

1

問1 (1) A : 分子間力 B : 体積

(2) $Z = 1, a = 0, b = 0$

(3) P が一定の条件とすると, モル体積 $\frac{V}{n}$ は変わらないので, Z の値も変わらない。

問2 $Z = \frac{V_m}{V_m - b} - \frac{a}{V_m RT}$

問3 式③に数値を代入すると,

$$P = \frac{4.00 \times 8.31 \times 10^3 \times 300}{1.00 - 4.00 \times 0.0431} - 2.30 \times 10^5 \times \left(\frac{4.00}{1.00} \right)^2 = 8.369 \times 10^6 \text{ (Pa)}$$

式①に数値を代入すると,

$$Z = \frac{8.369 \times 10^6 \times 1.00}{4.00 \times 8.31 \times 10^3 \times 300} = 0.8392$$

圧力 : $8.37 \times 10^6 \text{ Pa}$ 圧縮率因子 : 0.839

問4 (1) 一定量の窒素と化合している酸素の質量比から, 亜酸化窒素の分子式は N_2O と考えられる。よって, 亜酸化窒素の窒素含有量は,

$$\frac{14.0 \times 2}{14.0 \times 2 + 16.0} = 0.636$$

答 : 64%

(2) 亜酸化窒素

理由 : どちらも三原子分子で分子量も近いので, 分子自身の体積が最も近いから。

問5 0Pa から圧力を上げると, メタンは分子間力の影響で理想気体よりモル体積が小さくなるので, Z が減少する。一方, ヘリウムは分子間力が非常に弱いため, 分子自身の体積の影響で理想気体よりモル体積が大きくなるので, Z が増加する。

問6 低温にすると分子の熱運動が穏やかになり, 同圧での気体のモル体積は小さくなる。 $Z < 1$ である低圧側ではモル体積が比較的大きく, 分子間力の影響が大きくなるので, Z が減る。 $Z > 1$ である高圧側ではモル体積が小さく, 分子自身の体積の影響が大きくなるので, Z が増える。

問7 (1) K : 2, L : 8, M : 18, N : 18, O : 8

(2) 気体と液体と固体が平衡状態で共存する。

(3) 超臨界状態になる。

(4) 原子番号が大きくなるにつれて, 原子半径が大きくなるため b は大きくなる。また, 電子の数も増えてファンデルワールス力が強くなるため a も大きくなる。

2

問1 反応式： $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

変化：白色の沈殿が消失し，無色の水溶液になる。

問2 (ア) 酸化 (イ) 次亜塩素酸

問3 (B) $\text{CaCl}(\text{ClO})\cdot\text{H}_2\text{O}$ (C) $\text{Ca}(\text{ClO})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

問4 焼きセッコウ 1 mol 当たりの反応熱は，

$$2022 - \left(1576 + 286 \times \frac{3}{2}\right) = 17 \text{ (kJ)}$$

$\text{CaSO}_4\cdot\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (式量 145.2) 1 mol 当たり H_2O $\frac{3}{2}$ mol が反応するので，必要な H_2O の質量は，

$$18.0 \times \frac{100}{145.2} \times \frac{3}{2} = 18.59 \text{ (g)}$$

熱化学方程式： $\text{CaSO}_4\cdot\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{固}) + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) = \text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{固}) + 17\text{kJ}$

水の質量：18.6g

問5 セッコウは燃焼せず，加熱するとセッコウの水和水が水蒸気として放出される吸熱反応が起こるから。(46字)

問6 水に溶けにくい高級脂肪酸のカルシウム塩やマグネシウム塩の沈殿が生じるから。(37字)

問7 (1) ②, ④

(2) 水酸化物イオン濃度は， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の溶解度積から，

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 0.0100 \times \frac{100 - 99.9}{100} \times [\text{OH}^-]^2 = 9.0 \times 10^{-12}$$

$$[\text{OH}^-] = 3.0 \times 10^{-3.5} \text{ mol/L}$$

水のイオン積より，

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w = 14.00$$

$$\text{pH} = 14.00 - (3.5 - \log_{10} 3.0) = 10.98$$

答：11.0

(3) EDTA 標準溶液のモル濃度を c [mol/L] とすると,

$$c \times \frac{9.88}{1000} = 5.00 \times 10^{-3} \times \frac{10}{1000}$$

$$c = 5.060 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

試料中の Ca^{2+} 濃度を w [mg/L] とすると,

$$\frac{w \times 10^{-3}}{40.1} \times \frac{50}{1000} = 5.060 \times 10^{-3} \times \frac{5.21}{1000}$$

$$w = 21.14 \text{ mg/L}$$

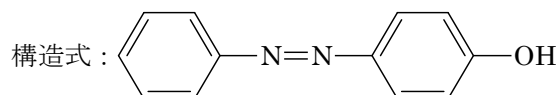
EDTA 標準溶液 : $5.06 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ Ca^{2+} : 21.1 mg/L

理科(化学) 東京医科歯科大学 医学部医学科 (前期) 4/4

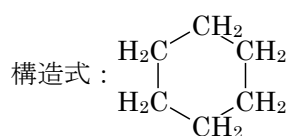
3

- 問1 ア：正四面体 イ：シクロアルカン
ウ：付加 エ：ジアゾカップリング(カップリング)

問2 名称：*p*-ヒドロキシアゾベンゼン (*p*-フェニルアゾフェノール)



問3 (1) 名称：シクロヘキサン



(2) (a)

(3) $n = 3$ の分子

問4 触媒

問5 オ：増加 カ：大きく

問6 a：B群 b：化合物2 c：A群

問7 副生成物をほとんど生じない手法であることから、付加する向きが定まっているとすると、

$$1000 \times 10 = 10000$$

答：10000種類

問8 ^{18}F