

化 学

(解答番号 ~)

I 次の文章を読み、空欄 ~ にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

試料溶液(A)~(C)は9種類の Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 K^+ 、 Mn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} イオンのうち重複しない3種類ずつのイオンを含む。試料溶液(A)~(C)について以下の実験操作1~9を行った。

操作1) 試料溶液(A)に希塩酸を加えたところ白色沈殿 が生じたので、ろ過を行い、ろ液は操作2により処理した。ろ紙上の沈殿に熱湯を注いだところ沈殿は溶解したので、その溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えたところ黄色沈殿 が生じた。

操作2) 操作1のろ液に硫化水素を通じたが変化しなかったので、この溶液を煮沸して硫化水素を除去し、さらに硝酸を加えて再び煮沸した。その後、赤色リトマス試験紙が青色に変わるまで希アンモニア水を加えたが変化しなかった。そこで、この溶液に硫化水素を通じたところ淡桃色沈殿 が生じたので、ろ過を行い、ろ液は操作3により処理した。

操作3) ろ液の炎色反応を試みたところ黄緑色を示した。また、ろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ白色沈殿 が生じた。

操作4) 試料溶液(B)に希塩酸を加えたが変化しなかった。また、この溶液に硫化水素を通じたが変化しなかった。次に、この溶液を煮沸して硫化水素を除去し、さらに硝酸を加えて再び煮沸した。その後、赤色リトマス試験紙が青色に変わるまで希アンモニア水を加えたところ赤褐色沈殿 が生じたので、ろ過を行い、ろ液は操作5により処理した。

操作5)ろ液に硫化水素を通じたところ白色沈殿 が生じたのでろ過した。ろ液は操作6により処理した。

操作6)ろ液の炎色反応を試みたところ橙赤色を示した。また、ろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ白色沈殿 が生じた。

操作7) 試料溶液(C)に希塩酸を加えたところ白色沈殿 が生じたので、ろ過を行い、ろ液は操作8により処理した。ろ紙上の白色沈殿に熱湯を注いだが変化しなかった。

操作8)ろ液に硫化水素を通じたところ黒色沈殿 が生じたので、ろ過を行い、ろ液は操作9により処理した。生じた黒色沈殿を蒸発皿に移して、硝酸を加えて煮沸すると溶解した。得られた溶液に希アンモニア水を少量加えたところ淡青色沈殿 が生じた。さらに希アンモニア水を過剰に加えると沈殿は溶解し、溶液は深青色を示した。

操作9)ろ液を二分し、一方は炎色反応を試みたところ赤紫色を示した。二分したもう一方のろ液を煮沸して硫化水素を除去した後、硝酸を加えて再び煮沸した。その後、赤色リトマス試験紙が青色に変わるまで希アンモニア水を加えたが変化しなかった。得られた溶液に硫化水素を通じたが変化はなく、さらに炭酸アンモニウム水溶液を加えても変化はみられなかった。

以上のことから、試料溶液(A)には , , が、試料溶液(B)には , , が、試料溶液(C)には , , が含まれると判断した。

1 ~ 10 に対する解答群

- | | | | |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| ① AgCl | ② BaCl ₂ | ③ CaCl ₂ | ④ PbCl ₂ |
| ⑤ BaCO ₃ | ⑥ CaCO ₃ | ⑦ BaSO ₄ | ⑧ CaSO ₄ |
| ⑨ CuSO ₄ | ⑩ CuS | ① MnS | ② ZnS |
| ③ Ag ₂ CrO ₄ | ④ PbCrO ₄ | ⑤ BaCrO ₄ | ⑥ Cu(OH) ₂ |
| ⑦ Fe(OH) ₃ | | | |

11 ~ 19 に対する解答群

- | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① Ag ⁺ | ② Ba ²⁺ | ③ Ca ²⁺ | ④ Cu ²⁺ | ⑤ Fe ³⁺ |
| ⑥ K ⁺ | ⑦ Mn ²⁺ | ⑧ Pb ²⁺ | ⑨ Zn ²⁺ | |

Ⅱ 次の文章を読み、空欄 ～ にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、アボガドロ定数を $6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$ とし、 $2.15^3 \approx 10$ とする。計算は有効数字3桁まで行い、四捨五入して有効数字2桁で答えよ。

[1] イオン結晶とは、陽イオンと陰イオンの間に がはたらき、両イオンが によって結びつくことで規則的に配列した固体のことである。イオン結晶の性質は、 の強さと関係しており、隣接する陽イオンと陰イオンの中心間の距離（イオン間距離）が小さいほど は 。図1はハロゲン化ナトリウム（NaF, NaCl, NaBr, NaI）の融点を、図2は2族元素の酸化物（MgO, CaO, SrO, BaO）の融点を、それぞれの結晶のイオン間距離に対して表したグラフである（ $1.00 \text{ nm} = 1.00 \times 10^{-7} \text{ cm}$ ）。

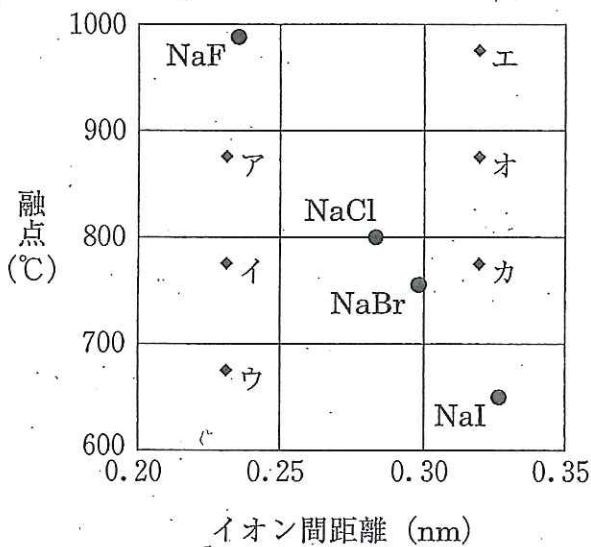


図1

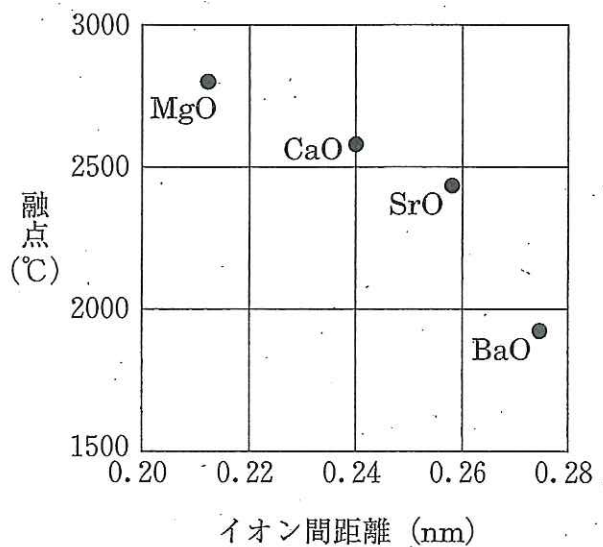


図2

それぞれのグラフにおいて、イオン間距離が大きいほど結晶の融点が 傾向がみられる。KClはNaClと同じ結晶構造をもつイオン結晶である。図1中の点ア～カのうち、KClに対する融点とイオン間距離の関係を表す点として、最もふさわしいものは である。また、図2中のイオン結晶は、いずれも図1中のイオン結晶より融点が高い。これは、図2中のイオン結晶のほうが陽イオンと

陰イオンの の積の絶対値が大きく、 が強いのである。

[2] 気体の Cl_2 と加熱した Na が反応すると、白煙状の NaCl が生成する。この反応では、 の小さい Na が電子を放出して Na^+ となり、 と同じ安定な電子配置をとる。このとき、 Na^+ の電子殻を占める電子の個数は、 K 殻に 個、 L 殻に 個、 M 殻に 個となる。また、 Na^+ の半径は、 の半径よりも大きい。また、 の大きい Cl は電子を受け取って Cl^- となり、 と同じ安定な電子配置をとる傾向がある。

[3] NaCl の結晶は、図3のように陽イオン (Na^+) と陰イオン (Cl^-) が3次元的に規則正しく配列した立方体の単位格子をもつ。この単位格子において、 Na^+ だけに着目すると、その結晶構造は である。単位格子の中には、 個の Na^+ と 個の Cl^- が含まれており、 Na^+ の配位数は である。

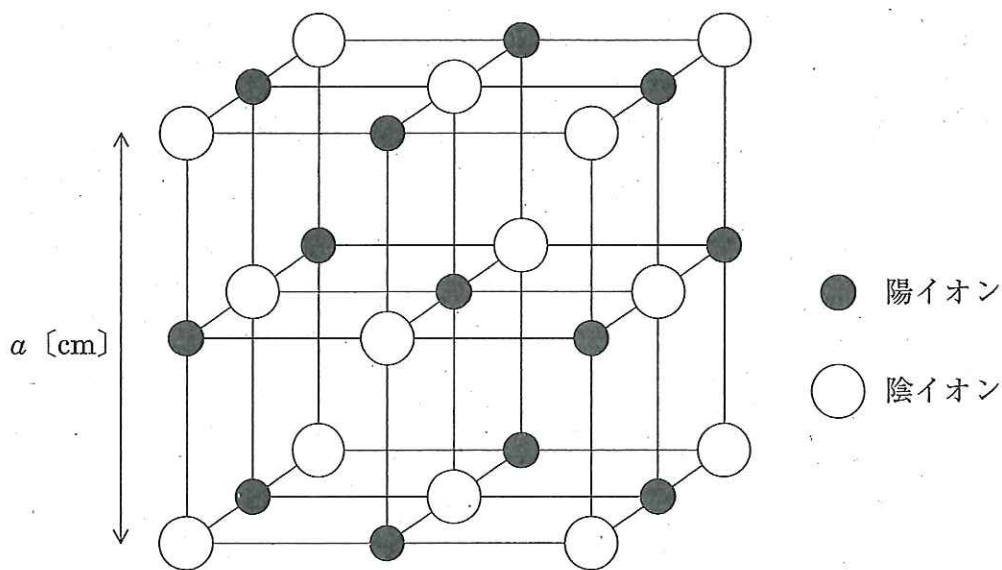


図3

[4] 図3と同じ単位格子をもつイオン結晶について、そのモル質量を M [g/mol]、単位格子の一辺の長さを a [cm]、アボガドロ定数を N_A [/mol] とすると、密度は [g/cm³] と表される。あるイオン結晶のモル質量が 150 g/mol、密度が 3.70 g/cm³ のとき、単位格子の一辺の長さは cm となる。また、隣接

27 , 33 に対する解答群

- ① He ② Ne ③ Ar ④ Kr ⑤ Xe ⑥ Rn

28 ~ 30 , 35 ~ 37 に対する解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

31 に対する解答群

- ① F^- ② Mg^{2+} ③ O^{2-} ④ K^+ ⑤ Ba^{2+} ⑥ I^-

34 に対する解答群

- ① 面心立方格子 ② 体心立方格子 ③ 六方最密構造
④ 無定形 ⑤ 塩化セシウム型結晶格子 ⑥ 平面構造

38 に対する解答群

- ① $M/N_A a^3$ ② $4M/N_A a^3$ ③ $8M/N_A a^3$
④ $N_A/M a^3$ ⑤ $4N_A/M a^3$ ⑥ $8N_A/M a^3$

39 , 40 に対する解答群

- ① 1.1×10^{-8} ② 1.4×10^{-8} ③ 1.8×10^{-8} ④ 2.1×10^{-8}
⑤ 2.4×10^{-8} ⑥ 2.8×10^{-8} ⑦ 3.3×10^{-8} ⑧ 3.9×10^{-8}
⑨ 4.2×10^{-8} ⑩ 5.1×10^{-8} a 5.9×10^{-8} b 6.5×10^{-8}
c 7.2×10^{-8} d 8.5×10^{-8} e 9.4×10^{-8}

41 に対する解答群

- ① NaF ② NaCl ③ NaBr ④ NaI
⑤ MgO ⑥ CaO ⑦ SrO ⑧ BaO

Ⅲ 次の文章を読み、空欄 ～ にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$ とする。

[1] 分子式 C_8H_{10} で表される有機化合物のうち、ベンゼン環をもつ化合物は 種類存在する。そのなかから化合物Aと化合物Bを選び、それぞれに酸性条件下で過マンガン酸カリウムを加えて加熱したところ、化合物Aからは化合物Cが、化合物Bからは化合物Dが生成した。また、化合物Cと化合物Dはどちらも共通の分子式 $C_xH_yO_z$ ($x = \text{43}$, $y = \text{44}$, $z = \text{45}$) で表される化合物になった。また、少量の化合物Cおよび化合物Dをそれぞれ水に溶かしたところ、得られた水溶液は を示した。

化合物Cを 8.3 g とって加熱したところ、分子内で脱水がおこり化合物Eに変化した。このとき、水が g 生じた。一方、化合物Dは化合物Cと同じ条件で加熱しても分子内で脱水がおこらなかった。また、化合物Cに酸触媒と多量のメタノールを加えて加熱したところ、化合物Fが生成した。その構造式は となる。

[2] 分子式 $C_8H_{10}O$ で表される有機化合物がベンゼン環をもつ芳香族有機化合物であるとき、 種類の異性体が存在する。なお、光学異性体の対は2種類の異性体として区別する。これらの異性体のうち、ベンゼン環に2個の置換基がある場合は、オルト異性体は 種類、メタ異性体は 種類、パラ異性体は 種類、存在する。また、これらの異性体のうち、ナトリウムと反応しないものは 種類あり、 に分類される。一方、これらの異性体の溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色するものは 種類あり、 に分類される。

42 ~ **45** , **49** ~ **53** , **55** に対する解答群

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |
| ⑪ a 11 | ⑫ b 12 | ⑬ c 13 | ⑭ d 14 | ⑮ e 15 |
| ⑯ f 16 | ⑰ g 17 | ⑱ h 18 | ⑲ i 19 | ⑳ j 20 |

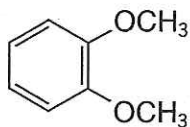
46 に対する解答群

- | | | |
|--------|--------|------|
| ① 強酸性 | ② 弱酸性 | ③ 中性 |
| ④ 弱塩基性 | ⑤ 強塩基性 | |

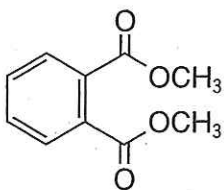
47 に対する解答群

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| ① 0.30 | ② 0.45 | ③ 0.60 | ④ 0.90 | ⑤ 1.2 |
| ⑥ 1.8 | ⑦ 3.0 | ⑧ 4.5 | ⑨ 9.0 | |

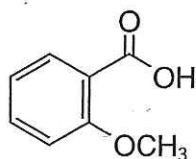
①



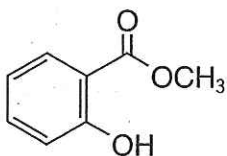
②



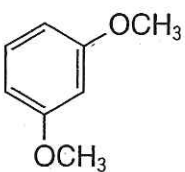
③



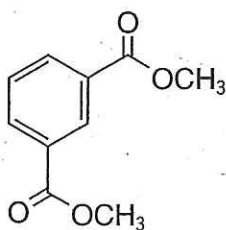
④



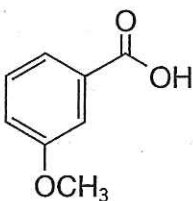
⑤



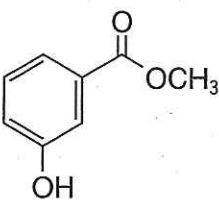
⑥



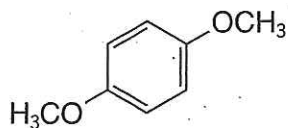
⑦



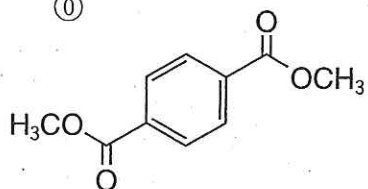
⑧



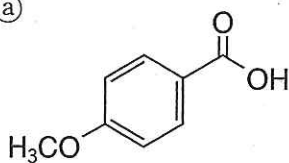
⑨



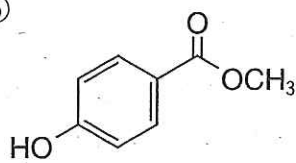
⑩



a



b



① エーテル

② アルコール

③ フェノール類

④ アルデヒド

⑤ ケトン

⑥ カルボン酸

⑦ アルカン

⑧ アルケン

⑨ アルキン