

[問題：化学]

問題 1 以下の問 1 と問 2 に答えよ。なお、問 1 は解答に至る導出過程も記すこと。

問 1 二酸化炭素は、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度 20°C において、水 1.0 L に 0.039 mol 溶解する。二酸化炭素の溶解度と圧力の間にはヘンリーの法則が成り立ち、気体は理想気体としてふるまうものとするとき、以下の (1)～(3) の問いに答えよ。ただし、水の蒸気圧や水の体積変化は無視でき、容器の体積は変化しないものとする。必要であれば、下の値を用いよ。

原子量 C : 12 O : 16

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

- (1) 密閉された容器に水と二酸化炭素を入れ、温度 20°C 、圧力 $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで溶解平衡に到達したとき、この容器内における液体の体積は 3.0 L であり、気体の体積は 2.5 L であった。この容器内の液体中に溶解する二酸化炭素は何 mol か。3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。
- (2) (1)のとき、この容器内の気体中に存在する二酸化炭素は何 mol か。3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。
- (3) 二酸化炭素排出量の削減に向けた取り組みとして、二酸化炭素を溶媒に溶かして回収する技術が注目されている。二酸化炭素回収用に市販されている溶媒 A を購入し、温度 25°C 、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもと、二酸化炭素の溶解量を測定したところ、 1.0 kg の溶媒 A に 15 g の二酸化炭素が溶解した。溶媒 A の密度が 1.1 g/cm^3 であるとき、温度 25°C 、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで 1.0 L の溶媒 A に溶解する二酸化炭素は何 mol か。3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で記せ。ただし、蒸気圧や二酸化炭素の溶解による溶媒 A の体積変化は無視できるものとする。

問 2 次の文章を読み、以下の (1)～(5) の問いに答えよ。

硫黄は周期表の A 族の元素であり、単体には^(a)B 硫黄、C 硫黄、D 硫黄などの同素体がある。B 硫黄は常温で安定であるが、C 硫黄は 95.5°C 以上で安定であり、D 硫黄は常温で放置すると、B 硫黄となる。また B 硫黄および C 硫黄は結晶構造をもつが、D 硫黄はもたない。硫黄の化合物である硫化水素は、毒性を持つ E 色の気体であり、温泉や火山ガスなどに含まれる。硫化水素は^(b)F に希硫酸を加えることにより得られ、実験室では G 置換により捕集する。^(c)金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、多くの金属イオンで沈殿を生じる。

- (1) 文中の空欄 A ～ G に当てはまる適切な数字または語を記せ。
- (2) 第 5 周期までの A 族の元素を、原子量の低い順に並べ、元素記号で記せ。
- (3) 下線部(a)に関して、同素体とは何かを 1 行で記せ。
- (4) 下線部(b)の化学反応式を記せ。
- (5) 下線部(c)に関して、 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} イオンの各水溶液に硫化水素を通じた時に、溶液が酸性でも塩基性でも硫化物が沈殿するイオンを、イオンを表す化学式で記せ。

問1 分子式 $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$ で表される化合物 A があり、環状構造はもたない。以下の (1)～(4) の問いに答えよ。構造式は、下の例にならって記すこと。

CC(C)C=CC(=O)OC

- (1) 化合物 A を、希塩酸を使って加水分解すると、カルボン酸 B とアルコール C が生じた。カルボン酸 B に脱水剤を加えて加熱すると、分子式 $C_4H_6O_3$ の化合物 D を与えた。化合物 D の構造式を記せ。
- (2) カルボン酸 B を、エタノール中で触媒を加えて脱水反応を行うと、パイナップルなどの果実に含まれる化合物 E を生じた。この化合物 E の構造式を記せ。
- (3) アルコール C は、二クロム酸カリウムによる酸化反応を行ったところ、反応がほとんど進行しなかった。アルコール C の構造式を記せ。
- (4) 化合物 A の構造式を記せ。

原子は ア と原子核から成り、原子核は イ と ウ から構成される。

¹⁴C には、ア が オ 個、イ が カ 個、ウ が キ 個含まれる。

^{14}C は不安定であり、放射線を放出して別の安定な原子に変化する。放射線は人体に有害なため、これらを含む化合物の取り扱いには十分な注意が必要である。たとえば、炭素原子の一部に ^{14}C を含む炭酸水素ナトリウムの粉末を取り扱う際、(A)炭酸水素ナトリウムを 200～400℃ に加熱する、(B)炭酸水素ナトリウムに塩酸を加える、などの操作を行うと放射線を発する気体が発生するので、この気体を吸入しないように注意しなければならない。

- (1) 文中の空欄 ア ～ キ に当てはまる適切な語または数字を記せ。
- (2) 銅鉱石を製錬することで得られる銅(原子番号 29)は、 ^{63}Cu (相対質量 62.9)と ^{65}Cu (相対質量 64.9)の2種類からなり、その原子量は 63.5 である。このとき、 ^{63}Cu の存在比(%)を、3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。
- (3) 下線部 (A) の気体発生反応を化学反応式で記せ。 ^{14}C は C と表記すればよい)
- (4) 下線部 (B) の気体発生反応を化学反応式で記せ。 ^{14}C は C と表記すればよい)