

## 化 学

(1) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。

原子を  ${}^A\text{X}$  と表記したとき、X は元素記号、A は ( ① ) を意味する。( ① ) は ( ② ) と ( ③ ) の合計の数を意味する。( ② ) は正の電荷を有する粒子であり、( ③ ) は電荷をもたない粒子である。( ② ) の数は ( ④ ) と呼ばれ、原子の化学的性質に関与する。

( ④ ) は同じであるが、( ① ) が異なるものを ( ⑤ ) と呼ぶ。( ⑤ ) のうち、外部に放射線を放出し、他の原子に変わるものが存在する。そのような ( ⑤ ) のことを ( ⑥ ) という。( ⑥ ) が放射線を出す性質を ( ⑦ ) という。

1) 文章中の ( ① ) ~ ( ⑦ ) に最も適する語句を、それぞれ答えよ。

2) 以下の (ア) ~ (エ) の各原子の ( ② ) と ( ③ ) の数を、それぞれ答えよ。

(ア)  ${}^1\text{H}$

(イ)  ${}^{12}\text{C}$

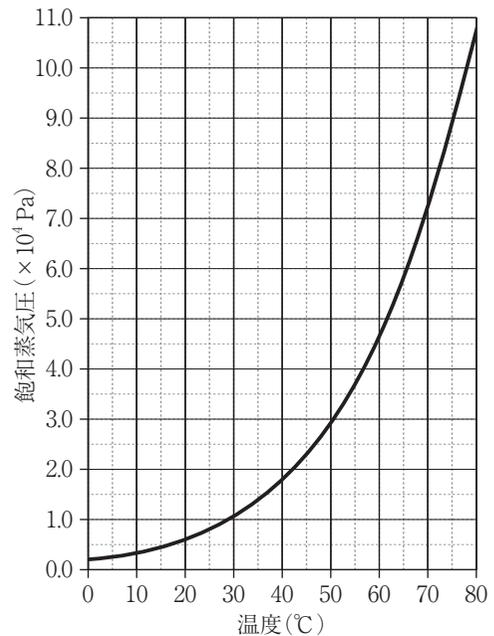
(ウ)  ${}^3\text{H}$

(エ)  ${}^{39}\text{K}$

3) 塩素には、 ${}^{35}\text{Cl}$  と  ${}^{37}\text{Cl}$  の 2 種の ( ⑤ ) が自然界には存在する。 ${}^{35}\text{Cl}$  が 75.8%、 ${}^{37}\text{Cl}$  が 24.2% 存在するとしたとき、塩素の原子量を有効数字 3 桁で答えよ。ただし、 ${}^{35}\text{Cl}$  の相対質量は 35.0、 ${}^{37}\text{Cl}$  の相対質量は 37.0 とする。

- (2) 次の文章を読んで、図を参考にして、続く問いに答えよ。なお、計算結果は有効数字2桁で示せ。また、必要があれば、原子量は  $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$  を用いよ。さらに、気体定数  $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、 $0^\circ\text{C}=273 \text{ K}$  とし、気体はすべて理想気体、液体および固体の体積は無視できるものとする。

エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  6.9 g を内容積 8.3 L の真空の密閉容器に入れ、温度を  $77^\circ\text{C}$  に保った。次に、その容器を冷却し、温度を  $37^\circ\text{C}$  に保った。右図はエタノールの飽和蒸気圧曲線（縦軸単位： $\times 10^4 \text{ Pa}$ ）である。



- 文章中の  $77^\circ\text{C}$  に保った状態における、容器内の気体の圧力は何 Pa か、答えよ。
- 文章中の  $77^\circ\text{C}$  に保った状態において、容器内には液体は存在しない。その判断の根拠を、1) の結果をふまえて、簡潔に答えよ。
- 文章中の  $37^\circ\text{C}$  に保った状態における、容器内の気体の圧力は何 Pa か、以下の (ア) ~ (オ) のうちから最も近いものを選び、記号で答えよ。
  - (ア)  $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$
  - (イ)  $2.7 \times 10^4 \text{ Pa}$
  - (ウ)  $3.5 \times 10^4 \text{ Pa}$
  - (エ)  $4.7 \times 10^4 \text{ Pa}$
  - (オ)  $5.5 \times 10^4 \text{ Pa}$
- $77^\circ\text{C}$  から  $37^\circ\text{C}$  まで冷却したときに、気体の凝縮が始まるのは、およそ何  $^\circ\text{C}$  か、以下の (ア) ~ (オ) のうちから最も近いものを選び、記号で答えよ。
  - (ア)  $50^\circ\text{C}$
  - (イ)  $54^\circ\text{C}$
  - (ウ)  $58^\circ\text{C}$
  - (エ)  $62^\circ\text{C}$
  - (オ)  $66^\circ\text{C}$
- 文章中の  $37^\circ\text{C}$  に保った状態において、容器内に生じた液体の質量は何 g か、答えよ。
- エタノールはグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  を原料として、アルコール発酵によりつくられる。この容器内でグルコース 45 g がすべてアルコール発酵し、エタノールを得るとすると、 $50^\circ\text{C}$  で得られる液体のエタノールは何 g か、答えよ。ただし、このとき発生する二酸化炭素の圧力は無視することとする。

- (3) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。なお、計算結果は有効数字2桁で示せ。また、必要があれば、原子量  $\text{Fe}=56$ ,  $\sqrt{2}=1.4$ ,  $\sqrt{3}=1.7$ , アボガドロ定数  $N_A=6.0\times 10^{23}/\text{mol}$  を用いよ。

金属結晶では、金属原子は価電子が自由電子になり、陽イオンとなって規則的に配列している。主な構造は3種類あり、結晶格子の原子配列は、表に示すいずれかに分類される。

- 1) 表中の(ア)～(ウ)に該当する構造の名称を、それぞれ答えよ。

- 2) それぞれの1個の原子が他の原子何個に囲まれているか、表中の(エ)～(カ)に当てはまる配位数を、それぞれ答えよ。

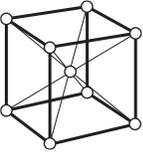
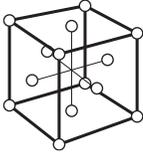
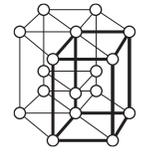
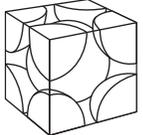
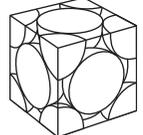
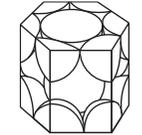
- 3) 表中の(キ)～(ケ)に当てはまる、単位格子内に含まれる原子数を、それぞれ答えよ。

- 4) 表中の(コ)～(シ)に当てはまる金属の例を、以下の(a)～(f)のうちから、該当するものを、それぞれすべて選び、記号で答えよ。

- (a) マグネシウム    (b) ナトリウム    (c) カリウム    (d) 亜鉛  
(e) 銅    (f) 銀

- 5) 鉄の結晶は表中のAの配列であり、1辺の長さが  $2.9\times 10^{-8}\text{cm}$  である。原子を球とみなすと、密度は何  $\text{g}/\text{cm}^3$  か、答えよ。なお、 $(2.9)^3\approx 24.4$  として計算せよ。

- 6) 鉄の結晶は  $900^\circ\text{C}$  程度まではAの配列であるが、この温度以上になると、Bの配列に変化する。この変化により、鉄の密度は何倍になるか、答えよ。ただし、鉄原子の直径は一定であるとする。

	A	B	C
名称	(ア)	(イ)	(ウ)
原子の配置 (太線部分は単位格子を示す)			
結晶格子の構造			
配位数	(エ)	(オ)	(カ)
単位格子中の原子数	(キ)	(ク)	(ケ)
金属の例	(コ)	(サ)	(シ)

(4) 次の文章を読んで、続く問いに答えよ。また、必要があれば、原子量は  $H=1.00$ ,  $C=12.0$ ,  $O=16.0$ ,  $K=39.0$ ,  $I=127$  を用いよ。なお、計算結果は有効数字3桁で示せ。

油脂は ( ① ) が持つ3つの ( ② ) 基に、脂肪酸が ( ③ ) 結合した化合物である。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂の ( ③ ) 結合部位が反応し、( ① ) と脂肪酸のナトリウム塩が生成する。この反応をけん化といい、得られた脂肪酸のナトリウム塩をセッケンという。油脂の性質は、油脂を構成する脂肪酸の組成によって決まる。植物油など ( ④ ) が多い油脂の融点は低くなり、常温で液体となる。一方、牛脂は ( ⑤ ) が多いため、常温では固体である。

油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量を、mg 単位で表した数値をけん化価といい、油脂の平均分子量の目安となる。けん化価が大きい油脂ほど、油脂 1 g に含まれる分子の数が多い、すなわち分子量が小さい油脂である。また、油脂 100 g に付加するヨウ素の質量 [g] の数値をヨウ素価といい、油脂に含まれる ( ⑥ ) の数を知る目安となる。

分子量が単一の油脂 X の構造を明らかにするために、以下の実験を行った。油脂 4.01 g を完全に水酸化ナトリウムでけん化すると、0.46 g の ( ① ) と2種類の脂肪酸 A および B のナトリウム塩が得られた。A および B は同じ炭素数であり、A は直鎖飽和脂肪酸、B は不飽和脂肪酸で、それぞれ、モル比 2 : 1 で得られた。また、ヨウ素価を測定したところ、63.3 であった。

- 1) 文章中の ( ① ) ~ ( ⑥ ) に適する語句または物質名を、それぞれ答えよ。
- 2) 単一の脂肪酸 ( $R-COOH$ ) ( $R$ -は炭化水素基) からなる油脂を、水酸化ナトリウムでけん化した際の化学反応式を答えよ。
- 3) 文章中の油脂 X のけん化価を答えよ。
- 4) 文章中の脂肪酸 A および B の示性式を、それぞれ答えよ。