東海大学

2025 年度　一般選抜　化学

1 イオン結晶の構造にはいくつかの種類があり，図 1 に単位格子の例を示す。いずれの単位格子も立方体で，立方体の一辺の長さ (a_1，a_2) が単位格子の長さである。図 1 の左は塩化ナトリウムの構造であり，陰イオンが面心立方格子の位置にある。図 1 の右の構造は 2 種類の陽イオンと 1 種類の陰イオンから構成されている。陽イオン X は単位格子の中心に，陽イオン Y は単位格子の各頂点の位置にあり，陰イオン Z は各辺の中点の位置にある。

以下の各問いに答えなさい。ただし，各イオンは球形であり，陽イオンと陰イオンは接しているとする。

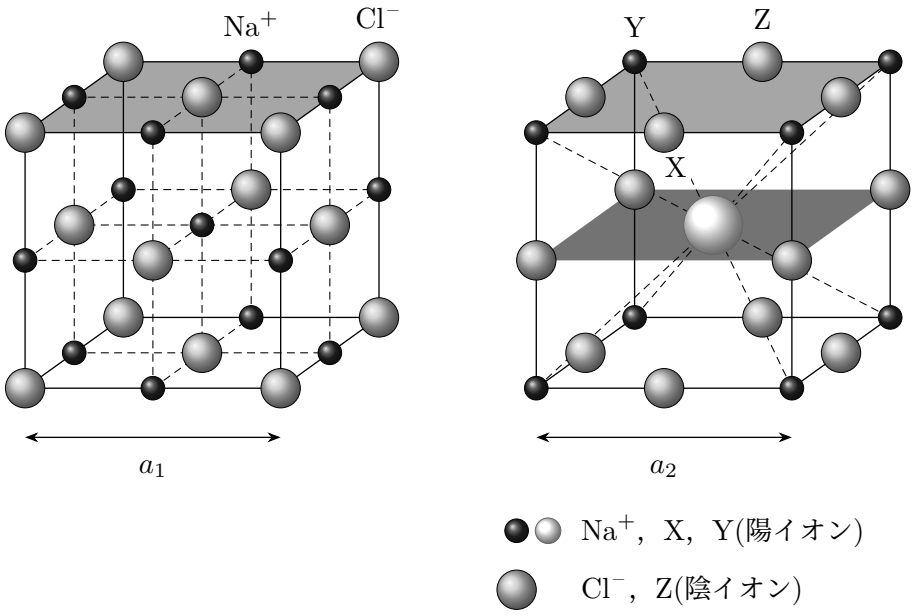


図 1　イオン結晶の単位格子

問 1　塩化ナトリウムの構造 (図 1 の左) について，次の (1) と (2) に答えなさい。ただし，ナトリウムイオンの半径，塩化物イオンの半径をそれぞれ 1.2×10^{-8} cm，1.7×10^{-8} cm とする。

(1) 塩化ナトリウムの単位格子の長さ (図 1 の左の a_1) は何 cm か。A〜F の中から最も近いものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A．2.3×10^{-8} cm　B．2.8×10^{-8} cm　C．3.3×10^{-8} cm　D．4.0×10^{-8} cm

E．4.5×10^{-8} cm　F．5.8×10^{-8} cm

(2) 塩化ナトリウムの密度は何 $\mathrm{g/cm^3}$ か。A〜F の中から最も近いものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. $1.1\,\mathrm{g/cm^3}$　B. $1.6\,\mathrm{g/cm^3}$　C. $2.0\,\mathrm{g/cm^3}$　D. $2.7\,\mathrm{g/cm^3}$

E. $3.2\,\mathrm{g/cm^3}$　F. $3.8\,\mathrm{g/cm^3}$

問 2　図 1 の右の構造をとるイオン結晶について，次の (1)〜(3) に答えなさい。

(1) このイオン結晶の組成式はどれか。A〜H の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. $\mathrm{XYZ_2}$　B. $\mathrm{XYZ_3}$　C. $\mathrm{XY_2Z_3}$　D. $\mathrm{XYZ_4}$　E. $\mathrm{XY_2Z_4}$　F. $\mathrm{XY_3Z_4}$

G. $\mathrm{X_2Y_2Z_3}$　H. $\mathrm{X_2Y_3Z_4}$

(2) 陽イオン X，Y のイオン半径をそれぞれ r_X，r_Y，陰イオン Z のイオン半径を r_Z と表したとき，これらのイオン半径と単位格子の長さ (図 1 の右の a_2) の間に成り立つ関係として正しいものはどれか。A〜E の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. $2(r_\mathrm{X}+r_\mathrm{Y})=a_2$　　B. $2(r_\mathrm{X}+r_\mathrm{Z})=a_2$

C. $2(r_\mathrm{X}+r_\mathrm{Z})=\sqrt{2}a_2$　　D. $2(r_\mathrm{Y}+r_\mathrm{Z})=\sqrt{2}a_2$

E. $2(r_\mathrm{X}+r_\mathrm{Y}+r_\mathrm{Z})=\sqrt{3}a_2$

(3) 陰イオン Z のイオン半径が $1.3\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$，単位格子の長さ a_2 が $4.0\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$ であるとき，陽イオン X と Y のイオン半径はそれぞれ何 cm か。A〜F の中から最も適切な組合せを一つ選んで，記号を記しなさい。

	X のイオン半径 r_X	Y のイオン半径 r_Y
A	$1.2\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$	$7.0\times10^{-9}\,\mathrm{cm}$
B	$1.5\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$	$7.0\times10^{-9}\,\mathrm{cm}$
C	$1.2\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$	$1.0\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$
D	$1.5\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$	$1.0\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$
E	$1.0\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$	$1.2\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$
F	$1.2\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$	$1.5\times10^{-8}\,\mathrm{cm}$

2 塩素酸カリウム 2452mg に少量の酸化マンガン (IV) を加え，加熱してすべて分解し気体 X を発生させた。この反応では原子 Y が還元され，その酸化数は値 Z から値 W へと変化した。水槽内に水を満たして倒置したメスシリンダーの中に発生した気体 X を導き，温度 27 ℃，圧力 1.013×10^5 Pa の大気圧のもとで，図 2 に示すように，(a) メスシリンダーの内側と外側で水面の高さがそろうまで捕集した。捕集後のメスシリンダー内の気体の体積は 0.400L であった。水の飽和水蒸気圧は 27 ℃で 4.3×10^3 Pa であるとして，以下の各問いに答えなさい。

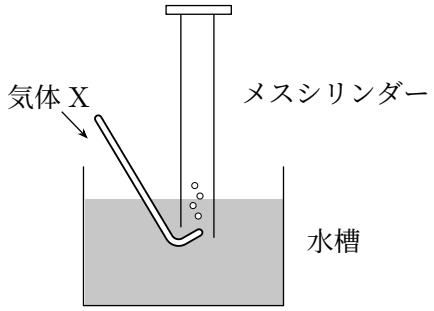


図 2　気体の捕集装置

問 1　気体 X は何か。A〜E の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. 水素　　B. 酸素　　C. オゾン　　D. 塩素　　E. 塩化水素

問 2　原子 Y は何か。A〜D の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. 酸素原子　　B. 塩素原子　　C. カリウム原子　　D. マンガン原子

問 3　値 Z はいくらか。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. +1　　B. +2　　C. +4　　D. +5　　E. +6　　F. +7

問 4　値 W はいくらか。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. −2　　B. −1　　C. 0　　D. +1　　E. +2　　F. +4

問 5　下線部 (a) の操作を行う理由は何か。A〜D の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. メスシリンダー内の気体 X の圧力を，大気圧に一致させるため。

B. メスシリンダー内の気体 X の圧力を，水の飽和水蒸気圧に一致させるため。

C. メスシリンダー内の気体 X の圧力と水の飽和水蒸気圧との和を，大気圧に一致させるため。

D. メスシリンダー内の気体 X の圧力と水の飽和水蒸気圧との差を，大気圧に一致させるため。

問 6　発生した気体 X のうち，捕集されたのは何 % か。A〜E の中から最も近いものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A．46%　B．48%　C．50%　D．52%　E．54%

問 7　次の (ア)〜(ウ) の方法で発生する，水蒸気以外の気体のうち，図 2 の捕集方法が適切ではない気体はどれか。A〜H の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

(ア) ギ酸を濃硫酸とともに加熱する。

(イ) 銅に希硝酸を反応させる。

(ウ) 塩化アンモニウムを水酸化カルシウムとともに加熱する。

A．(ア) のみ。　B．(イ) のみ。　C．(ウ) のみ。　D．(ア) と (イ)。

E．(ア) と (ウ)。　F．(イ) と (ウ)。　G．(ア)，(イ)，(ウ) すべて。　H．すべて適切である。

3 硫化水素は火山ガスや温泉水などに含まれ，実験室では硫化鉄 (II) に希硫酸を加えて発生させ，捕集する。硫化水素は水に溶けて 2 段階で電離し，弱酸性を示す。硫化物イオンは多くの金属イオンと反応して，水に溶けにくい硫化物の沈殿を作る。以下の各問いに答えなさい。ただし，25 ℃における硫化水素の第 1 段階の電離定数 $K_1 = 1.0 \times 10^{-7}$ mol/L，第 2 段階の電離定数 $K_2 = 1.0 \times 10^{-14}$ mol/L とする。

問 1　下線部の反応の化学反応式を書きなさい。

問 2　捕集した硫化水素を水に溶かして 0.10mol/L の硫化水素水溶液を調製した。この硫化水素水溶液の 25 ℃における pH はいくらか。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。ただし，$K_1 >> K_2$ のため第 1 段階の電離のみを考えればよい。

A．3.0　B．3.5　C．4.0　D．4.5　E．5.0　F．5.5

問 3　25 ℃において 0.10mol/L の硫化水素水溶液を pH = 2 に調整した。なお，pH 調整による体積変化は無視できる。次の (1) と (2) に答えなさい。

(1) この水溶液に含まれる硫化物イオンの濃度は何 mol/L か。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A．1.0×10^{-20} mol/L　B．1.0×10^{-18} mol/L　C．1.0×10^{-16} mol/L

D．1.0×10^{-14} mol/L　E．1.0×10^{-12} mol/L　F．1.0×10^{-10} mol/L

(2) (1) の硫化水素水溶液 0.50mL に，二価の金属イオン (M_i^{2+}，M_{ii}^{2+}，M_{iii}^{2+} とする) をそれぞ

れ 0.10mol/L 含む水溶液を 0.50mL 加えた。硫化物 M_iS，$M_{ii}S$ および $M_{iii}S$ の 25 ℃における溶解度積をそれぞれ $6.3 \times 10^{-36}\,(\mathrm{mol/L})^2$，$7.1 \times 10^{-28}\,(\mathrm{mol/L})^2$，$2.5 \times 10^{-10}\,(\mathrm{mol/L})^2$ とするとき，沈殿を生じさせる金属イオンはどれか。A〜H の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。ただし，生じる沈殿は硫化物のみ考えればよいものとする。

A. M_i^{2+} のみ。　B. M_{ii}^{2+} のみ。　C. M_{iii}^{2+} のみ。

D. M_i^{2+} と M_{ii}^{2+}。　E. M_i^{2+} と M_{iii}^{2+}。　F. M_{ii}^{2+} と M_{iii}^{2+}。

G. M_i^{2+}，M_{ii}^{2+}，M_{iii}^{2+} すべて。　H. すべて沈殿を生じさせない。

問 4　次の金属イオンを含む水溶液の中で，溶液の pH によらず硫化水素と反応して硫化物の沈殿を生じるものはいくつあるか。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

Cu^{2+}　Cd^{2+}　Fe^{2+}　Mn^{2+}　Pb^{2+}　Zn^{2+}

A. 1　B. 2　C. 3　D. 4　E. 5　F. 6

4 有機化合物に関する次の文章を読み，以下の各問いに答えなさい。

多数のアセチレンが（　ア　）すると，導電性高分子であるポリアセチレンが得られる。またアセチレンは，赤熱した鉄に触れさせると，（　イ　）分子が結合してベンゼンになる。ベンゼンにみられる炭素骨格をベンゼン環といい，ベンゼン環をもつ化合物を（　ウ　）族化合物という。ベンゼンに白金またはニッケルを触媒として，加圧下で水素と反応させると，シクロアルカンの一つであるシクロヘキサンを生じる。一方，ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物 (混酸) を作用させると，水よりも重く，特有の香りをもつ淡黄色の液体の化合物が生じる。

問 1　空欄（　ア　）にあてはまる語句はどれか。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. 縮合重合　B. 脱水縮合　C. 共重合　D. 架橋　E. 付加重合　F. 開環重合

問 2　空欄（　イ　）にあてはまる数字，および空欄（　ウ　）にあてはまる漢字二文字をそれぞれ書きなさい。

問 3　ベンゼンの炭素間距離は何 nm か。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。ただし，エタンの炭素間距離は 0.154nm，エチレンの炭素間距離は 0.134nm，アセチレンの炭素間距離は 0.120nm である。

A. 0.163nm　B. 0.151nm　C. 0.140nm　D. 0.130nm　E. 0.125nm　F. 0.118nm

問 4　シクロアルカン，シクロヘキサン等に関する (a)〜(e) の記述の中で，正しいものはいくつあるか。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

(a) シクロアルカンは環状構造を含む不飽和炭化水素である。

(b) シクロアルカンの一般式は C_nH_{2n} $(n \geqq 3)$ で表される。

(c) シクロアルカンはアルケンの構造異性体である。

(d) シクロヘキサンは，常温常圧で液体である。

(e) シクロヘキサンは室温では，ほとんどがいす形として存在している。

A．0　　B．1　　C．2　　D．3　　E．4　　F．5

問 5　下線部の反応は何か。A〜F の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A．スルホン化　　B．ハロゲン化　　C．エステル化　　D．塩素化

E．ニトロ化　　F．アセチル化

5 天然に存在する高分子化合物と，それを人工的に加工して得られる半合成高分子化合物に関する以下の各問いに答えなさい。

問 1　セルロースは β-グルコースの重合体であり，分子式は $[C_xH_yO_z(OH)_3]_n$ と表される。次の (1)〜(3) に答えなさい。

(1) x，y，z にあてはまる数字を書きなさい。

(2) セルロースの性質についての記述のうち，誤っているものはどれか。A〜E の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A. セルロースは還元性を示さない。

B. セルロースはヨウ素デンプン反応を示さない。

C. セルロースを酵素セルラーゼで加水分解すると，還元性を示す二糖類となる。

D. セルロースのグリコシド結合は強固であり，酸を加えて長時間加熱しても加水分解されない。

E. セルロースは多くの溶媒に溶けにくい。

(3) 少量の濃硫酸の存在下，セルロースに無水酢酸と氷酢酸を作用させると，アセテート繊維の原料であるトリアセチルセルロースが得られる。セルロース 10.0g からトリアセチルセルロースは最大何 g 得られるか。A〜G の中から最も近いものを一つ選んで，記号を記しなさい。

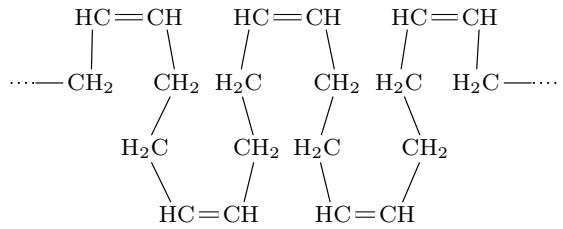
A．14.3g　　B．15.0g　　C．15.7g　　D．16.4g

E．17.1g　　F．17.8g　　G．18.5g

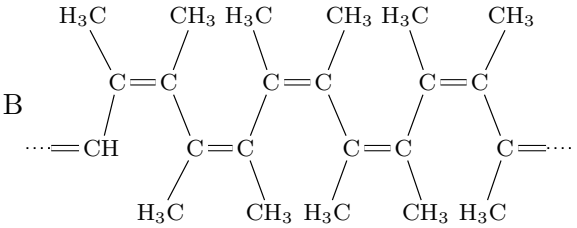
問 2　天然ゴムはゴムノキから得られるラテックス (イソプレン (C_5H_8) の重合体) に酸を加えて固めたものである。天然ゴムの分子中にはシス形の炭素－炭素二重結合があり，これによって分子全体が曲がりくねった形をとり，ゴム弾性を示す。しかし，炭素－炭素二重結合は空気中の酸素によって酸化されやすいため，天然ゴムは強度が弱い。次の (1) と (2) に答えなさい。

(1) 天然ゴムの分子構造はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで，記号を記しなさい。

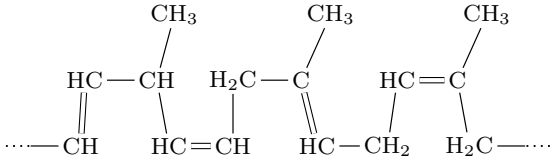
A



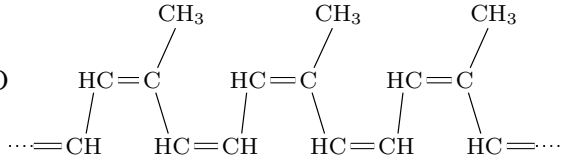
B



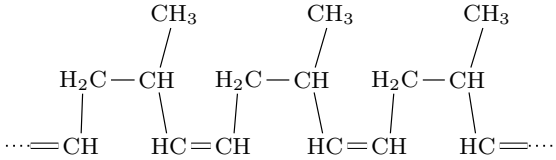
C



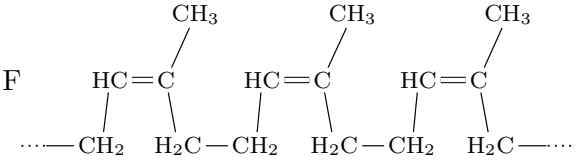
D



E



F



(2) 天然ゴムに加硫を行うと分子鎖間に架橋構造ができ，ゴムの弾性が大きくなり，化学的にも物理的にも強くなる。天然ゴムに加硫を行ったところ，重量が 47% 増加して硬質のゴム (エボナイト) ができた。このとき，天然ゴムの単量体であるイソプレン 1 分子当たり平均で何個の硫黄原子が天然ゴムに取りこまれたか。A〜G の中から最も近いものを一つ選んで，記号を記しなさい。

A．0.2　　B．0.4　　C．0.6　　D．0.8　　E．1.0　　F．2.0　　G．3.0