

令和7年度 理工学群 総合型選抜

化 学 $\frac{1}{6}$

【解答にあたっての注意】

必要があれば、次の値を用いること。

原子量：H 1.0, C 12, O 16

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

Ⅰ 次の文章を読んで、問1～8に答えよ。

いくつかの元素では (a)同素体 が存在する。(ア) 族元素である酸素 O には無色無臭の (イ) と淡青色で特異臭をもつ (ウ) という分子がある。(ウ) は有毒な (b)気体 である。同じく (ア) 族元素である硫黄 S の同素体には安定な (エ) 硫黄の他に (オ) 硫黄と弾性を持つゴム状硫黄がある。ゴム状硫黄は (c)高分子化合物 の一種である。

(カ) 族元素である炭素 C も多くの同素体が知られている。(キ) は炭素原子の価電子すべてが共有結合に使われ、正四面体が三次元的に繰り返された構造を持つものである。一方、黒鉛は (d)柔らかく電気を通す ことで知られ、乾電池の電極として使われている。さらに、炭素には球状分子の (ク) がある。

問1 下線(a)について、同素体とは何か答えよ。

問2 (ア)～(ク) に最もふさわしい語句または数字を入れよ。ただし、(イ) と (ウ) は分子式である。

問3 炭素 C、酸素 O、硫黄 S 以外に同素体のある元素を元素記号で答えよ。また、その元素の族を数字で答えよ。

問4 下線(b)について、大気圧下で -150°C にすると液体になった。この状態変化の名称を答えよ。

問5 以下の物質から、共有結合の結晶をつくるものを1つ選べ。

- ① 二酸化ケイ素 ② 窒素 ③ 塩化ナトリウム ④ チタン

令和7年度 理工学群 総合型選抜

化 学 $\frac{2}{6}$

問6 下線(c)について，間違いが含まれる文章を以下から2つ選べ。また，それぞれの誤りを正せ。

- ① 一種類または数種類のモノマーが次々に共有結合でつながってできる大きな分子をポリマーという。
- ② ポリプロピレンは多数のプロペン分子の反応でできる。
- ③ スチレンは縮合重合すると緩衝材に使われるポリスチレンとなる。
- ④ エチレングリコールとテレフタル酸を反応させると水 H_2O が生じ，ポリエチレンテレフタレート (PET) ができる。
- ⑤ 石油を原料として作られる高分子化合物を天然高分子化合物という。

問7 下線(d)について，黒鉛が柔らかい理由と電気を通す理由をそれぞれ答えよ。

問8 1991年に，飯島澄男博士によって発見された「炭素原子が網目のように結びついて筒状になった炭素の同素体」の物質名を答えよ。

令和7年度 理工学群 総合型選抜

化 学 $\frac{3}{6}$

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～10に答えよ。

シュウ酸 $(\text{COOH})_2$ は (ア) 価の弱酸であり、水溶液中では部分的に (イ) して水素イオンを放出する。このように水溶液中で水素イオンを生じる物質は、(ウ) の定義により酸と分類される。なお生成した水素イオンは、水分子と (エ) 結合して (オ) として存在している。

シュウ酸二水和物 2.34 g を正確にはかり取り、(a)メスフラスコにより 100 mL の水溶液 (水溶液A) とした。水溶液Aの水素イオン指数 pH は 1.00 であった。水溶液Aではシュウ酸の一部が水素イオンを1つ放出していると仮定して、シュウ酸の (イ) 度を (カ) と決定した。さらに(b)ホールピペットを用いて、10.0 mL の水溶液Aを正確に(c)コニカルビーカーに移した。濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液 (水溶液B) を(d)ビュレットにより滴下し、11.3 mL を加えたときにコニカルビーカー内のシュウ酸が(e)完全に中和されたと判断した。この滴下量から、水溶液Bにおける水酸化ナトリウムのモル濃度を (キ) mol/L と決定した。

問1 (ア) に適切な数字、(イ) ～ (オ) に最もふさわしい語句または人名を入れよ。

問2 (ウ) の定義よりも広い視点から、水溶液中以外でも酸・塩基の反応を説明できるようにした定義を何と呼ぶか。また、その定義では酸と塩基がどのように定義されるかそれぞれ説明せよ。

問3 水溶液Aにおけるシュウ酸のモル濃度を有効数字3桁で求めよ。

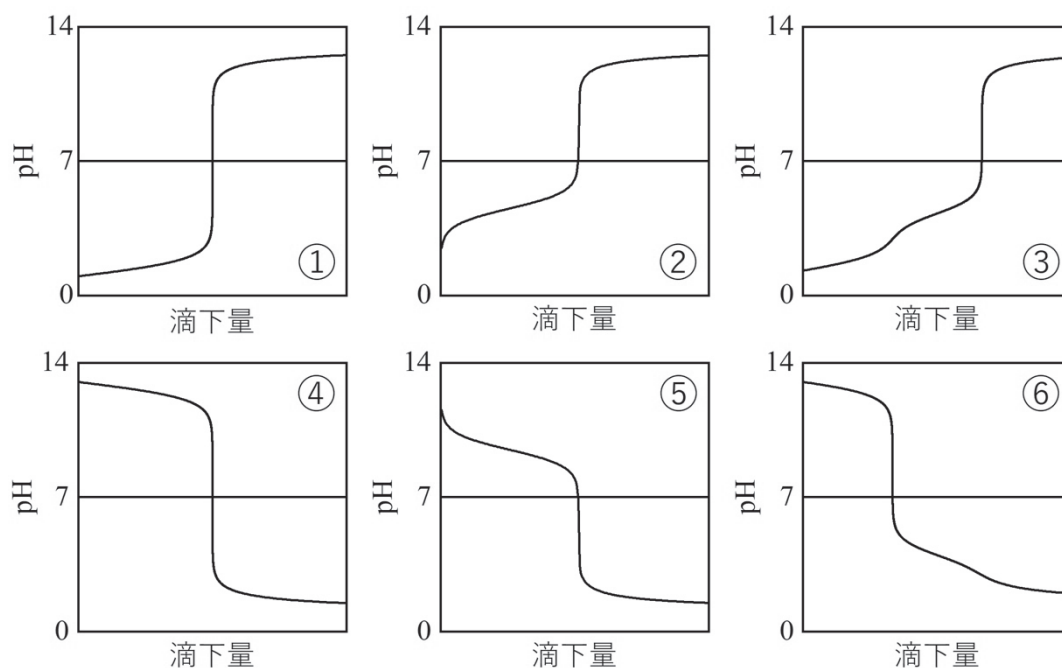
問4 (カ) に適切な値を有効数字2桁で入れよ。

問5 下線(a)～(d)の器具のうち、内部が純水で濡れたまま使用してはならないものを全て選び、その理由を述べよ。また、選んだ器具が濡れていた場合にはどのように使用すれば良いか説明せよ。

問6 滴定前から下線(e)までの (ア) 段階の中和反応全体の化学反応式を示せ。

問7 (キ) に適切な値を有効数字2桁で入れよ。

問8 この実験における水溶液Bの滴下量に対するコニカルビーカー内の溶液のpHの関係として、最もふさわしいものを以下の①～⑥から1つ選べ。



問9 シュウ酸は弱酸であるが、中和滴定の量的関係は用いる酸・塩基の強弱には影響されない。その理由を説明せよ。

問10 一般に、中和反応が完了したことをどのように決定することができるか、例を1つ挙げて説明せよ。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～10に答えよ。

分子どうしが（ ア ）で引き合い、規則正しく配列してできる結晶を（ イ ）という。例として、水の固体である氷や二酸化炭素の固体である（ ウ ）がある。

(a)氷の密度は液体の水の密度よりも小さく、氷は水に浮く。氷を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の外圧の下で加熱すると水になり、さらに加熱すると(b)沸騰する。水の沸騰とは、加熱するに従って（ エ ）の圧力が大きくなり、液体の内部からも（ エ ）が泡となって発生する現象のことである。また、その時の(c)温度を（ オ ）という。

一方、（ ウ ）を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の外圧の下で加熱すると、(d)固体から気体に変化する。この変化を（ カ ）といい、逆の変化を（ キ ）という。二酸化炭素を 31°C で高压（ $7.35 \times 10^6 \text{ Pa}$ ）にすると、(e)液体と気体の中間的な性質をもつ状態になる。この状態の物質を（ ク ）という。二酸化炭素の（ ク ）は(f)コーヒーからカフェインを除く工程など、工業的にも幅広く利用されている。

水と二酸化炭素を利用して、以下のような実験を行った。9.0 g の氷と 66 g の（ ウ ）を 16.6 L の真空状態の密閉容器に入れ、 27°C まで加温した後に長時間放置したところ、容器内の固体は(g)全て気体に変化していた。

- 問1 （ ア ）～（ ク ）に最もふさわしい語句を入れよ。ただし、異なる記号には異なる語句が入るものとする。
- 問2 下線(a)の性質が生じる理由を説明せよ。
- 問3 下線(b)の沸騰は、どのような状態の時に起こるか。圧力の観点から説明せよ。
- 問4 下線(c)の温度を下げるには外圧をどのように変化させれば良いか。
- 問5 温度一定のまま、下線(d)のような変化を水で実現するには外圧を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ からどのように変化させれば良いか。
- 問6 下線(e)のように（ ク ）は液体や気体に共通する性質を有する。それぞれの性質について説明せよ。
- 問7 下線(f)において、二酸化炭素の（ ク ）が有する利点は何か。
- 問8 下線(g)の状態において、容器を満たしている気体の物質量の合計を有効数字2桁で求めよ。

令和7年度 理工学群 総合型選抜

化 学 $\frac{6}{6}$

問 9 下線(g)の状態の容器内の全圧を有効数字2桁で求めよ。

問 10 下線(g)の状態の容器内における二酸化炭素の分圧を有効数字2桁で求めよ。