

# 化 学

必要に応じて、1つの解答欄に複数個のマークをして良い。

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数にしたがい解答する。

解答例：解答欄が指数形式の場合、280、2.8、0.028は、各々、 $\boxed{2} \cdot \boxed{8} \times 10^{\boxed{2}}$ 、 $\boxed{2} \cdot \boxed{8} \times 10^{\boxed{0}}$ 、 $\boxed{2} \cdot \boxed{8} \times 10^{-\boxed{2}}$ と解答する。

：解答欄が指数形式でかつ符号を選択する場合、 $10^0$ は $10^{\boxed{+}\boxed{0}}$ と解答する。

：解答欄が2桁の場合、6は $\boxed{0} \boxed{6}$ 、16は $\boxed{1} \boxed{6}$ と解答する。

：解答欄が3桁の場合、6は $\boxed{0} \boxed{0} \boxed{6}$ 、16は $\boxed{0} \boxed{1} \boxed{6}$ 、216は $\boxed{2} \boxed{1} \boxed{6}$ と解答する。

I 以下の問に答えよ。[解答欄  $\boxed{\text{ア}}$  ~  $\boxed{\text{ソ}}$  ]

問 1 以下の文章を読み、問に答えよ。

ハロゲンの原子は7個の価電子をもつため、1価の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体は酸化力が強く、陰性も強いので、多くの元素と化合物を形成する。このような化合物を総称してハロゲン化物という。ハロゲン化物には、イオン結合でできる化合物と共有結合でできる分子がある。イオン結合でできるハロゲン化物は[a]元素との化合物である。

ハロゲンの単体は二原子分子である。ハロゲンの性質から、原子番号が大きくなるにしたがって、単体の融点は  $\boxed{\text{ア}}$  なり、沸点は  $\boxed{\text{イ}}$  なる。また、ハロゲンの単体は、それぞれ独特の色を有している。常温では、フッ素は  $\boxed{\text{ウ}}$  の気体、臭素は  $\boxed{\text{エ}}$  の液体、塩素は黄緑色の  $\boxed{\text{オ}}$ 、ヨウ素は黒紫色の  $\boxed{\text{カ}}$  である。

(1)  $\boxed{\text{ア}}$ 、 $\boxed{\text{イ}}$  に適切な語を入れよ。同じものを2度使用しても良い。

- ① 高 く
- ② 低 く

(2)  ,  に当てはまる色を①～⑨より選べ。同じものを2度使用しても良い。

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① 白色  | ② 赤紫色 | ③ 赤褐色 |
| ④ 淡桃色 | ⑤ 黄緑色 | ⑥ 淡黄色 |
| ⑦ 青緑色 | ⑧ 淡青色 | ⑨ 無色  |

(3)  ,  に当てはまる語を①～③より選べ。同じものを2度使用しても良い。

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ① 固体 | ② 液体 | ③ 気体 |
|------|------|------|

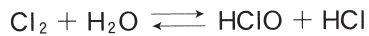
(4) 周期表上で、[a]元素に分類される元素を①～⑨よりすべて選べ。

- |        |         |       |
|--------|---------|-------|
| ① 硫黄   | ② クリプトン | ③ クロム |
| ④ スズ   | ⑤ ナトリウム | ⑥ ヒ素  |
| ⑦ ヘリウム | ⑧ ホウ素   | ⑨ リン  |

(5) 上記(4)で選択した元素の単体に共通する性質を①～⑧よりすべて選べ。

- ① 価電子は全ての原子に共有されている。
- ② 価電子は特定の原子間で共有されている。
- ③ 電気伝導性をもつ
- ④ 電気伝導性をもたない
- ⑤ 熱伝導性が良い
- ⑥ 熱伝導性が悪い
- ⑦ 叩くと薄く広がる
- ⑧ 叩くと割れやすい

問 2 ハロゲンのオキソ酸には、次亜ハロゲン酸、亜ハロゲン酸、ハロゲン酸、過ハロゲン酸がある。このうち、次亜ハロゲン酸はハロゲンが水に溶けるときに生成する。塩素が水に溶ける時に生じる次亜塩素酸がその例である。



このとき、塩素は、塩素原子の酸化数が  の次亜塩素酸と、 の塩化物イオンに変化する。

- (1) 塩素原子の酸化数、 と  を答えよ。 と  は符号とし、+ならば①、-ならば②を選べ。ただし、酸化数 0 の場合は +0 と解答せよ。

A :

B :

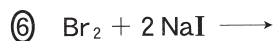
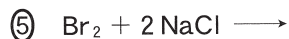
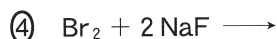
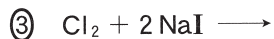
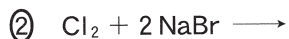
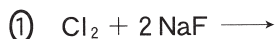
- (2) 次の塩素のオキソ酸のなかで、酸化力の最も弱いものを①～④より 1 つ選べ。

① 次亜塩素酸      ② 亜塩素酸      ③ 塩素酸      ④ 過塩素酸

- (3) 塩素のオキソ酸は水溶液中で電離する。水素イオンとして電離する水素原子は、 に結合している。 に当てはまるものを①～④より 1 つ選べ。

① 塩素原子                                  ② 酸素原子  
 ③ 塩素原子と酸素原子                  ④ 水分子

問 3 以下のうち、反応が起こるものをすべて選べ。



II 以下の問に答えよ。[解答欄  ~  ]

問 1 溶液の凝固点は、その調製に用いた純粋な溶媒(純溶媒)の凝固点と一致しない。不揮発性物質の希薄溶液の場合、溶液の凝固点は、溶液の質量モル濃度に依存して変化する。図 1 に、ある溶液と、その調製に用いた純溶媒の冷却曲線を示した。このとき、溶液の冷却曲線は、図 1 の  で示される。また、純溶媒の凝固点と溶液の凝固点の差(以下  $\Delta t$  で表す。)は、図 1 の  と  の差で求めることができる。

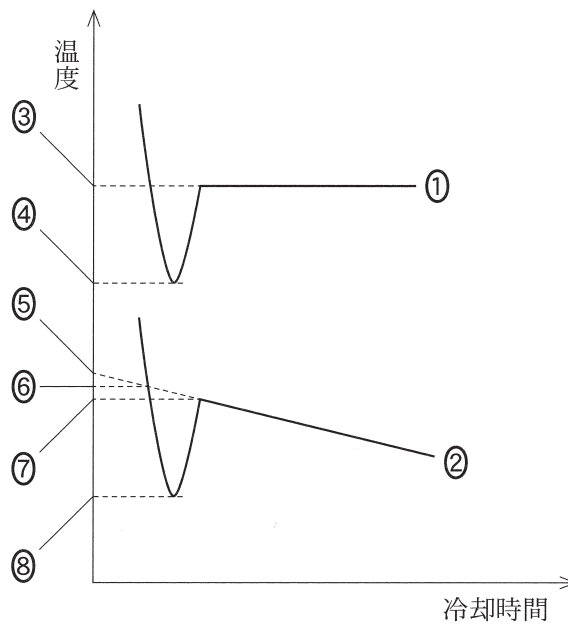


図 1

(1)  に当てはまる記号を図 1 の①~②より選べ。

(2)  と  に当てはまる記号を図 1 の③~⑧より選べ。ただし、 は③~④より、 は⑤~⑧より選べ。

- (3) 陽イオン  $A^+$ 、陰イオン  $B^{2-}$  からなる塩  $A_2B$  がある。塩  $A_2B$  が溶けた質量モル濃度  $0.5 \text{ mol/kg}$  の水溶液の  $\Delta t$  は、 $2.5 \text{ }^\circ\text{C}$  であった。図 2 に、塩化ナトリウム水溶液とグルコース水溶液の、質量モル濃度と  $\Delta t$  の関係を示した。図 2 を用いて、塩  $A_2B$  水溶液の  $\Delta t$  測定時における電離度を小数点以下第二位まで求めよ。ただし、塩化ナトリウムは完全に電離するとして考えよ。

エ . オ カ

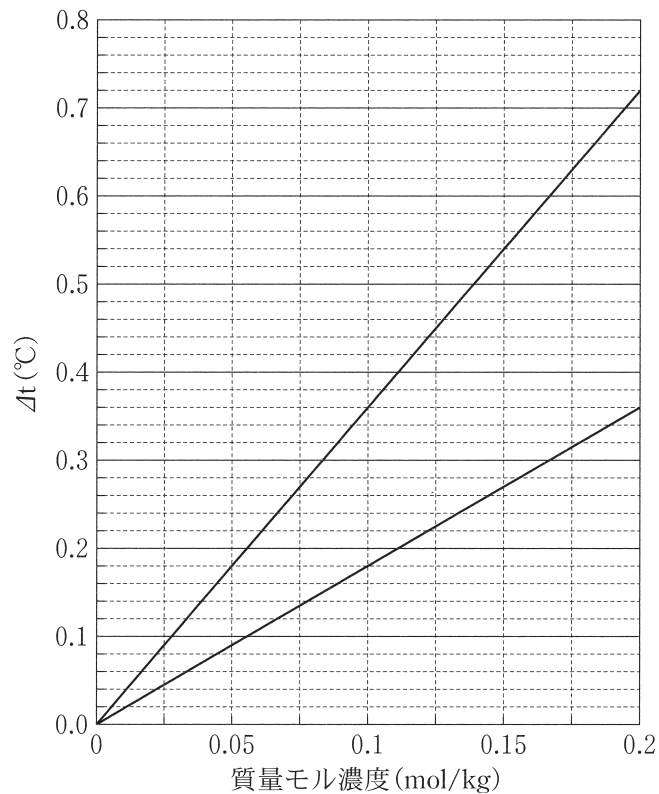


図 2

- (4) 糖類  $X$  がある。糖類  $X$   $6.75 \text{ g}$  を純水  $100 \text{ g}$  に溶解した溶液の  $\Delta t$  は、 $0.150 \text{ }^\circ\text{C}$  であった。

図 2 を用いて、糖類  $X$  の分子量を三桁の整数で答えよ。

キ ク ケ

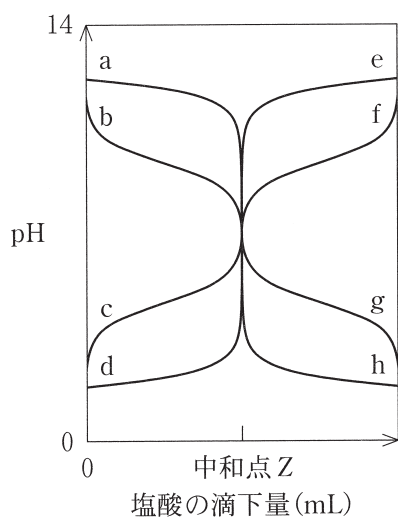
- (5) 糖類  $X$  は、1 種類の単糖からなる重合度  $P$  の糖類である。単糖の一般式は、炭素数を  $m$  とおくと、 $C_m(H_2O)_m$  と表すことができる。(4) で求めた分子量  $\text{キ}$   $\text{ク}$   $\text{ケ}$  から、糖類  $X$  を構成する単糖の炭素数  $m$  と重合度  $P$  を求めよ。ただし、 $3 \leq m \leq 8$ 、 $P \leq 8$  として考えよ。原子量は以下の値を使用すること。H : 1.00 C : 12.0 O : 16.0

$$m = \text{コ}$$

$$P = \text{サ}$$

問 2 0.30 mol/L のアンモニア水 100 mL を塩酸で中和した。この中和反応について、以下の問に答えよ。なお、ここでは、水のイオン積  $K_w$  とアンモニアの電離定数  $K_b$  は、それぞれ  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ ,  $K_b = 2.4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  として扱う。また、必要な場合は、以下の値を用いること。  $\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$

- (1) 図 3 に、中和反応の滴定曲線を示した。アンモニア水を塩酸で滴定していった場合、溶液の pH は、曲線 X から曲線 Y へと変化する。曲線 X と曲線 Y の正しい組み合わせを下記の ①～⑧より選べ。ここで、曲線 X は中和点 Z までの滴定曲線であり、曲線 Y は中和点 Z 以降の滴定曲線である。



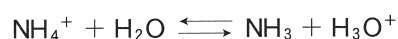
|   | 曲線 X | 曲線 Y |
|---|------|------|
| ① | a    | g    |
| ② | a    | h    |
| ③ | b    | g    |
| ④ | b    | h    |
| ⑤ | c    | e    |
| ⑥ | c    | f    |
| ⑦ | d    | e    |
| ⑧ | d    | f    |

図 3

- (2) 中和反応で用いた塩酸は、濃塩酸 10 mL を水でうすめて 600 mL にしたものである。濃塩酸は、質量パーセント濃度 36 %、密度  $1.2 \text{ g/cm}^3$  であった。中和点 Z での塩酸の滴下量はいくらか。有効数字二桁で答えよ。ただし、 は符号とし、+ならば①、-ならば②を選べ。原子量は以下の値を使用すること。H: 1.00 C: 12.0 N: 14.0 O: 16.0 Cl: 35.0

.   $\times 10^{\text{ソ} \text{ タ}}$  mL

- (3) 中和点 Z では、中和反応で生成した塩の加水分解により次の反応が生じる。



中和点 Z での pH はいくらか。小数点以下第一位まで求めよ。ただし、この反応で消費される  $\text{NH}_4^+$  の濃度は、中和反応で生成した塩の濃度に比べて極めて小さいものと考えよ。

.

Ⅲ 以下の問に答えよ。[解答欄  ~  ]

問 1 下記の図 4 は、脂肪族炭化水素の反応経路図である。以下の問に答えよ。

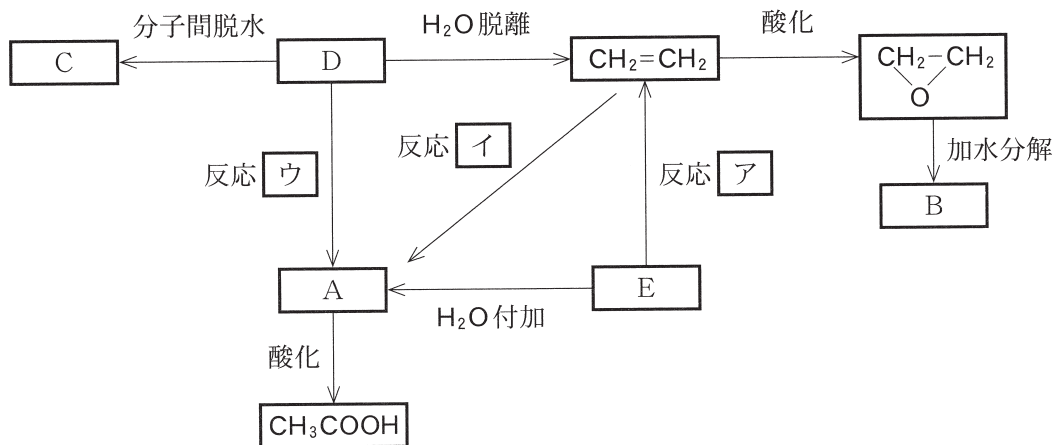


図 4

(1)  ~  の反応として適切なものを①~⑤より選べ。同じものを何度使用しても良い。

- |          |        |        |
|----------|--------|--------|
| ① 加水分解反応 | ② 還元反応 | ③ 酸化反応 |
| ④ 置換反応   | ⑤ 中和反応 |        |

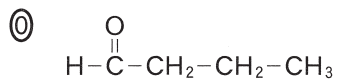
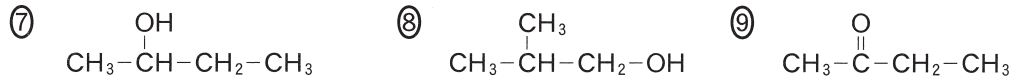
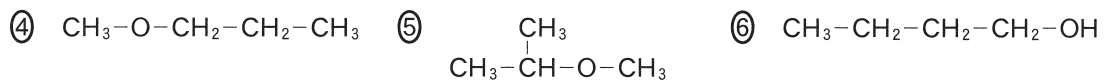
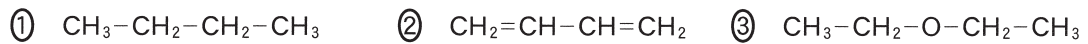
(2) 化合物 A の性質として当てはまるものを①~⑦よりすべて選べ。

- ① 臭素水を脱色する。
- ② 単体のナトリウムと反応して水素を発生する。
- ③ さらし粉水溶液と反応して赤紫色を呈する。
- ④ アンモニア性硝酸銀水溶液と反応して銀を析出させる。
- ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応して紫色を呈する。
- ⑥ フェーリング液と反応して赤色沈殿を生じる。
- ⑦ 水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応して黄色沈殿を生成する。

(3) 化合物 B の名称を①~⑨より 1 つ選べ。

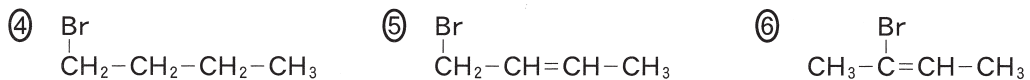
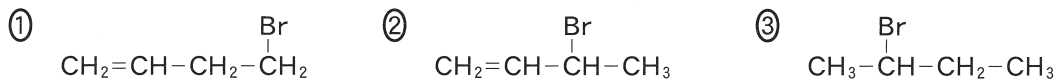
- |             |          |            |
|-------------|----------|------------|
| ① エタノール     | ② エタン    | ③ エチレンオキシド |
| ④ エチレングリコール | ⑤ 酢酸     | ⑥ プロパン     |
| ⑦ 1-プロパノール  | ⑧ ポリエチレン | ⑨ メタノール    |

(4) 化合物 C を①～⑩より 1 つ選べ。 カ

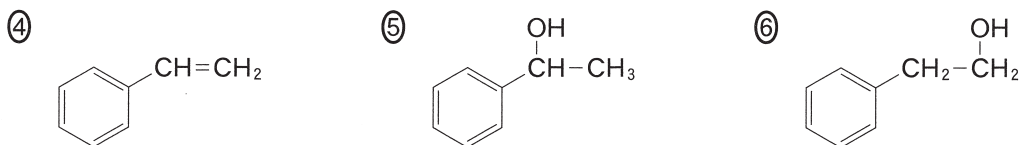
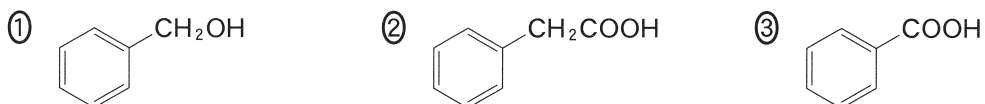


問 2 以下の反応の主たる生成物をそれぞれの選択肢の中から 1 つずつ選べ。主たる生成物が無い時は⑩を選べ。

(1) 1-ブテンと HBr の反応 キ



(2) エチルベンゼンの酸化反応 ク





問 3 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

高分子化合物の多くは、低分子量の単量体が多数結合した重合体である。一般に分子量が1万以上であり、人工的に合成されたものを合成高分子化合物と呼ぶ。単量体が次々に結合して高分子化合物を生じる反応を重合反応という。重合反応にはいくつかの様式がある。分子内に2個以上の官能基を持つ単量体分子間から、水のような簡単な分子がとれて高分子化合物になる反応を  重合という。それに対して、単量体の炭素原子間の不飽和結合を開きながら分子間で連なる反応を  重合という。また特に、単量体が環状構造を含む分子であり、その環が開きながら連なる反応を  重合という。

合成高分子化合物はその用途に応じて合成樹脂(プラスチック)、合成繊維、合成ゴムなどに分類される。しかし、加工方法の違いによって合成樹脂と合成繊維の両方になるものがあり、その代表的なものとしてはポリエチレンテレフタレート(PET)やナイロンなどがある。PETは、分子内に  結合を持っているので、ポリ  系樹脂(繊維)と呼ばれる。一方、ナイロンは分子内に  結合を持っているので、ポリ  系樹脂(繊維)と呼ばれる。

主成分であるアクリロニトリルにその他の単量体を混ぜて重合してできる合成繊維を総称してアクリル(系)繊維という。このように2種類以上の単量体が連なる反応を  重合という。

これら重合体を構成する繰り返し単位の数を重合度という。高分子化合物は反応条件により個々の分子の重合度にばらつきがあるので分子量に幅を生じることが多い。そのため一般に高分子化合物の分子量には平均値を用いることが多く、その値を平均分子量という。長い鎖状の合成高分子化合物の特徴として非結晶構造を持つ部分が多いので、加熱していくとある温度でやわらかくなって変形するものが多い。

(1)  ~  ,  に適当なものはどれか。①~④より1つずつ選べ。

- ① 開環                      ② 共                      ③ 縮合                      ④ 付加

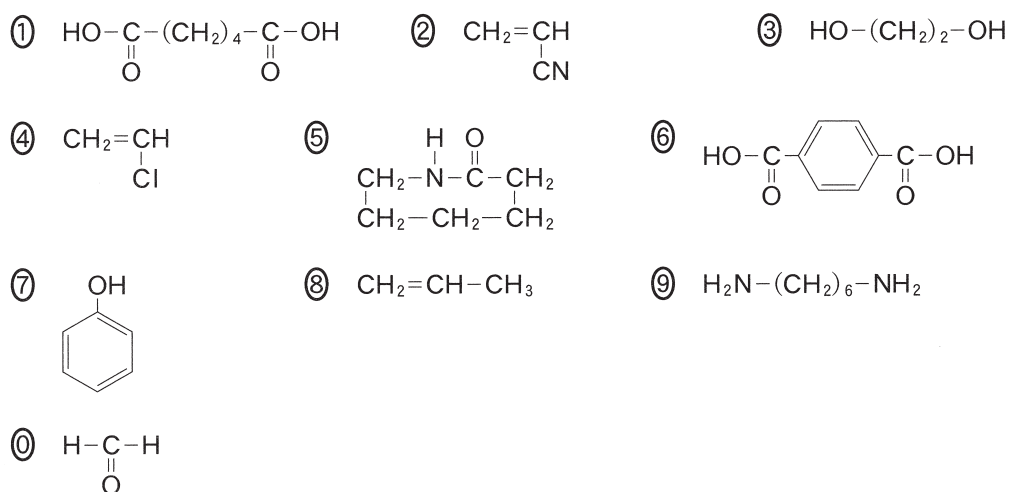
(2)  ,  に適当なものはどれか。①~⑨より1つずつ選べ。

- ① アミド                      ② イオン                      ③ イミド  
④ エーテル                      ⑤ エステル                      ⑥ グリコシド  
⑦ ジスルフィド                      ⑧ 水素                      ⑨ 配位

(3) 次の合成高分子化合物(A)~(C)の原料となる単量体を、それぞれ解答群中①~⑩よりすべて選べ。同じものを何度使用しても良い。

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| (A) ナイロン6 (6-ナイロン)      | ソ |
| (B) ナイロン66 (6,6-ナイロン)   | タ |
| (C) ポリエチレンテレフタラート (PET) | チ |

解答群



(4) ある合成繊維の原料成分を調べたところ、主成分はアクリロニトリルであり、その他の成分は2種類で、それぞれ酢酸ビニルとアクリル酸メチル( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$ )であることがわかった。またこの合成繊維の平均分子量は  $3.51 \times 10^4$  であり、この繊維の1分子中には平均500個の窒素原子が存在した。この繊維を合成する際に混合した主成分とその他の成分との物質質量比を  $x : 1$  の割合としたとき、 $x$  の値を整数で答えよ。

ただし、高分子鎖の末端基は考慮しないものとする。原子量は以下の値を使用すること。

H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Cl : 35.0

$x =$  ツ テ ト