化　　学

必要ならば，原子量，アボガドロ定数 N_A および気体定数 R として次の値を使え。

H：1.0，　C：12，　O：16，　Na：23，　Cl：35，　Fe：56

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

$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)

Ⅰ　（配点 50）

次の文を読み，（1）～（8）の問いに答えよ。数値での解答は，**有効数字 2 桁**で示せ。

沸騰水に，質量パーセント濃度 32.2 %の塩化鉄(Ⅲ)水溶液 1.00 g を加えて混ぜると，水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子を含む溶液が得られた。この溶液をセロハン袋に入れ水中に浸しておくと，i) コロイド粒子はセロハン袋の中にとどまり，小さい分子やイオンはセロハン袋の外に移る。この現象を利用して，水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液を精製した。ii) 精製した水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に水を加えて 100 mL とし，27℃での浸透圧を測定したところ，2.49×10^2 Pa であった。

水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液は，次のような性質を示した。iii) コロイド溶液に電極を浸して直流電圧をかけると，コロイド粒子は陰極のほうへ移動した。iv) コロイド溶液に少量の電解質を加えると沈殿が生じた。v) コロイド溶液に横から強い光線を当てると，光の進路が明るく輝いて見えた。また，vi) 限外（暗視野）顕微鏡を用いると，コロイド粒子が不規則に運動する様子を観察できた。

（1）　沸騰水中で塩化鉄(Ⅲ)から水酸化鉄(Ⅲ)が生成する反応の化学反応式を記せ。

（2）　水酸化鉄(Ⅲ)コロイドの精製過程で，セロハン袋の外の水に硝酸銀水溶液を加えると白色の沈殿が生じた。この反応の化学反応式を記せ。

（3）　下線部 i），iii）および iv）の現象を表す最も適切な語句を**解答群 1** からそれぞれ選び，番号で記せ。

解答群 1

①　塩析	②　透析	③　凝析
④　再結晶	⑤　電解精錬	⑥　電気泳動

（4） 下線部ii）のコロイド溶液について，1）～3）の問いに答えよ。ただし，すべての塩化鉄(Ⅲ)は水酸化鉄(Ⅲ)コロイド粒子に変化したものとし，浸透圧はファントホッフの法則に従うものとせよ。

1）コロイド溶液に含まれる水酸化鉄(Ⅲ)の質量は，計算上何gか。

2）コロイド粒子のモル質量は，計算上何g/molか。

3）コロイド粒子1個の中に平均何個の鉄(Ⅲ)イオンが含まれるか。

（5） 下線部v）および vi）で観察された性質をそれぞれ何というか。

（6） 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子を最も効果的に沈殿させる電解質を**解答群2**から1つ選び，**化学式**で示せ。

解答群2

塩化カルシウム	塩化ナトリウム	硝酸アルミニウム
硫酸マグネシウム	リン酸ナトリウム	

（7） コロイドでない物質を**解答群3**から1つ選び，番号で記せ。

解答群3

① 牛乳	② 墨汁
③ マヨネーズ	④ 飽和食塩水

（8） コロイドに関する記述として，**誤っているもの**を**解答群4**から1つ選び，番号で記せ。

解答群4

① コロイド粒子の直径は，約10^{-5}～10^{-3} mである。

② デンプンやタンパク質は分子量が大きいため，1分子でもコロイド粒子としてはたらく。

③ 雲は，エーロゾルとよばれるコロイドの一種である。

④ コロイド粒子を含む溶液をゾルという。

Ⅱ　（配点 50）

次の文を読み，（1）～（4）の問いに答えよ。

原子，分子，イオンなどの構成粒子が規則正しく配列した構造をもつ固体を結晶という。構成粒子間の結合のしかたによって，次に示す4種類の結晶に分類される。

金属結晶は，金属原子が結合してできた結晶であり，［　i　］。金属結晶では，価電子は特定の原子にとどまらず，結晶中のすべての原子に共有されながら，金属結晶中を移動する。このような価電子を［　ア　］という。

共有結合の結晶は，多数の原子が共有結合で結びつくことで形成され，［　ii　］。

分子結晶は，分子が規則正しく配列した構造をもち，［　iii　］。例えば，ヨウ素の結晶では，ヨウ素分子が［　イ　］によって引き合い，規則正しく配列している。また，氷の結晶は，1個の水分子に対して4個の水分子が［　ウ　］によって引き合い，すきまの多い構造をとる。［　イ　］や［　ウ　］のような分子間にはたらく力や結合を分子間力という。

イオン結晶では，陽イオンと陰イオンが静電気力で引き合って結びついている。例えば，塩化ナトリウムの結晶では，Na^+とCl^-がイオン結合によって規則正しく配列している。イオン結晶は，［　iv　］。

（1）［　i　］～［　iv　］にあてはまる性質を**解答群1**から選び，番号で記せ。ただし，重複して選んではいけない。

解答群1

① 固体では電気を通さないが，液体や水溶液になると電気をよく通す
② 硬くて，融点が非常に高い
③ 電気や熱をよく通し，展性・延性に富む
④ 軟らかくて，融点が低い

（2）共有結合の結晶を**解答群2**からすべて選び，番号で記せ。

解答群2

① フッ化ナトリウム	② 石英	③ ダイヤモンド
④ 銀	⑤ ドライアイス	⑥ 酸化マグネシウム

（3） ア ～ ウ にあてはまる最も適切な語句を記せ。

（4） **図1**に，塩化ナトリウムの単位格子を示す。1）～3）の問いに答えよ。ただし，$5.6^3 = 176$ とせよ。

1）単位格子中に含まれる Na^+ は何個か。

2）単位格子の質量は何 g か。**有効数字2桁**で示せ。

3）塩化ナトリウムの結晶の密度は何 g/cm^3 か。**有効数字2桁**で示せ。

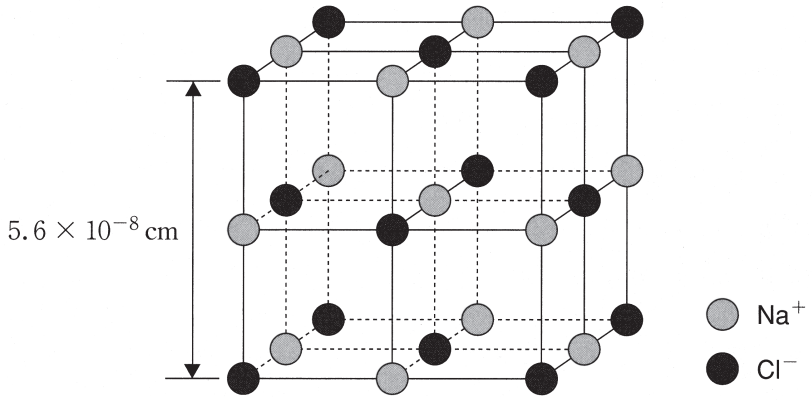


図1

Ⅲ　（配点 50）

次の〔1〕および〔2〕の文を読み，（1）～（8）の問いに答えよ。構造式はすべて**例1**にならって記せ。

〔1〕 炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置換した化合物をアルコールという。また，酸素原子に2つの炭化水素基が結合した化合物をエーテルという。同じ分子式をもつアルコールとエーテルは，［ア］異性体であり，異なる性質を示す。

1-ブタノールには，1-ブタノール以外に［イ］種類の［ア］異性体がある。そのうち，［ウ］種類はエーテルに分類される。

（1）［ア］にあてはまる語句を記せ。

（2）［イ］および［ウ］にあてはまる**整数**を記せ。

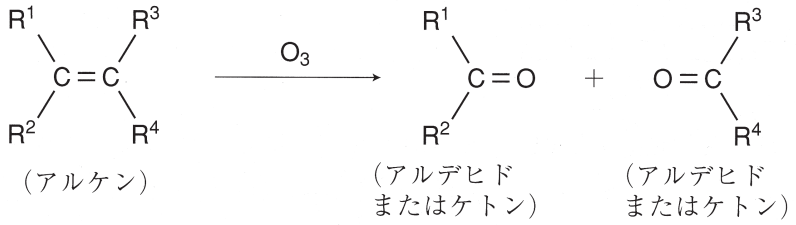
（3）同じ分子式のアルコールとエーテルを比べたとき，エーテルの性質として適切なものを**解答群1**から1つ選び，番号で記せ。

解答群1

① 水に溶けやすい。
② 沸点が低い。
③ 過マンガン酸カリウムで酸化される。
④ ナトリウムと反応する。

（4）1-ブタノールの異性体のうち，第三級アルコールの名称と構造式を記せ。

〔2〕 アルケンをオゾン O_3 により分解（オゾン分解）すると，次のように炭素－炭素二重結合が切断され，アルデヒドまたはケトンが生成する。R^1～R^4 は，炭化水素基または水素原子を示す。



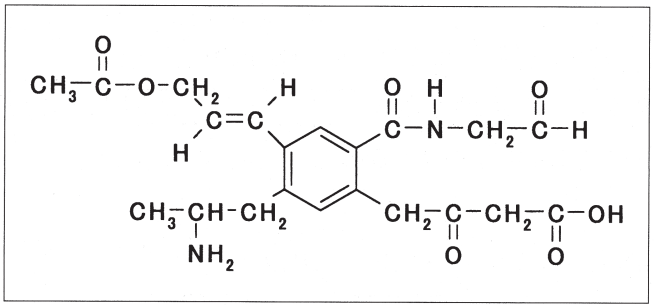
アルケン**A**をオゾン分解したところ，２種類の化合物**B**と**C**が生成した。**B**は，i）空気中で加熱して表面を酸化した銅線をメタノールの蒸気に触れさせることによっても得られる。一方，**C**は，ii）酢酸カルシウムの熱分解によっても得られる。

Bは刺激臭のある無色の気体で，水によく溶けた。また，**B**にフェーリング液を加えて加熱すると，iii）赤色沈殿が生じた。一方，**C**は芳香のある無色の液体で，水にも有機溶媒にもよく溶けた。また，**C**にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると，特有の臭気をもつiv）黄色沈殿が生じた。

（5） **B**および**C**の名称と構造式をそれぞれ記せ。

（6） **B**および**C**について，下線部ｉ）および ii）で起こる反応の化学反応式を記せ。

（7） 下線部iii）および iv）の化合物の化学式を記せ。

（8） **A**の名称と構造式を記せ。

例１