

出題のねらい

一般(中期)の化学は、化学基礎・化学全般からの出題ですが、化学からの出題が多くありました。物質の状態・性質・反応の基礎知識が身についているか、化学事象や理論を十分に理解できているか、化学反応式から反応量を計算できるかが問われています。また、見慣れない問題について、問題文を読み解くことができるかも問われました。

- [1]** 気体の状態に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。実験操作によって、窒素と水の状態がどのようであるかをつかめたかがポイントです。各状態や状態の変化において、ドルトンの分圧の法則・ボイルの法則・気体の状態方程式のどれを用いて考えるかを見極める力が問われました。操作が行われたとき、液体の水が存在するか否かをおさえて、水蒸気圧の大きさを考えられるようにしましょう。
- [2]** 凝固点降下に関する設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。純物質と溶液を冷却していったときの冷却曲線から、凝固点を正しく読み取ることができたかが問われました。また、溶液の凝固のしくみや凝固点が何によって変化するかも問われました。電解質の水溶液の凝固点降下度は、電離によっていくつのイオンに分かれるかを確認することが大切です。
- [3]** 鉄の製錬と鉄の化合物に関する設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。鉄の製錬に必要な原料と酸化還元反応式、不純物の除去について問われました。また、 Fe^{2+} と Fe^{3+} の反応の違いを整理して、正しい知識を蓄積できていたかがポイントです。
- [4]** アルカンに関する設問文の空所補充式を含んだ問題です。メタンを構成する炭素と水素の原子価から分子の形を考察する問題では、問題文を読んで、分子の形によって何種類の構造があるかを考えられたかが問われました。また、一般式で表されたアルカンの燃焼の反応式において、係数が正しく求められたかもポイントで、燃焼反応におけるアルカンと水の質量からアルカンの炭素数を求める力が試されました。
- [5]** タンパク質と酵素に関する、設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。タンパク質については高次構造についての知識が問われました。酵素については、基質特異性や最適 pH の知識を蓄積できていたかがポイントです。タンパク質の呈色反応も重要なポイントですので、整理しておくことが大切です。

[1]

【解答】 (31点)

- | | | |
|-------------------------|---------------------|--------|
| (1) ア ③ | イ ④ | (3点×2) |
| (2) a 4.0×10^4 | b 1.0×10^4 | (5点×5) |
| c 8.0×10^4 | d 1.8×10^4 | |
| e 6.3×10^4 | | |

【解説】

気体の性質

- (1) ア 「混合気体の全圧=成分気体の分圧の和」の関係はドルトンの分圧の法則と呼ばれる。
イ 「一定温度で一定量の気体の体積は圧力に反比例する」という関係は、ボイルの法則と呼ばれる。
- (2) a 液体の水が存在しているので、水蒸気分圧 $P_{\text{水蒸気}}$ [Pa] は飽和水蒸気圧に等しく、
$$P_{\text{水蒸気}} = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

したがって、窒素分圧 P_{N_2} [Pa] はドルトンの分圧の法則から、
$$P_{\text{N}_2} = 5.0 \times 10^4 - 1.0 \times 10^4 = 4.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

b 温度一定で体積が小さくなったので、水蒸気の凝縮が起こるが水蒸気圧は変わらない。
c 窒素分圧についてボイルの法則が成り立つ。温度一定で、体積が $\frac{1}{2}$ になったので、ボイルの法則より圧力は2倍になる。
d 状態 C では液体の水は観察されなかったため、水はすべて気体の状態で存在する。0.90 g (0.050 mol) の水蒸気の圧力 P [Pa] は、
$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.050 \times 8.3 \times 10^3 \times 360}{8.3}$$

$$= 1.8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

e 窒素分圧は温度上昇によって増加する。

状態 C での窒素分圧 P'_{N_2} は、 $\frac{\text{圧力}}{\text{絶対温度}} = \text{一定}$ より、

$$\frac{4.0 \times 10^4}{320} = \frac{P'_{\text{N}_2}}{360}$$

よって、 $P'_{\text{N}_2} = 4.5 \times 10^4 \text{ Pa}$

全圧は、

$$1.8 \times 10^4 + 4.5 \times 10^4 = 6.3 \times 10^4 \text{ Pa}$$

一般入試／化学(中期)

【2】

【解答】(29点)

- | | |
|--------------|--------|
| (1) 過冷却 (過冷) | (5点) |
| (2) イ② ウ③ エ③ | (3点×3) |
| (3) ② | (4点) |
| (4) ③ | (5点) |
| (5) ① | (6点) |

【解説】

溶液の性質

- 液体を冷却していくと、凝固点より温度が低下してもすぐに凝固は始まらない。この状態を過冷却と呼ぶ。
- イ a点の過冷却の状態では、水はすべて液体である。
ウ b点では凝固が起こり、液体と固体が共存する。
エ c点では凝固が起こり、液体と固体が共存する。
- 凝固が起こっている部分のグラフを延長して、過冷却が起こらなかったと仮定して、凝固点を求める。
- 水溶液の凝固が進むときに温度が下がるのは、溶媒が先に凝固し溶液の濃度が大きくなるからである。
- 溶媒の質量が等しいとき、溶液の凝固点降下度は溶質粒子の物質量に比例する。

$$\text{CaCl}_2 \text{ (111)} \quad \frac{1.00}{111} \times 3 \approx 0.027 \text{ mol}$$

$$\text{KNO}_3 \text{ (101)} \quad \frac{1.00}{101} \times 2 \approx 0.020 \text{ mol}$$

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (180)} \quad \frac{1.00}{180} \approx 0.0056 \text{ mol}$$

よって、凝固点は低い順より、塩化カルシウム、硝酸カリウム、グルコースとなる。

【3】

【解答】(30点)

- | | |
|--|--------|
| (1) ③ | (4点) |
| (2) イ⑤ ウ③ | (4点×2) |
| (3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ | (5点) |
| (4) (a) ② | (3点) |
| (b) エ④ オ③ | (3点×2) |
| (c) KSCN | (4点) |

【解説】

鉄とその化合物

- 鉄は、鉄鉱石、コークス、石灰石を溶鉱炉に入れて熱風を吹き込んで製錬する。
- イ 石灰石は、不純物である SiO_2 や Al_2O_3 などをスラグとして取り除くはたらきがある。
ウ 鋼は炭素の含有量を減らした鉄で粘り強い。
- 酸化鉄(Ⅲ)は一酸化炭素によって還元される。一方、一酸化炭素は酸化されて二酸化炭素となる。
$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$$
- (a) Fe^{2+} を含む水溶液にアンモニア水を加えると、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ の緑白色沈殿が生じる。
(b) エ Fe^{2+} を含む水溶液に、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、濃青色沈殿が生じる。
オ Fe^{3+} を含む水溶液に、ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、濃青色沈殿が生じる。
(c) Fe^{3+} を含む水溶液に、チオシアン酸カリウム KSCN 水溶液を加えると、血赤色溶液となる。

【4】

【解答】(32点)

(1) ア 2 イ 2 ウ 1 エ 4	(4点×4)
(2) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$	(5点)
(3) (a) ③	(5点)
(b) ⑤	(6点)

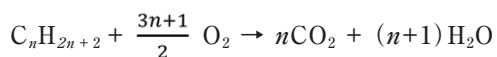
【解説】

アルカン

- (1) ア 正方形の場合、位置の違いにより2種類の異性体ができる。
 イ 四角錐形の場合、位置の違いにより2種類の異性体ができる。
 ウ 正四面体形の場合、位置の違いによる異性体は存在しない。
 エ 炭素原子と4つの水素原子との間に共有電子対が4対ある。
- (2) 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを混合し、加熱すると、メタンが発生する。



- (3) (a) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ の燃焼の化学反応式は、



となる。

- (b) 1 mol のアルカン $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ が完全燃焼すると、水は $(n+1)$ mol 生じるので、次式が成り立つ。

$$\frac{1.0}{14.0n+2.0} \times (n+1) \times 18 = 1.5$$

$$n=5$$

【5】

【解答】(28点)

(1) ア 水素 イらせん ウ ジスルフィド	(5点×3)
(2) (a) ④ (b) ⑤	(4点×2)
(3) ④	(5点)

【解説】

タンパク質・酵素

- (1) アイ ペプチド結合の $\text{C}=\text{O}$ と別のペプチド結合の $\text{N}-\text{H}$ の間に水素結合が形成され、 α -ヘリックスと呼ばれるらせん状の構造や、 β -シートと呼ばれるジグザクに折れ曲がったひだ状の構造をつくる。これらはタンパク質の二次構造と呼ばれる。
 ウ タンパク質の多くはさらに複雑に折りたたまれ球状に近い構造をとる。この構造には、イオン結合やジスルフィド結合 $-\text{S}-\text{S}-$ などが関与している。
- (2) (a) 酵素であるアミラーゼはデンプン、トリプシンとペプシンはタンパク質に作用する。
 (b) 酵素により最適 pH が異なる。アミラーゼは中性付近、トリプシンは塩基性下、ペプシンは酸性下で反応が最も盛んになる。
- (3) ニンヒドリン反応はアミノ基の検出、ビウレット反応はアミノ酸3分子以上のポリペプチドの検出、キサントプロテイン反応はベンゼン環の検出に用いられる。硫黄を含むタンパク質に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したあと、酢酸鉛(II)水溶液を加えると硫化鉛(II)の黒色沈殿が生じる。このペプチドは、実験の結果より、アミノ酸が3個以上結合し、ベンゼン環をもたず、硫黄原子も含まないことがわかる。