

化 学

必要であれば、原子量として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, Na : 23, Ca : 40

I (配点 50)

次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。

原子は、中心にある原子核とその周りに存在する電子から構成されている。原子核は、電荷をもつ **ア** と電荷をもたない **イ** からできており、**ア** の数は電子の数と一致している。

元素を原子番号の順に並べた表を周期表と呼び、そのうち1, 2, 12～18族の元素を **ウ** 元素, 3～11族の元素を **エ** 元素という。特に、**ウ** 元素の同族元素では、原子に含まれる **オ** の数は等しく、元素どうしの化学的性質がよく似ている。表1は、**Qa**～**Qd**の原子について、それぞれの電子殻に含まれる電子の数を示している。

金属原子の **オ** は、金属結晶内では特定の原子に留まらず、自由に動き回ることができるため、自由電子という。金属結晶では、金属結合により金属原子が規則正しく配列している。たいていの金属結晶の単位格子は、i) 体心立方格子, 面心立方格子, 六方最密構造のいずれかに分類できる。

表1

| 原子 | 電子殻 | | | |
|-----------|-----|---|---|---|
| | K | L | M | N |
| Qa | 2 | 8 | 2 | |
| Qb | 2 | 8 | 6 | |
| Qc | 2 | 8 | 8 | 1 |
| Qd | 2 | 6 | | |

- (1) **ア** ～ **オ** にあてはまる最も適切な語句をそれぞれ記せ。
- (2) 同族元素 1) 2族, 2) 17族 の名称をそれぞれ記せ。
- (3) 原子 3) **Qa**, 4) **Qb** それぞれが安定なイオンとなり、貴ガス(希ガス)と同じ電子配置をとるとき、それら貴ガスの元素記号をそれぞれ記せ。
- (4) 表1の中で第一イオン化エネルギーの最も小さい原子を選び、元素記号で記せ。
- (5) 表1の**Qd**は、質量数16をもつ。**Qd**が2価の陰イオンになったとき、この陰イオンがもつ電子の数と中性子の数との差はいくつか。

- (6) 下線部 i) に関して, 最密充填となる結晶格子をすべて選び, 名称で答えよ。
- (7) 金属リチウムの結晶は, 体心立方格子の構造をとる。
- 5) 単位格子中に含まれるリチウム原子は, 何個か。
- 6) 1 個のリチウム原子に接している原子の数 (配位数) は, いくつか。
- 7) 単位格子の一辺の長さを a [cm], モル質量 M [g/mol], アボガドロ定数を N_A [/mol] としたとき, リチウム金属の密度 d [g/cm³] を a , M , N_A を含む文字式で表せ。

II (配点 50)

次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

炭酸カルシウムは、石灰石、大理石、貝殻などの主成分として、天然に広く存在する。石灰石の産地付近の河川水は、しばしばカルシウムイオンの濃度が高いために硬水となる。^{a)}この硬水を煮沸すると、溶存している二酸化炭素の濃度が下がり、カルシウムの塩が沈殿する。そのため、水中に溶けたカルシウムイオン濃度も低下する。

^{b)}炭酸カルシウムと塩酸との反応によって、塩化カルシウムが生じる。塩化カルシウムは、^{I)}空気中の水分を吸収して溶ける現象を示す。^{II)}炭酸カルシウムは、強熱すると酸化カルシウムに変化し、さらに^{c)}酸化カルシウムに水を混ぜると水酸化カルシウムが生じる。また、^{d)}水酸化カルシウムと炭酸ナトリウムとの反応により、塩の間に陽イオンの交換が起こり、カルシウムの塩が沈殿する。

水酸化カルシウムは 性の工業薬品として広く利用されている。水酸化カルシウムと塩素との反応によって、漂白剤や殺菌剤などとして有用な^{III)}次亜塩素酸カルシウム(高度さらし粉)を製造している。

- (1) 下線部 a)～d) を表す反応の化学反応式をそれぞれ記せ。
- (2) 硬水中ではセッケンの泡立ちが悪くなり、洗浄力を失う。その理由を記せ。
- (3) 下線部 I) の現象を何というか。
- (4) 下線部 II) に関して、炭酸カルシウム 50 g がすべて反応したときに発生する気体の質量は何 g か。
- (5) に適切な語句を次の解答群 1 から選び、番号で答えよ。

解答群 1

① 強酸 ② 弱酸 ③ 強塩基 ④ 弱塩基 ⑤ 中

- (6) 下線部 III) の化合物の化学式を記せ。
- (7) 同じ物質の水酸化カルシウムと炭酸ナトリウムを含む混合物を、過不足なく中和するために、1.0 mol/L の硫酸水溶液が 200 mL 必要であった。混合物中の水酸化カルシウムは何 g か。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Ⅲ (配点 50)

高分子化合物は、単量体の重合により得られる。表 1 は、高分子化合物の名称と構造式、および単量体の構造式をまとめたものである。(1) ~ (7) の問いに答えよ。

表 1

| 記号 | 名称 | 構造式 | 単量体 |
|----|---------|---|--|
| P1 | (ア) | $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ |
| P2 | ポリ酢酸ビニル | $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_n$ | $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$ |
| P3 | (イ) | $\left[\begin{array}{c} \text{H} \qquad \qquad \text{H} \\ \qquad \qquad \\ \text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{N} - \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \text{C} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array} \right]_n$ | A および B |
| P4 | (ウ) | $\left[\begin{array}{c} \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array} - \text{O} - (\text{CH}_2)_2 - \text{O} \right]_n$ | $\begin{array}{c} \text{HO} - (\text{CH}_2)_2 - \text{OH} \\ \text{HO} - \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} - \text{OH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \qquad \text{O} \end{array}$ |
| P5 | ナイロン 6 | $\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{N} - (\text{CH}_2)_5 - \text{C} \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_n$ | C |

- (1) (ア) ~ (ウ) にあてはまる高分子化合物の名称をそれぞれ記せ。
- (2) ポリ酢酸ビニルを水酸化ナトリウム水溶液で加水分解して得られる高分子化合物の
1) 構造式 および 2) 名称 を記せ。
- (3) P3 の高分子化合物は、アミノ基をもつ単量体 A とカルボキシ基をもつ単量体 B から合成する。単量体 A および B の名称をそれぞれ記せ。
- (4) P4 の高分子化合物を合成するときの重合反応の名称を解答群 1 から選び、番号で答えよ。

解答群 1

- ① 付加重合 ② 縮合重合 ③ 開環重合

- (5) P4 の高分子化合物の平均分子量を 5.76×10^4 とすると、この高分子化合物 1 分子中に含まれるエステル結合は何個か。有効数字 2 桁で示せ。
- (6) ナイロン 6 は、アミド結合をもつ単量体 C に少量の水を加えて加熱することにより得られる。単量体 C の構造式を記せ。

(7) 次に示す性質または用途をもつ高分子化合物を、表1のP1～P5からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

3) ペットボトルとして飲料容器に用いられている。

4) 接着剤，塗料，ガムの主成分として用いられている。

5) 薬品に強く，燃えにくい性質をもち，パイプや建材などに用いられている。