| | 問5 | ③ | (4点) |
| | 問6 | $\frac{4M}{L^3 N_A}$ | (5点) |

【解説】

- A 小問集合
- 問1 フラーレンは炭素の単体である。
- 問2 ア $(1.2 \times 10^{23}) \div (6.0 \times 10^{23}) = 0.20 \text{ mol}$
イ $2.8 \div 22.4 = 0.125 \text{ mol}$
ウ $MgO = 40$ より $1.2 \div 40 = 0.030 \text{ mol}$
- 問3 滴定をしてすぐに pH は下がり、かつ中和点が酸性側にあるので、これは弱塩基であるアンモニア水を強酸である塩酸で中和していることが分かる。また、中和点で水溶液 Y の量が 10mL であるから水溶液 X と Y は同濃度である。
- B 酸化カルシウムの結晶格子
- 問1 ア Ca^{2+} は Ar の電子配置と同じである。
イ O^{2-} は Ne と同じ電子配置である。
- 問2 Ca^{2+} と O^{2-} は静電気力(クーロン力)で結合している。
- 問3 それぞれ面の中央と各頂点に粒子が配置される面心立方格子の構造をとっている。
- 問4 単位格子の一辺の上にある Ca^{2+} と O^{2-} は接しているので、次の関係が成り立つ。
格子一辺の長さ = $(Ca^{2+}$ の半径 + O^{2-} の半径) $\times 2$
- 問5 単位格子の中心にある Ca^{2+} の上下、左右に合計 6 個の O^{2-} が配置している。
- 問6 単位格子中に CaO は 4 個分含まれる。

$$\text{密度} = \frac{\text{質量}}{\text{体積}} = \frac{M \times \frac{4}{N_A}}{L^3} = \frac{4M}{L^3 N_A}$$

【2】

【解答】(38点)

| | | | |
|---|----|-------------|--------|
| A | 問1 | ⑤ | (5点) |
| | 問2 | ⑤ | (3点) |
| | 問3 | 60 g/mol | (5点) |
| B | 問1 | ア① イ② ウ④ エ③ | (3点×4) |
| | 問2 | ④ | (4点) |
| | 問3 | ③ | (4点) |
| | 問4 | 45 mL | (5点) |

【解説】

A 小問集合

$$\text{問1 } K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}$$

容器の体積を V [L] とすると、

$$K = \frac{2.0/V \times 2.0/V}{1.0/V \times 1.0/V} = 4.0$$

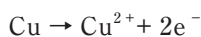
問2 実在気体は低圧・高温では理想気体からのずれは少ないが、高圧・低温になると、理想気体とのずれが大きくなる。

問3 $\Delta t = km$ より

$$0.31 = 1.85 \times \frac{2.5}{M} \times \frac{1000}{250} \quad M = 59.6 \approx 60 \text{ (g/mol)}$$

B 電気分解

問1 ア Aは銅板であるから、銅が溶解する。



イ イオン化傾向 $\text{H}_2 > \text{Cu}$ より、 Cu^{2+} が還元される。



ウ H_2O より Cl^- の方が酸化されやすい。



エ Na^+ は還元されにくいので H_2O が還元される。



問2 アとイの反応式より、水溶液中の銅イオン(II)の量は変わらないため、水溶液の色は変化しない。

問3 エの反応式より、電極D付近では OH^- が増え塩基性になるので、フェノールフタレインで赤変する。

$$\text{問4 } \text{流れた電子は } 0.10 \times \frac{1930}{9.65 \times 10^4} = 0.0020 \text{ mol}$$

ウとエの反応式より、2molの e^- でそれぞれ1molの気体が発生する。

$$0.0020 \times \frac{1}{2} \times 2 \times 22.4 \times 10^3 = 44.8 \approx 45 \text{ mL}$$

【3】

【解答】(33点)

| | | | |
|---|----|----------------|--------|
| A | 問1 | ④ | (3点) |
| | 問2 | ② | (3点) |
| | 問3 | ③ | (4点) |
| B | 問1 | ア⑥ イ② ウ① エ④ オ⑤ | (3点×5) |
| | 問2 | ② | (4点) |
| | 問3 | ④ | (4点) |

【解説】

A 小問集合

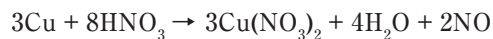
問1 赤リンはマッチ箱の摩擦面に用いられていることから分かるように、水中に保存する必要はない。黄リンは自然発火するので水中に保存する。

問2 アルミニウムと亜鉛は両性元素なので、共に酸・強塩基と反応し水素を発生する。濃硝酸で不動態を形成するのはアルミニウムだけである。

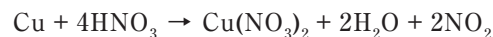
問3 金属の中で最も電気と熱の伝導性が大きいのは銀である。水素の分子量は2.0、ヘリウムは4.0であるから、ヘリウムより水素の方が軽いことがわかる。

B 窒素酸化物

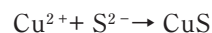
問1 ア 銅に希硝酸を加えると、一酸化窒素が発生する。



イ 銅に濃硝酸を加えると、二酸化窒素が発生する。



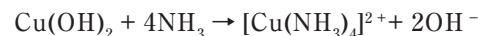
ウ 銅(II)イオンと硫化物イオンが反応すると黒色の硫化銅 CuS が沈殿する。



エ 銅(II)イオンとアンモニアが反応すると青白色の水酸化銅(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ が沈殿する。



オ 水酸化銅(II)にさらにアンモニア水を加えていくと錯イオンが形成され、深青色の水溶液になる。



問2 NO は水に溶けないので水上置換、 NO_2 は水に溶け、しかも空気より重いので下方置換で捕集する。

問3 ③一酸化窒素は空気中ですみやかに酸化されて、二酸化窒素となる。④ NO は二原子分子なので直線形である。

【4】

【解答】(39点)

| | | | |
|---|----|------------|--------|
| A | 問1 | ④ | (5点) |
| | 問2 | ① | (4点) |
| | 問3 | ⑤ | (4点) |
| B | 問1 | ③ | (3点) |
| | 問2 | ① | (3点) |
| | 問3 | ② | (3点) |
| | 問4 | a ⑤ b ④ | (4点×2) |
| | 問5 | ⑤ | (4点) |
| | 問6 | ⑥ | (5点) |

【解説】

A 小問集合

問1 分子式は①1-ブテン C_4H_8 、②プロペン C_3H_6 、③シクロヘキサン C_6H_{12} 、④アセチレン C_2H_2 、⑤エチレン C_2H_4 であるから、アセチレンの組成式は CH でその他は CH_2 である。

問2 純粋な酢酸を氷酢酸という。無水酢酸は酢酸を適当な脱水剤と加熱することにより得られる物質で、氷酢酸とは別の化合物である。



問3 有機化合物 X はグリセリンで、3 価アルコールである。

B フェノール

問1～4 ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると、ベンゼンスルホン酸⑤が生成する。

ベンゼンスルホン酸からフェノールを合成するには、まずベンゼンスルホン酸に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、ナトリウムフェノキシド④にする。これをアルカリ融解という。さらにナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を吹き込み、弱酸であるフェノールを遊離させる。

問5 フェノールは常温で白色の固体であり、わずかに水に溶けて酸性を示す。塩化鉄(Ⅲ)水溶液で紫色になる。エタノールは塩化鉄(Ⅲ)水溶液には反応しない。無水酢酸とはどちらもヒドロキシ基が反応してエステルが生じる。

問6 分子式 C_7H_8O で表される化合物には、*o*-クレゾール、*m*-クレゾール、*p*-クレゾール、ベンジルアルコール、メチルフェニルエーテルの5種類があり、そのうちフェノール類はクレゾール3種類である。