

2021年度入学試験問題

理 科

物 理 ・ 化 学 ・ 生 物

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理4枚，化学4枚，生物4枚，下書き用紙は4枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物 理	1～7	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化 学	8～21	
生 物	22～30	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等により解答できない場合は，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 選択する科目の解答用紙は上記1に示す枚数を回収するので，選択する科目の解答用紙と下書き用紙を切り取り，選択する科目すべての解答用紙に，それぞれ2箇所受験番号を記入しなさい。選択しない科目の解答用紙には受験番号を記入する必要はありません。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙は，試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして机の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

第1問

銀 Ag は、宝飾品や食器に広く使われている遷移金属元素である。銀の結晶の単位格子は面心立方格子であり、単位格子あたり (あ) 個の銀原子が含まれる。また、銀は (い) に次いで展性と延性が高い金属である。湿った空気中で銀と硫化水素を反応させると (う) が生じる。ハロゲン化銀のうち (え) 以外は水に難溶性で、沈殿物を生成する。銀イオン Ag^+ を含む水溶液に希塩酸を加えると白色沈殿物を生成する。これは、水に難溶性の (お) が析出したためである。また、臭化銀の沈殿物を含む水に (A) と、沈殿物は変色するが、これは臭化銀が分解されて、銀の微粒子が析出したためである。

一方、亜鉛 Zn は、(か) 個の価電子をもつ典型金属元素である。亜鉛の結晶の単位格子は六方最密構造であり、配位数は (き) である。亜鉛や、亜鉛と非金属元素の化合物は、様々な分野で利用されている。亜鉛と (く) の合金である真鍮(しんちゅう)は、硬貨などに用いられている。鉄に亜鉛をめっきしたトタンは、建築資材などに用いられる。また、亜鉛はマンガン乾電池のように、放電し続けると起電力が低下し回復することができない (け) 電池に使用されることが多い。

問1 (あ) ~ (け) に入る適切な数値や語などを記せ。ただし、(い)、(く) は元素記号、(う) ~ (お) に入る銀の化合物は化学式で記せ。

問2 (A) に入る最も適切な語句を次のア～エから1つ選び、記号で記せ。

- ア アンモニア水を加える
- イ 酸化剤を加える
- ウ 光を当てる
- エ チオ硫酸ナトリウム水溶液を加える

問3 下線部①に関して、直径が d ナノメートルの真球形状の銀の微粒子をつくったとする。ただし、1 ナノメートル (1 nm) = 10^{-7} cm である。銀の原子半径は 1.4×10^{-8} cm, $\sqrt{2} = 1.4$, 円周率は π とする。また、結晶中の最近接の銀原子は互いに接触しているものとする。

(1) 銀の単位格子の一辺の長さは何 cm か。有効数字2桁で答えよ。

(2) 銀の微粒子1個あたりに含まれる銀の単位格子の数を表す式を(1)の答えを用いて求め、正しいものを次のア～カから1つ選べ。

ア $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{48}$

イ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{96}$

ウ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{192}$

エ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{384}$

オ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{768}$

カ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{1536}$

問4 下線部②に関して、正しいものを次のア～エから1つ選び、記号を記せ。

ア 硫酸亜鉛はX線撮影用の造影剤に利用されている。

イ 酸化亜鉛は白色顔料に用いられる。

ウ 水酸化亜鉛は酸の水溶液に溶解し、強塩基の水溶液には溶解しない。

エ 炭酸亜鉛は鍾乳洞(しょうにゅうどう)に見られる鍾乳石の主成分である。

解法

第1問

問3 下線部①に関して、直径が d ナノメートルの真球形状の銀の微粒子をつくったとする。ただし、1 ナノメートル (1 nm) = 10^{-7} cm である。銀の原子半径は 1.4×10^{-8} cm, $\sqrt{2} = 1.4$, 円周率は π とする。また、結晶中の最近接の銀原子は互いに接触しているものとする。

(1) 銀の単位格子の一辺の長さは何 cm か。有効数字2桁で答えよ。

解法①

銀の単位格子の一辺の長さを a とする。

$$a = \frac{r \times 4}{\sqrt{2}} = \frac{1.4 \times 10^{-8} \times 4}{1.4} = 4.0 \times 10^{-8}$$

答 4.0×10^{-8} (cm)

解法②

銀の単位格子の一辺の長さを a とする。

$$a = \frac{r \times 4}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} \times r \times 4}{2} = \frac{1.4 \times 1.4 \times 10^{-8} \times 4}{2} = 3.92 \times 10^{-8}$$

答 3.9×10^{-8} (cm)

(2) 銀の微粒子 1 個あたりに含まれる銀の単位格子の数を表す式を (1) の答えを用いて求め、正しいものを次のア～カから 1 つ選べ。

ア $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{48}$

イ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{96}$

ウ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{192}$

エ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{384}$

オ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{768}$

カ $\frac{\pi d^3 \times 10^3}{1536}$

(1) の解法①の答え [4.0×10^{-8} (cm)] を用いた場合

銀の微粒子 1 個あたりに含まれる銀の単位格子の数 n
 = 真球形状の銀微粒子 1 個の体積 ÷ 銀の単位格子の体積

$$n = \frac{\frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^3}{(0.40)^3} = \frac{\pi d^3 \times 10^3}{384} \text{ (個)}$$

答. エ

(1) の解法②の答え [3.9×10^{-8} (cm)] を用いた場合

銀の微粒子 1 個あたりに含まれる銀の単位格子の数 n
 = 真球形状の銀微粒子 1 個の体積 ÷ 銀の単位格子の体積

$$n = \frac{\frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^3}{(0.39)^3} = \frac{\pi d^3 \times 10^3}{356} \text{ (個)}$$

選択肢に正答無し