

一般入試 前期・均等配点型(A日程) 2日目

化学

必要であれば、原子量およびアボガドロ定数 N_A として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, Na : 23, Au : 197, Pb : 207

$N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

I (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。

周期表において、元素は典型元素と遷移元素に分類される。遷移元素は **ア** 族から 12 族に属する金属元素であり、典型元素は金属および非金属元素からなる。金属原子間にはたらく金属結合は、結合に関与する価電子が金属を構成するすべての原子に共有されている。このような電子を **イ** といい、金属の特徴である電気伝導性や _{i)}展性・延性も **イ** によるところが大きい。イオン化傾向が大きい金属は空气中で表面が酸化される。アルミニウムやクロムは、_{ii)}表面に緻密な酸化被膜をつくるため酸化が内部まで進行しない。

金属元素の陽イオンに、非共有電子対をもつ陰イオンや分子が配位結合して生じたイオンを _{iii)}錯イオンという。結合している陰イオンや分子を **ウ** という。_{iv)}錯イオンは、直線形、正方形、正四面体、正八面体などの特徴的な立体構造をとる。

- (1) **ア** ~ **ウ** にあてはまる適切な数字および語句を記せ。
- (2) 第 3 周期の元素のうち、金属元素をすべて選び、**元素記号**で記せ。
- (3) 次の 1) ~ 4) の記述に当てはまる遷移元素を**解答群 1** から 1 つずつ選び、**元素記号**で記せ。
 - 1) 単体は赤色の光沢をもち、湿った空气中で緑色のさび(緑青)を生じる。
 - 2) 単体は常温・常圧において金属の中で最も電気伝導性が高く、電子機器材料や装飾品などに用いられる。
 - 3) 12 族に属し、単体が常温・常圧で液体である唯一の遷移元素である。
 - 4) 生体内の組織に酸素を供給するタンパク質「ヘモグロビン」に含まれ、呼吸での酸素運搬で重要な役割を担っている。

解答群 1

Cr	Mn	Fe	Cu	Ag	Pt	Au	Hg
----	----	----	----	----	----	----	----

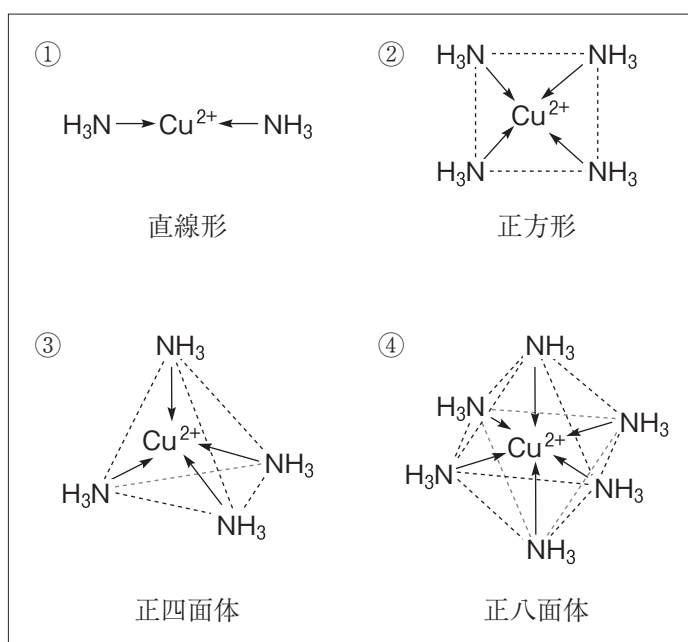
- (4) 下線部 i) について、金 1.93 g が厚さ 100 nm の均一な金箔きんぱくになったとき、その面積は何 cm^2 になるか。金の密度を 19.3 g/cm^3 とする。
- (5) 下線部 ii) のような状態を何というか。

(6) 下線部 iii) について, Ag_2O の褐色沈殿を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加え, 無色の溶液を得た。このとき溶液内に含まれる錯イオンを例 1 にならって記せ。



(7) 下線部 iv) について, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ の沈殿を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加えると, 深青色溶液となった。このとき溶液内に含まれる錯イオンの構造を解答群 2 から選び, 番号で記せ。

解答群 2



II (配点 50)

結晶中で構成粒子がつくる三次元の配列を結晶格子といい、結晶格子の最小の繰り返し単位を単位格子という。図1の(A)～(C)は、それぞれNa, PbおよびKBrの単位格子を示したものである。また(D)および(E)は、それぞれ(A)および(C)の単位格子を網掛けした面で切断した断面図である。(1)～(7)の問いに答えよ。 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ として計算せよ。

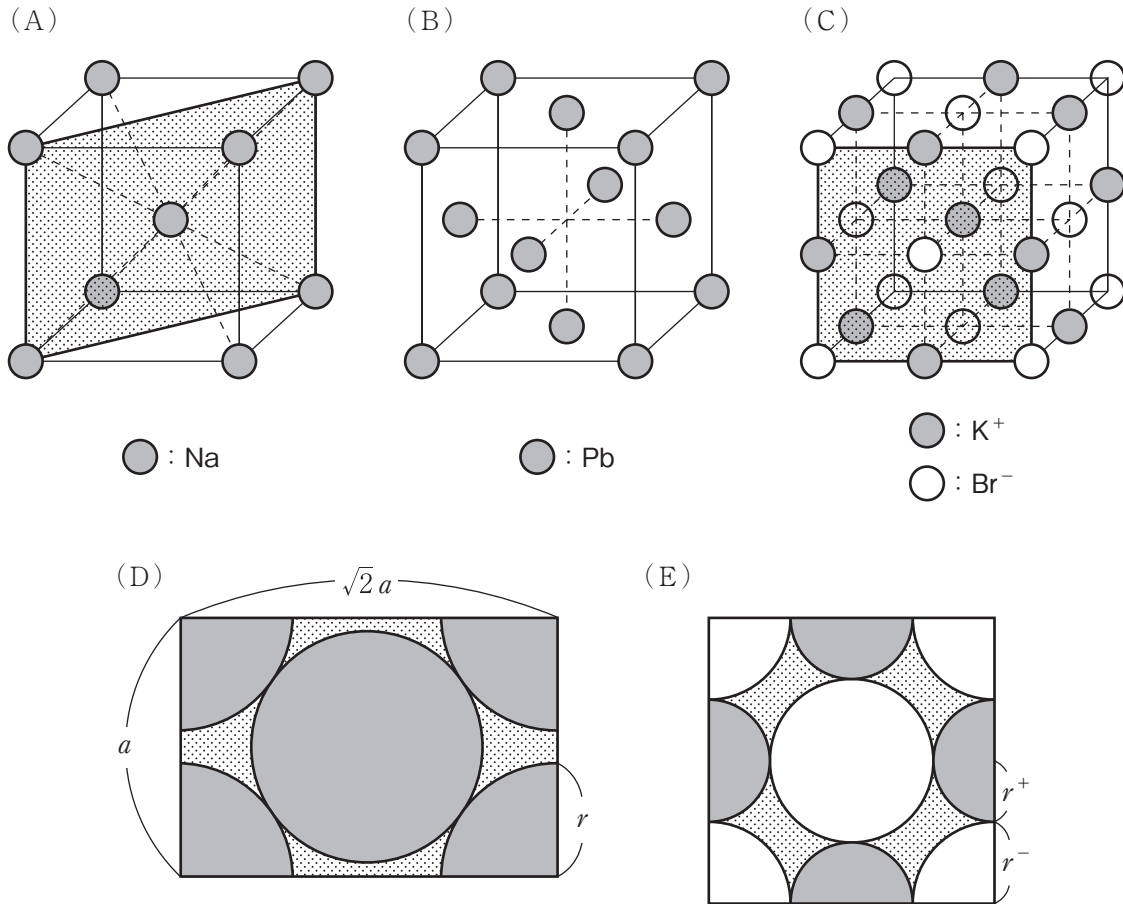


図1

- (1) (A) および (B) の単位格子の名称をそれぞれ記せ。
- (2) (A) および (B) の単位格子中に含まれる原子の数はそれぞれ何個か。
- (3) (A) の単位格子の一辺の長さを a , 原子半径を r とする。
 - 1) (A) および (D) を参照し、半径 r を a を含む文字式で表せ。
 - 2) (A) の単位格子の充填率 (%) を π を含む数式で表すと、式 (i) のようになる。
[ア] および [イ] にあてはまる最も小さな整数を記せ。

$$\frac{\sqrt{[\text{ア}]}}{[\text{イ}]} \pi \times 100 \quad (\text{i})$$

- (4) (B) の単位格子の一辺の長さは $5.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であった。
- 3) 1 cm^3 の結晶中に含まれる Pb 原子の数は何個か。有効数字 2 桁で記せ。
- 4) Pb の結晶の密度は何 g/cm^3 か。有効数字 2 桁で記せ。
- (5) (C) の単位格子中において K^+ の配位数を答えよ。
- (6) (C) の単位格子中において、(E) に示したように K^+ と Br^- は互いに接しているが、 K^+ 同士および Br^- 同士は接していない。 K^+ のイオン半径 r^+ を $1.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 、 Br^- のイオン半径 r^- を $2.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$ としたとき、最も近い K^+ 同士の中心間の距離は何 cm か。有効数字 2 桁で記せ。
- (7) K^+ より小さなイオン半径をもつ陽イオンと Br^- を用いて、KBr と同じ結晶構造をつくることを考える。 Br^- 同士が接すると、図 2 のような断面図となる。

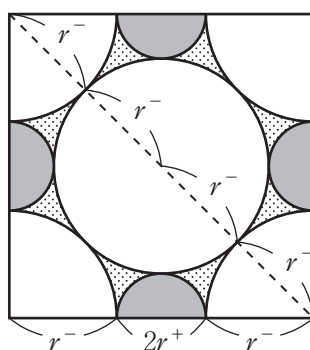


図 2

Br^- 同士が接しないために必要な r^+ と r^- の関係は式 (ii) で表される。[ウ] および [エ] にあてはまる整数を記せ。

$$r^+ > (\sqrt{[\text{ウ}] - [\text{エ}]} - [\text{エ}])r^- \quad (\text{ii})$$

Ⅲ (配点 50)

生活の中で多岐にわたるものが高分子化合物からできている。表 1 は、高分子化合物 P1～P7 の名称と構造式をまとめたものである。(1)～(8)の問いに答えよ。

表 1

記号	名称	構造式
P1	ポリエチレン	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$
P2	ア	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH} \left(\text{C}_6\text{H}_5 \right) \right]_n$
P3	イ	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH} \left(\text{OH} \right) \right]_n$
P4	ポリアクリル酸ナトリウム	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH} \left(\text{C} \left(\text{O} \right) \text{ONa} \right) \right]_n$
P5	ポリアクリロニトリル	ウ
P6	ポリ乳酸	$\left[\text{O} - \text{CH} \left(\text{CH}_3 \right) - \text{C} \left(\text{O} \right) \right]_n$
P7	ポリアセチレン	$\left[\text{CH} = \text{CH} \right]_n$

- (1) 高分子化合物 P1 の単量体を構造式で記せ。
- (2) P2 および P3 の高分子化合物について、1) ア および 2) イ にあてはまる名称をそれぞれ記せ。
- (3) P3 の高分子化合物は、ポリ酢酸ビニルを塩基で加水分解すると得られる。ポリ酢酸ビニルの構造式を表 1 にならって記せ。

- (4) P3のヒドロキシ基を部分的にアセタール化すると、適度に吸湿性を示し、木綿に似た性質をもつ合成繊維であるビニロンができる。アセタール化に必要な試薬を**解答群1**から選び、番号で記せ。

解答群1

① イソプレン ② アジピン酸 ③ 尿素 ④ ホルムアルデヒド

- (5) P4の高分子化合物の平均分子量を 2.82×10^4 とすると、この高分子化合物の平均重合度 n はいくらか。**有効数字2桁**で示せ。
- (6) P5の高分子化合物について、ウにあてはまる構造式を記せ。
- (7) P6の高分子化合物 5.40 kg を完全燃焼させると、何 kg の二酸化炭素が発生するか。**有効数字2桁**で示せ。
- (8) 3) ~ 5) に示す用途または性質をもつ高分子化合物として、最も適切なものを表1の P4~P7 からそれぞれ1つ選び、記号で記せ。
- 3) 生分解性高分子
 - 4) 吸水性高分子
 - 5) ヨウ素を添加すると金属に近い電気伝導性を示す