

番号 () 氏名 ()

[1] 次の文を読んで、以下の問1～問4に答えよ。

図1は原子番号を横軸にとり元素の第一イオン化エネルギーをプロットしたものであるが、1族で極小になり、族番号が大きくなるにしたがい大きくなり、18族で極大となり、また1族で一気に小さくなる。このパターンが周期ごとに繰り返されている。遷移金属ではその変化は典型元素に比べて小さい。また、同一族内ではしたいにイオン化エネルギーは小さくなっている。

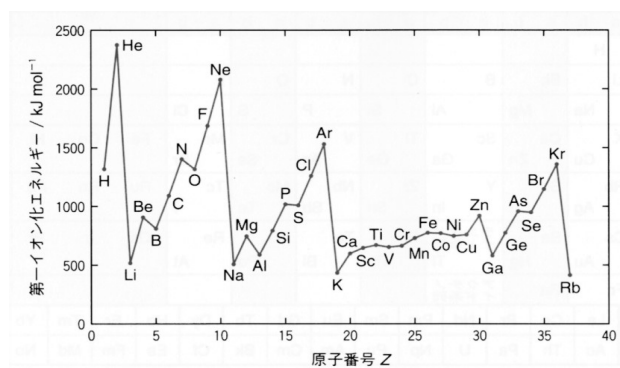


図1. 第一イオン化エネルギー

問1. 第一イオン化エネルギーが同一周期では、Be→Bのような例外を除いて、族番号が大きくなるにしたがい大きくなる理由を説明せよ。

問2. 第一イオン化エネルギーが同一族では、周期番号が大きくなるにしたがい、したいにイオン化エネルギーが小さくなる理由を説明せよ。

問3. Be→B、Mg→Alのように2族から3族に移行する際にはイオン化エネルギーが小さくなる理由を説明せよ。

問4. N→O、P→Sのように15族から16族が変わるときにイオン化エネルギーが小さくなる理由を説明せよ。

[2] 原子核の崩壊により放出される放射線は α 線、 β 線、 γ 線の3種類がある。それぞれについて説明しなさい。

[3] 1926年にシュレディンガーは電子のようなミクロな粒子の挙動を表す式として波動方程式を提案した。古典力学の波動方程式(式1)に、ド・ブロイの物質波の考え方(式2)を取り入れてシュレディンガー方程式(式3)を導け。

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} \quad (1) \qquad \lambda = \frac{h}{p} \quad (2) \qquad -\frac{\hbar^2}{8\pi^2 m} \frac{d^2 \Psi}{dx^2} + V(x)\Psi = E\Psi \quad (3)$$

[4] 次の文を読み、以下の問1および問2に答えなさい。

結晶は、三次元的に規則正しく並んだ原子の集合であるということができる。それらの点を直線で結ぶことにより、三次元の [①] が形成される。格子の交点を格子点とよぶ。結晶格子の最も小さい単位は [②] で、これを [③] あるいは [④] とよぶ。

問1. 文中の [①] ~ [④] に当てはまる語句を記せ。

① [], ② [], ③ [], ④ []

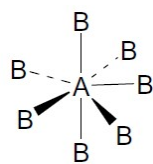
問2 単位胞には、単純単位胞を含めて4種類ある。4種類の単位胞の図を描き、その名称は何か記せ。

問3. 正方晶系では, $a=b \neq c$, $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ であり, ブラヴェ格子の中には4種類の単位胞のうち単純単位胞と体心単位胞の2つが含まれている. しかし, 面心正方単位胞は, より格子定数の小さな [①] 晶系の [②] 単位胞と一致するためにブラヴェ格子の中に含まれていない. ブラヴェ格子の中に含まれない理由を、図を描いて説明するとともに [①] と [②] に当てはまる語句は何か記せ.

[① _____], [② _____]

[5] VSEPR 則 (valence shell electron-pair repulsion; 原子価殻電子対反発則) に基づいて, 次の分子の立体的な構造を図示して, 例と同じように分子の形の名称を記せ. 化学結合を表す線のうち, 実線は紙面上にあること, 「くさび形」は紙面より手前に向かっていること, 点線は, 紙面より奥に向かっていることを表している. 立体構造を図示するときも, 実線, くさび形, 点線を使って示せ.

[例] AB_7



五方両錐

(1) AB_2

(2) AB_3

(3) AB_4

(4) AB_5

(5) AB_6

[6] 以下の問1および問2に答えなさい。

問1. $[\text{Ar}]3d^1$ の電子配置を持つ Ti^{3+} は水に溶解して、六配位正八面体のアクア錯体 $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ を形成する。 $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ の立体構造を描き、水溶液が赤紫色に見える理由を説明せよ。

問2. 塩化コバルト CoCl_2 の水溶液に塩酸を加えると、薄いピンクから濃い青色に変色する。乾燥剤として用いられる粒状のシリカゲルは無色であり、水分を吸収しているかどうか判断できない。そこで、シリカゲルが乾燥剤として機能するかどうか判断できるようにするために塩化コバルトの薄い溶液で染めた青色の粒が混じっていることがある。水分を吸収したかどうか、どのようにして知ることができるのか説明せよ。