

(K-51-M)

杏林大学

令和2年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。



5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・ ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・ ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で30ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物	1～10 ページ(問題Ⅰ～Ⅲ)
物 理	11～18 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
化 学	19～30 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)

化 学

解答上の注意事項

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例1：解答欄が指数形式の場合、320は . × 10、32は . × 10、
3.2は . × 10、0.032は . × 10⁻と解答する。

例2：解答欄が2桁の場合、7は 、17は と解答する。

例3：解答欄が3桁の場合、7は 、17は 、
107は と解答する。

原子量、定数は以下の値を使用すること。

原子量 H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Na : 23.0 Mg : 24.0 S : 32.0 Cl : 35.5

Cu : 63.5

気体定数 : $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ または、 $8.31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol})$

標準状態 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, 273 K) における 1 mol の気体の体積 : 22.4 L

I 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

問1 酸素原子の原子半径を a 、水素原子の原子半径を b 、水分子の酸素原子と水素原子の中心間の距離を c とする。 a 、 b 、 c の関係として正しいものを下の①~③より1つ選べ。

- ① $a + b = c$ ② $a + b > c$ ③ $a + b < c$

問2 下の①~⑤のうち、イオン結合からなるものをすべて選べ。

- ① CO ② CsCl ③ H₂ ④ HCl ⑤ NaF

問3 115 g の気体Aと 5.0 g の気体Bからなる混合気体が 10 L の密閉容器に入っている。この容器内の混合気体の圧力を $27 \text{ }^\circ\text{C}$ で測定したところ、 $1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$ であった。この混合気体の平均分子量を整数で答えよ。

1分 3分 5分

問 4 下の化合物①～⑦のうち、水に溶けにくく、ヘキサンに溶けやすい物質を3つ選べ。

オ

- ① イソプレン ② キシレン ③ グルコース ④ 二硫化炭素
- ⑤ フッ化水素 ⑥ 硫化水素 ⑦ 硝酸ナトリウム

1分 3分 5分

問 5 図1は、純水、グルコース水溶液、塩化ナトリウム水溶液の蒸気圧曲線である。A, B, Cの曲線はそれぞれどの溶液に該当するか。正しい組み合わせを①～⑥より選べ。なお、グルコース水溶液および塩化ナトリウム水溶液は希薄溶液で、質量モル濃度は等しい。

カ

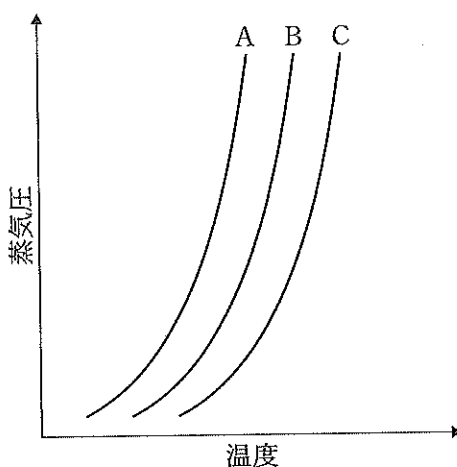
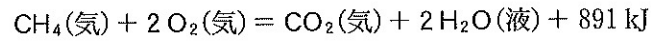
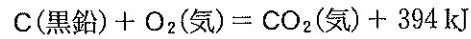
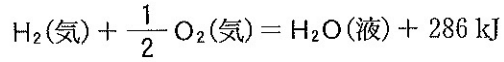
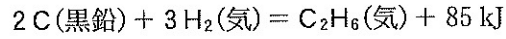
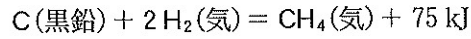
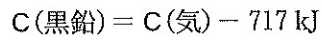
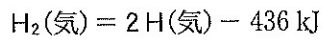


図1

	A	B	C
①	純水	グルコース水溶液	塩化ナトリウム水溶液
②	純水	塩化ナトリウム水溶液	グルコース水溶液
③	塩化ナトリウム水溶液	グルコース水溶液	純水
④	塩化ナトリウム水溶液	純水	グルコース水溶液
⑤	グルコース水溶液	純水	塩化ナトリウム水溶液
⑥	グルコース水溶液	塩化ナトリウム水溶液	純水

1分 3分 5分

問 6 共有結合 C-H の結合エネルギーの大きさを，以下の反応熱などの値を用いて求めよ。



kJ

1分 3分 5分

問 7 可逆反応に関する以下の①～⑦の記述のうち，触媒の有り無しで変化しないものをすべて選べ。

- ① 反応熱の大きさ
- ② 逆反応の反応速度
- ③ 単位時間あたりの反応物の変化量
- ④ 活性化状態のエネルギーの大きさ
- ⑤ 平衡状態に達した時の生成物の量
- ⑥ 正反応と逆反応の反応速度定数の比
- ⑦ 逆反応の活性化エネルギーの大きさ

1分 3分 5分

問 8 図 2 は酸化マグネシウムの結晶の単位格子を示している。以下の問に答えよ。

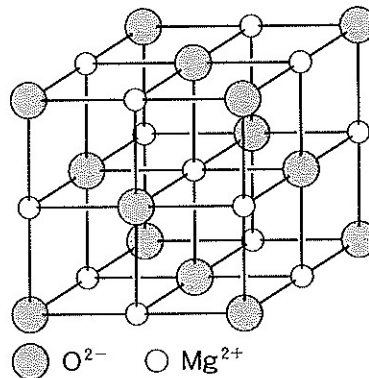


図 2

1分 3分 5分

(1) マグネシウムイオンと酸化物イオンの配位数はそれぞれいくつか。

マグネシウムイオン	サ
酸化物イオン	シ

1分 3分 5分

(2) 単位格子の一辺が 4.0×10^{-8} cm である場合、酸化マグネシウムの結晶の密度を小数点以下1桁で求めよ。ただし、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol を用いよ。

ス . セ g/cm³

問 9 図3に示したような装置に直流電流を流して電気分解を行った。電解槽Iから発生した気体を全て捕集したところ、気体の体積は標準状態で560 mLであった。以下の問に答えよ。ただし、発生した気体の電解質溶液への溶解はなく、NaCl、CuSO₄は電気分解の終了まで十分に存在すると考えよ。

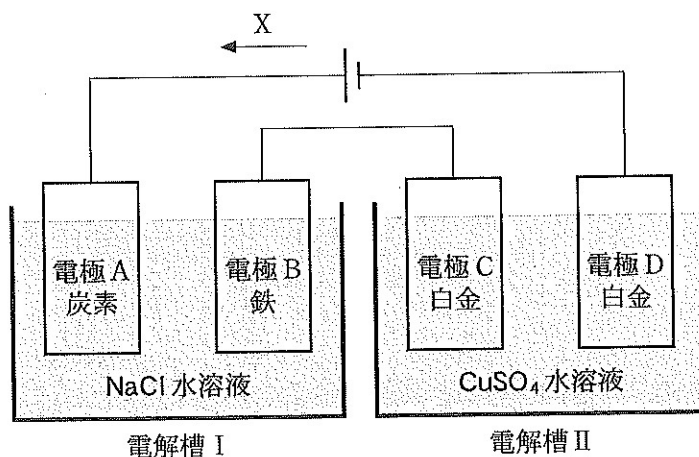


図3

1分 3分 5分

(1) 電解槽に関する下の①～⑥の記述のうち、正しいものをすべて選べ。 ソ

- ① 電極Aは負極と呼ばれる。
- ② 電極Bは陽極と呼ばれる。
- ③ 電極Cでは酸化反応が起こる。
- ④ Xで示した矢印は電子の流れる方向である。
- ⑤ Xで示した矢印は電流の流れる方向である。
- ⑥ 電極で析出する物質の物質量は、流れた電気量に反比例する。

1分 3分 5分

(2) 電極Dに析出する金属の質量はいくらか。小数点以下2桁で求めよ。

タ . チ ツ g

II 以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ~ シ〕

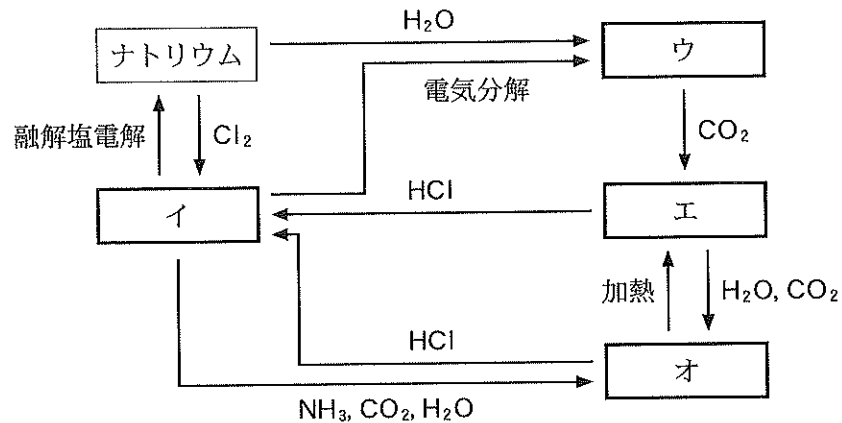
1分 3分 5分

問 1 下の化合物①~⑧のうち、酸とは反応しないが、水とも塩基とも反応するものはどれか。すべて選べ。 ア

- | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|
| ① Al_2O_3 | ② CaO | ③ MnO_2 | ④ Na_2O |
| ⑤ NO | ⑥ P_4O_{10} | ⑦ SO_2 | ⑧ ZnO |

1分 3分 5分

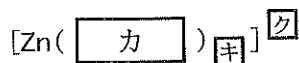
問 2 ナトリウムとその化合物に関する反応を下に示した。物質 イ ~ オ の各々についてあてはまる文章を、下の①~⑦よりそれぞれ1つずつ選べ。



- ① 潮解性があり、水に溶けて強い塩基性を示す。
- ② 潮解性があり、水に溶けて中性を示す。乾燥剤などに用いられる。
- ③ 水に難溶で、大理石などの主成分として天然に存在する。
- ④ 水にわずかに溶けて強い塩基性を示す。酸性土壌の中和剤に用いられる。
- ⑤ 水に溶けて塩基性を示す。ガラスの原料となる。
- ⑥ 水に溶けて中性を示す。海水中に多量に含まれる。
- ⑦ 水に溶けて弱い塩基性を示す。ベーキングパウダーに用いられる。

問 3 亜鉛(II)イオンを含む水溶液にアンモニア水を加えると水酸化亜鉛の沈殿が生じる。さらにアンモニア水を加え続けると、その沈殿は錯イオンとなって溶け、無色の水溶液となる。この錯イオンの化学式を、空欄 **カ** ~ **ク** に適当な配位子、配位数、価数を入れて完成させよ。**カ**、**ク** には、下の選択肢より適当なものを1つずつ選べ。**キ** には適当な数字をマークせよ。ただし、通常は表記を省略する1の場合は①をマークせよ。

1分 3分 5分



配位子 **カ**

- ① H₂O ② H₃O⁺ ③ NH₂ ④ NH₃
 ⑤ NH₄⁺ ⑥ OH ⑦ OH⁻

価数 **ク**

- ① + ② 2+ ③ 3+ ④ 4+
 ⑤ - ⑥ 2- ⑦ 3- ⑧ 4-

問 4 以下の文章の空欄にあてはまる適当な数字をマークせよ。

1分 3分 5分

ジメチルベンゼンにはメチル基が結合する位置の違いにより、**ケ** **コ** 種類の構造異性体が存在する。

問 5 下の示性式で示した①~⑦の物質のうち、不斉炭素原子を持つものはどれか。すべて選べ。

サ

1分 3分 5分

- ① CH₃CH₂CH₃ ② CH₃CH=CHCH₃ ③ CH₃CH(OH)CH₃
 ④ CH₂(NH₂)COOH ⑤ CH₃CH(OH)COOH ⑥ CH₃CH(OH)CH₂COOH
 ⑦ CH₃CH(NH₂)CH₂COOH

問 6 下の化合物①~⑥のうち、構成する全ての原子が常に同一平面上に配置されるものはどれか。あてはまるものをすべて選べ。**シ**

1分 3分 5分

- ① アセチレン ② エチレン ③ シクロヘキサン
 ④ ジメチルエーテル ⑤ トルエン ⑥ ベンゼン

III サリチル酸とその関連化合物に関する文Iと文IIを読み、問に答えよ。〔解答欄 ア ~ ス〕

文I

古代から、ヤナギ(柳)の樹皮には解熱鎮痛作用をもつ成分が含まれることが知られてきた。この成分はサリシンと呼ばれる化合物であり、図4にその構造式を示した。サリシンを摂取すると、体内でまずサリチルアルコールとグルコースへ加水分解される。さらにサリチルアルコールが酸化されてサリチル酸になることで、解熱鎮痛作用を発揮する。

サリチル酸は19世紀中頃にその合成法が開発され、その誘導体とともに医薬品として使用されてきた。サリチル酸を得るためには、まずフェノールに水酸化ナトリウムを作用させ、ナトリウムフェノキシドとする。次に高温・高圧下で ア を作用させると、サリチル酸ナトリウムが生成する。さらにその水溶液を酸性にすることでサリチル酸が得られる。サリチル酸メチルは、サリチル酸と イ に少量の濃硫酸を加えて加熱することで合成される。また、アセチルサリチル酸は、サリチル酸と ウ を酸触媒とともに加熱することで合成される。

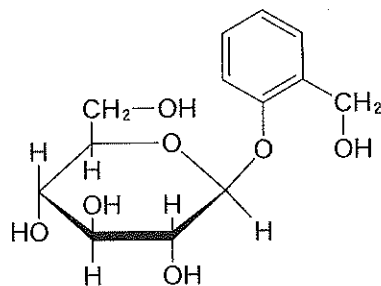


図4

問1 文中の ア ~ ウ として最も適当な化合物を、下の①~⑧よりそれぞれ選べ。

1分 3分 5分

- | | | |
|------------|---------|------------|
| ① アセトアルデヒド | ② エタノール | ③ 酢酸メチル |
| ④ シュウ酸 | ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ ホルムアルデヒド |
| ⑦ 無水酢酸 | ⑧ メタノール | |

問2 グルコースの水溶液とサリシンの水溶液で異なる反応性を示すものはどれか。下の①~⑦から1つ選べ。 エ

1分 3分 5分

- | | | |
|---------------|-------------|------------|
| ① キサントプロテイン反応 | ② 銀鏡反応 | ③ ニンヒドリン反応 |
| ④ ビウレット反応 | ⑤ ヨウ素デンプン反応 | ⑥ ヨードホルム反応 |
| ⑦ 該当なし | | |

文Ⅱ

アセチルサリチル酸は、水酸化ナトリウムと反応させた後、未反応の水酸化ナトリウムを酸で滴定することでその量を決定できる。この方法により鎮痛剤に含まれるアセチルサリチル酸について調べた。以下にその実験の内容と結果を示した。なお、鎮痛剤にはアセチルサリチル酸以外の成分も含まれるが、それらの影響は考えなくてよい。

【実験Ⅰ】

鎮痛剤の錠剤を乳鉢と乳棒を用いて十分にすりつぶし、その全量を試験管に移した。この試験管に 0.500 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10.0 mL を正確に加え、試料を溶解した。次に 10 分間穏やかに加熱した。冷却後、反応液に指示薬としてフェノールフタレインを加え、未反応の水酸化ナトリウムを 0.100 mol/L 硫酸水溶液を用いて直ちに滴定した。フェノールフタレインの色が無色になったところを終点とし、硫酸水溶液の滴下量を求めた。

【実験Ⅱ】

反応液と実験に用いる水酸化ナトリウム水溶液には空気中から二酸化炭素などが溶け込む。この影響を除くため、鎮痛剤の錠剤を用いずに実験Ⅰと同様の実験を行い、硫酸水溶液の滴下量を求めた。

【結果】

実験Ⅰ、実験Ⅱにおける硫酸水溶液の滴下量は、それぞれ 16.8 mL、24.8 mL であった。これらの量の硫酸水溶液を加えた時点で反応液中の水酸化ナトリウムと硫酸は過不足なく反応し、終点に達した。なお、実験Ⅰでは下線部の加熱後、鎮痛剤に含まれる全てのアセチルサリチル酸は完全に反応していた。また、滴定終了時においては、フェノール性 OH 基は電離していなかった。

問 3 下線部の加熱を行わず、10 分間室温に放置した場合、実験Ⅰにおける硫酸水溶液の滴下量は、加熱をした場合の滴下量 16.8 mL に比べてどのように変化するか。下の①～③から 1 つ選べ。ただし、加熱の有無にかかわらず、実験Ⅱにおける硫酸水溶液の滴下量は 24.8 mL で同じであったとせよ。

1分 3分 5分

- ① 減少する ② 変化しない ③ 増加する

問 4 鎮痛剤に含まれるアセチルサリチル酸と反応した水酸化ナトリウムの物質量を有効数字 3 桁で求めよ。

1分 3分 5分

. mmol

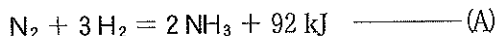
問 5 実験に用いた鎮痛剤に含まれるアセチルサリチル酸(分子量 180.0)は何 g か、有効数字 3 桁で求めよ。ただし、解答欄の は符号とし、+の時は①を、-の時は②をマークせよ。また、ゼロ乗のときは、+0 とせよ。

1分 3分 5分

. $\times 10^{\text{シ} \text{ズ}}$ g

IV 以下の文章を読み、問に答えよ。〔解答欄 ア ~ サ〕

窒素は周期表の15族に属する典型元素で、非金属元素と共有結合し、さまざまな化合物を作る。アンモニアと硝酸は工業的に重要な窒素化合物であり、肥料の原料や火薬、医薬品の製造に広く使われている。アンモニアの工業的な製造には、ア が用いられ、その反応は次の熱化学方程式(A)で表される。反応には、イ を主成分とした触媒が使われている。



硝酸の工業的な合成には、ウ が用いられる。この方法は3段階の反応、すなわち、エ を触媒として用いたアンモニアの空気酸化、一酸化窒素の酸化、二酸化窒素の水への溶解、で構成される。硝酸は強い酸化力を持ち、水素よりイオン化傾向の小さい金属とも反応する。しかし、オ は不動態を形成するため、ほとんど反応しない。

問1 文中の ア , ウ に入る適当な語を、下の①~⑦よりそれぞれ選べ。

1分 3分 5分

- | | | |
|--------------|-----------|-----------|
| ① アンモニアソーダ法 | ② ウィンクラー法 | ③ オストワルト法 |
| ④ クメン法 | ⑤ 接触法 | ⑥ テルミット反応 |
| ⑦ ハーバー・ボッシュ法 | | |

問2 文中の イ , エ に入る適当な物質を、下の①~⑧よりそれぞれ選べ。

1分 3分 5分

- | | | |
|-----------|---------------|-----------|
| ① 塩化銅(II) | ② 塩化パラジウム(II) | ③ 酸化バナジウム |
| ④ 鉄 | ⑤ ニッケル | ⑥ 白金 |
| ⑦ マンガン | ⑧ 硫酸水銀(II) | |

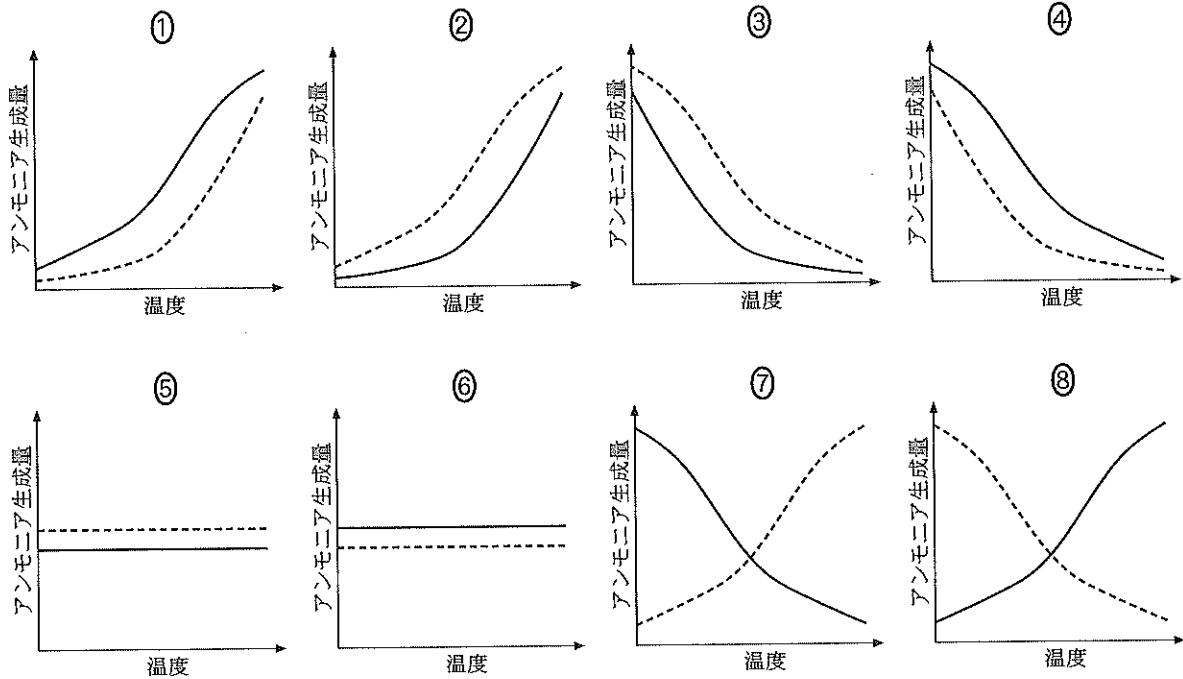
問3 文中の オ に入る適当な金属を、下の①~⑩より3つ選べ。

1分 3分 5分

- | | | | |
|--------|----------|---------|-----|
| ① 亜鉛 | ② アルミニウム | ③ カルシウム | ④ 銀 |
| ⑤ スズ | ⑥ 鉄 | ⑦ 銅 | ⑧ 鉛 |
| ⑨ ニッケル | ⑩ マグネシウム | | |

問 4 熱化学方程式(A)は可逆反応である。下のグラフ①～⑧は、アンモニアを生成させる時の反応温度とアンモニアの生成量の関係を示したものである。実線は反応時の圧力を 3×10^7 Pa とした場合、破線は 1×10^7 Pa とした場合を示している。アンモニアの生成量と温度の関係を示すグラフとして正しいものを1つ選べ。ただし、アンモニアの生成は、反応時の温度と圧力を除いてすべて同じ条件で行ったとして考えよ。 カ

1分 3分 5分



問 5 実験室でのアンモニアの製法について以下の問に答えよ。

(1) この製法に必要な2つの試薬を下の①～⑩より選べ。 キ

1分 3分 5分

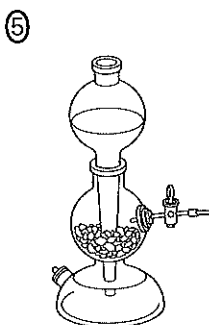
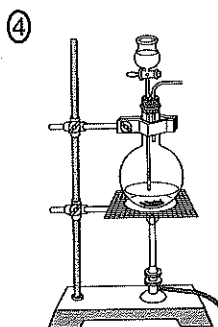
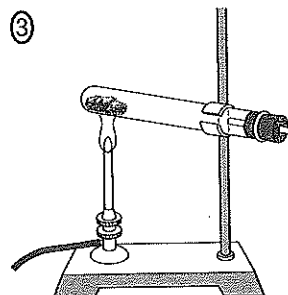
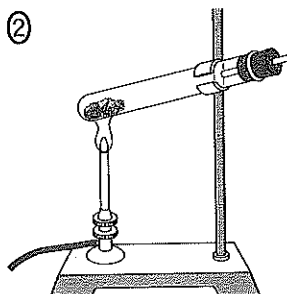
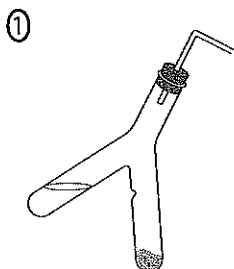
- | | | |
|-----------|--------------|------------|
| ① 亜鉛 | ② 塩化アンモニウム | ③ 塩化カルシウム |
| ④ 塩化ナトリウム | ⑤ 酸化マンガン(IV) | ⑥ 水酸化カルシウム |
| ⑦ 炭酸カルシウム | ⑧ 濃塩酸 | ⑨ 濃硝酸 |
| ⑩ 濃硫酸 | | |

(2) (1)の試薬を用いる製法において、最適な気体の発生方法、乾燥剤、捕集法はそれぞれどれか。

1分 3分 5分

発生方法

ク



乾燥剤

ケ

① 塩化カルシウム

② 十酸化四リン(五酸化二リン)

③ ソーダ石灰

④ 濃硫酸

捕集法

コ

① 上方置換

② 下方置換

③ 水上置換

問 6 気体の二酸化窒素に関する記述として正しいものを、下の①~⑦より3つ選べ。

サ

1分 3分 5分

- ① 毒性がある。
- ② 黄緑色である。
- ③ 刺激臭がある。
- ④ 空気より密度が小さい。
- ⑤ 空気中ですぐに酸化される。
- ⑥ 銅と希硝酸を反応させると発生する。
- ⑦ 常温ではその一部が無色の気体に変化する。

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、5 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちから3つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と②と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄
5	<input checked="" type="radio"/> ① <input checked="" type="radio"/> ② <input type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input type="radio"/> ⑦ <input type="radio"/> ⑧ <input checked="" type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩

例えば、6 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄
6	<input checked="" type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input checked="" type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input checked="" type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input checked="" type="radio"/> ⑦ <input type="radio"/> ⑧ <input checked="" type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩

例えば、7 8 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄
7	<input type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input checked="" type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input type="radio"/> ⑦ <input type="radio"/> ⑧ <input type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩
8	<input type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input type="radio"/> ⑦ <input checked="" type="radio"/> ⑧ <input type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩

2. 体積の単位リットルはLで表されている。

3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19
Na = 23	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5
K = 39	Mn = 55			

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

1 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

下記の(a)～(d)は、周期表の第2周期および第3周期で14～17族に属している8つの元素ア～クに関する記述である。ただし、水素化合物A～E、オキソ酸F～H、酸化物Iおよび酸化物Jの分子には、それぞれ元素ア～クのうちの原子1個のみが含まれているものとする(酸素原子の個数に制限はない)。

(a) 元素ア～クの同族の組合せは、表1のように4種類あり、[]には25℃、 1.0×10^5 Paにおける各元素の単体の状態(三態のいずれか)を示す。

表1 元素ア～クにおける同族の組合せと単体の状態

元素ア[固体]	と	元素オ[気体]
元素イ[気体]	と	元素カ[気体]
元素ウ[固体]	と	元素キ[固体]
元素エ[気体]	と	元素ク[固体]

- (b) 元素ア、イ、エ、カ、キの水素化合物を、それぞれA、B、C、D、Eとしたとき、AとBは弱酸、Cは弱塩基、Dは強酸である。水素化合物Eは、25℃、 1.0×10^5 Paにおいて気体で、水に溶けにくい。
- (c) 元素ア、エ、クの各原子が最高酸化数であるときのオキソ酸を、それぞれF、G、Hとしたとき、FとGはいずれも強酸で、Hは水に溶解すると中程度の強さの酸性を示す。
- (d) 元素キの酸化物にはIとJがあり、25℃、 1.0×10^5 Paにおいていずれも気体である。分子量を比べると、酸化物IはJよりも大きい。

1分 3分 5分

問1 元素ア～クの元素記号として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| ア | <input type="text" value="1"/> | イ | <input type="text" value="2"/> | ウ | <input type="text" value="3"/> | エ | <input type="text" value="4"/> |
| オ | <input type="text" value="5"/> | カ | <input type="text" value="6"/> | キ | <input type="text" value="7"/> | ク | <input type="text" value="8"/> |
| ① | C | ② | N | ③ | O | ④ | F |
| ⑤ | Si | ⑥ | P | ⑦ | S | ⑧ | Cl |

1分 3分 5分

問 2 水素化合物BとDの2つの化合物の性質を比較したとき、次の(I)~(III)に当てはまるのはどちらか。その組合せとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。

9

- (I) 沸点が高い。
- (II) 極性が大きい。
- (III) 水中で Ag^+ と反応して沈殿を生じやすい。

	(I)	(II)	(III)
①	B	B	B
②	B	B	D
③	B	D	B
④	B	D	D
⑤	D	B	B
⑥	D	B	D
⑦	D	D	B
⑧	D	D	D

1分 3分 5分

問 3 オキソ酸F~Hに関する記述として正しいものを、次の①~⑤のうちから3つ選び、一緒にマークせよ。 10

- ① FとGはいずれも揮発性である。
- ② Fは1価の酸、Gは2価の酸、Hは3価の酸である。
- ③ スクロースに高濃度のFの水溶液を作用させると炭素を生じる。
- ④ Gの水溶液は濃度に関係なく、強い酸化力をもつ。
- ⑤ Hは、25℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において無色透明の結晶である。

1分 3分 5分

問 4 酸化物 J に関する記述として正しいものを、次の①～⑨のうちから 3 つ選び、一緒にマークせよ。 11

- ① 分子に極性がある。
- ② 赤褐色の気体である。
- ③ 刺激臭のある気体である。
- ④ 水に溶けると酸性を示す。
- ⑤ 石灰水に通じると白濁する。
- ⑥ 還元性があり金属の精錬に利用される。
- ⑦ 水に溶けると漂白作用のある物質を生じる。
- ⑧ 実験室的製法により得られた気体は水上置換により捕集できる。
- ⑨ 常温、常圧で水酸化ナトリウムと反応してナトリウム塩を生じやすい。

1分 3分 5分

問 5 質量パーセント濃度が 12 % で密度が 0.94 g/cm^3 である水素化合物 C の水溶液 α 2.0 mL を 100 mL のメスフラスコにとり、水を標線まで満たしてよく混合し、C の水溶液 β をつくった。この水溶液 β 10 mL と 0.10 mol/L のオキソ酸 F の水溶液 10 mL をコニカルビーカーにとってよく混合したのち、 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点までに 3.6 mL を要した。 12 に当てはまる最も近い数値を、次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

- ① 0.12 ② 0.30 ③ 0.48 ④ 5.8
- ⑤ 7.5 ⑥ 15 ⑦ 24 ⑧ 30

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～3)に答えよ。

次の反応A～Eは可逆反応で、それらが平衡状態にあるとき、黒鉛を除き、すべての物質は気体である。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとし、必要があれば、表1に示す化合物(気体)の生成熱(kJ/mol)の値を用いよ。

反応A 二酸化窒素から四酸化二窒素が生成する。

反応B オゾンから酸素が生成する。

反応C 黒鉛と二酸化炭素から一酸化炭素が生成する。

反応D エタンからエチレンと水素が生成する。

反応E 窒素と酸素から一酸化窒素が生成する。

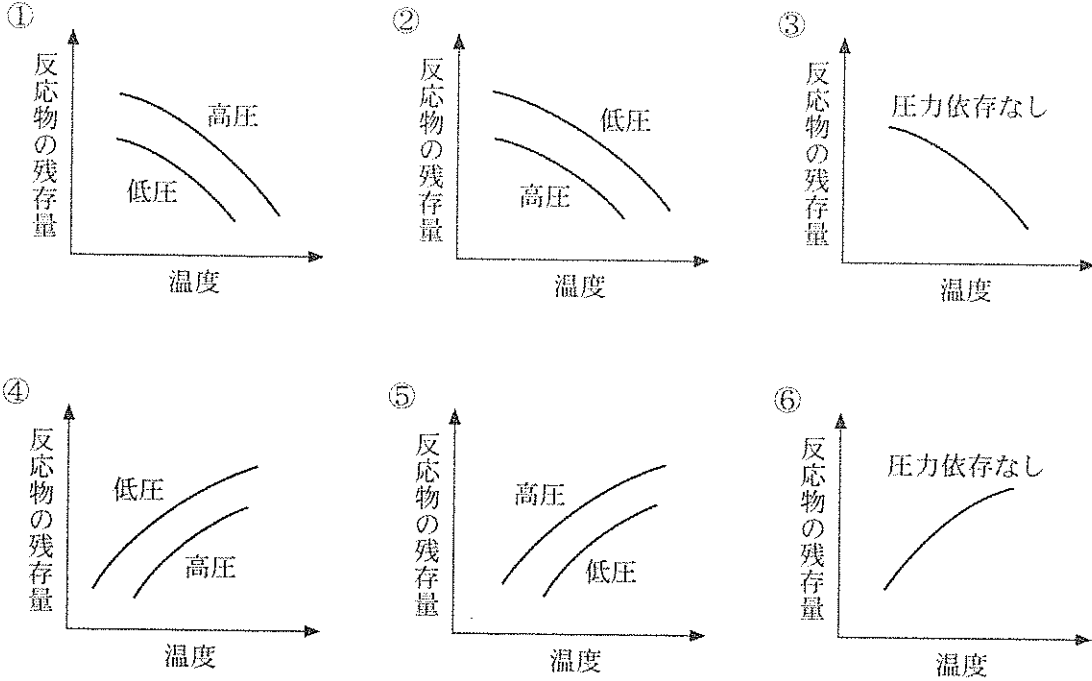
表1

化合物(気体)	生成熱(kJ/mol)	化合物(気体)	生成熱(kJ/mol)
エタン	83.8	二酸化炭素	394
エチレン	-52.5	一酸化窒素	-90.3
オゾン	-143	二酸化窒素	-33.2
一酸化炭素	111	四酸化二窒素	-9.66

1分 3分 5分

問 1 反応 A~E が平衡状態にあるとき、各反応の下線で示した反応物の残存量と、温度や圧力との関係を示した模式図として最も適切なものを、次の①~⑥のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

A B C D E



問 2 化学反応が平衡状態にあるときの反応物と生成物の濃度の関係を示した平衡定数を K_c とし、濃度の代わりに圧力の関係を示した圧平衡定数を K_p としたとき、 K_c と K_p は気体の状態方程式により関係づけられている。反応 A~E のうち、 K_c と K_p の値が等しくなるものはどれか。次の①~⑤のうちから当てはまるものをすべて選び、一緒にマークせよ。当てはまるものがない場合には①をマークせよ。

1分 3分 5分

① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

問 3 体積が一定(10.0 L)で、温度を 400 K に保った耐圧密閉容器に 1.00 mol の二酸化窒素を入れたところ、反応 A が起こり、平衡に達した。次の(1)~(3)に答えよ。ただし、反応前の容器内の二酸化窒素の圧力を P_1 (Pa) とおき、平衡状態における四酸化二窒素の物質量を x (mol) とおくこと。また、容器内には、二酸化窒素と四酸化二窒素以外の気体は含まれないものとする。

1分 3分 5分

(1) この反応の平衡状態における容器内の全圧 (Pa) を、 P_1 と x を用いて表した式として最も適切なものを、次の①~⑩のうちから 1 つ選べ。 19

- ① $(1.00 - 3x)P_1$ ② $(1.00 - x)P_1$ ③ P_1
 ④ $(1.00 + x)P_1$ ⑤ $(1.00 + 3x)P_1$ ⑥ $\frac{1.00 - 3x}{P_1}$
 ⑦ $\frac{1.00 - x}{P_1}$ ⑧ $\frac{1.00}{P_1}$ ⑨ $\frac{1.00 + x}{P_1}$
 ⑩ $\frac{1.00 + 3x}{P_1}$

1分 3分 5分

(2) この反応の圧平衡定数を、 P_1 と x を用いて表した式として最も適切なものを、次の①~⑥のうちから 1 つ選べ。 20

- ① $\frac{(1.00 - x)^2 P_1}{2x}$ ② $\frac{2x}{(1.00 - x)^2 P_1}$ ③ $\frac{(1.00 - 2x)^2}{x P_1}$
 ④ $\frac{x P_1}{(1.00 - 2x)^2}$ ⑤ $\frac{(1.00 - 2x)^2 P_1}{x}$ ⑥ $\frac{x}{(1.00 - 2x)^2 P_1}$

1分 3分 5分

(3) この反応の圧平衡定数の値が与えられたとき、次に示す a ~ c のうち求められるのはどれか。正しく選択しているものを、下の①~⑧のうちから 1 つ選べ。 21

- a 反応によって発生した熱量
 b 平衡に達するまでの時間
 c 平衡状態にあるときの全圧

- ① a ② b ③ c ④ a, b
 ⑤ a, c ⑥ b, c ⑦ a, b, c ⑧ 該当なし

- 3 次の問い(問1～3)に答えよ。ただし、生理食塩水は、質量パーセント濃度0.90%の塩化ナトリウムNaCl水溶液で、その水溶液の密度は 1.0 g/cm^3 とし、またNaClの電離度を0.93とする。

問1 次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

ある牛乳100gには、4.8gの炭水化物、3.3gのタンパク質、3.8gの脂質が含まれている。また、この牛乳の浸透圧は生理食塩水と等しいとみなすことができる。

1分 3分 5分

- (1) 下線部アについて、この牛乳に含まれる炭水化物の主成分はラクトースである。ラクトースは と が脱水縮合した構造をもつ。ラクトースが示す還元性は の部分構造によるものである。 , に当てはまる物質として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① グルコース ② スクロース ③ マルトース ④ マンノース
⑤ ガラクトース ⑥ セロビオース ⑦ トレハロース ⑧ フルクトース

1分 3分 5分

- (2) 下線部イについて、ラクトースによる浸透圧がこの牛乳全体の浸透圧に占める割合〔%〕はいくらか。 には十の位の数字を、 には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。小数第1位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし、牛乳の密度は 1.0 g/cm^3 とし、牛乳に含まれる炭水化物はラクトースのみであるものとする。 %

1分 3分 5分

問 2 デンプン加水分解物の水溶液 225 mL がある。この水溶液の浸透圧が生理食塩水の浸透圧と等しいとき、デンプン加水分解物の平均重合度として最も近い数値を、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。ただし、水溶液 225 mL に含まれるデンプン加水分解物を完全に単糖にまで加水分解すると、グルコース 75 g を生じるものとする。

26

- ① 2.0 ② 3.4 ③ 4.8 ④ 6.2 ⑤ 7.6
⑥ 9.0 ⑦ 11 ⑧ 13 ⑨ 15

問 3 次の文章を読み、下の(1)~(4)に答えよ。

アスコルビン酸($C_6H_8O_6$)は図1の構造式で表され、栄養素としてはビタミンCとよばれる。ヒトは、アスコルビン酸を合成するために必要な酵素をもっておらず、食物を通じてアスコルビン酸を得ている。

アスコルビン酸を合成できる動物においては、グルコース(図2)がアスコルビン酸の合成の主な原料となっている。生体内におけるアスコルビン酸の合成過程において、グルコースは、図2の炭素原子aが酸化されて、カルボン酸であるグルクロン酸となった後、図2の炭素原子bと同じ炭素原子が還元されてグルロン酸となる。その後、グルロン酸は分子内(A)によって環状化合物のグルノ γ -ラクトンが生じ、さらに、このグルノ γ -ラクトンが(B)されて、五員環を構成する炭素-炭素原子間に二重結合ができることによりアスコルビン酸が得られる。

アスコルビン酸は還元力をもち、生体内における役割として抗酸化作用が知られている。
^エ ビタミンの強化や抗酸化作用を利用する目的で、アスコルビン酸が食品に添加されることがある。
^オ

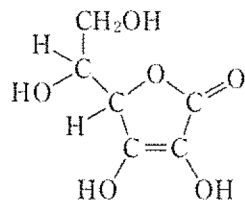


図1 アスコルビン酸

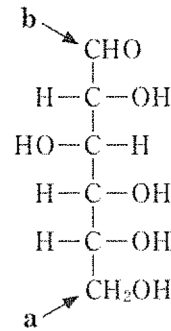
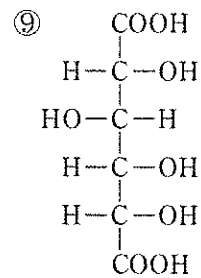
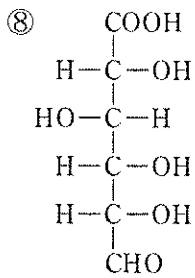
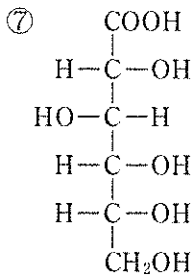
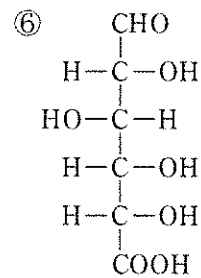
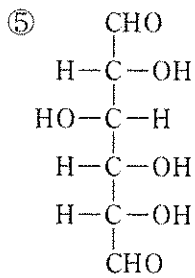
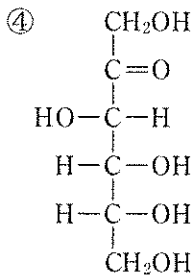
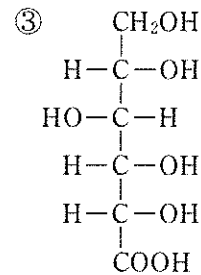
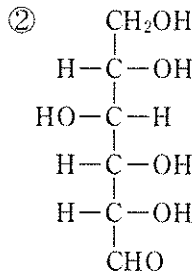
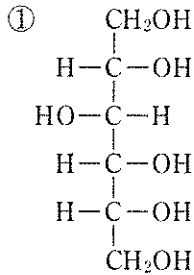


図2 グルコース(鎖状構造)

1分 3分 5分

(1) 下線部ウについて、グルン酸の構造式はどれか。最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。ただし、構造式中の不斉炭素原子の上下に位置する価標は紙面の奥に向いており、左右に位置する価標は紙面の手前に向いているものとする。図2のグルコースも同様の表記法で示されている。 27



(2) (A), (B)に当てはまる語として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

1分 3分 5分

(A) 28

(B) 29

- ① 酸化 ② 還元 ③ 中和 ④ 付加
 ⑤ ニトロ化 ⑥ アセチル化 ⑦ エステル化 ⑧ スルホン化

1分 3分 5分

(3) 下線部エについて、2,6-ジクロロインドフェノールとアスコルビン酸は、酸性条件下で図3に示すように反応し、赤紫色の2,6-ジクロロインドフェノールが還元されて無色の化合物になる。この化学反応では、1分子のアスコルビン酸は(X)個の電子を(Y)。

(X), (Y)に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから1つ選べ。 30

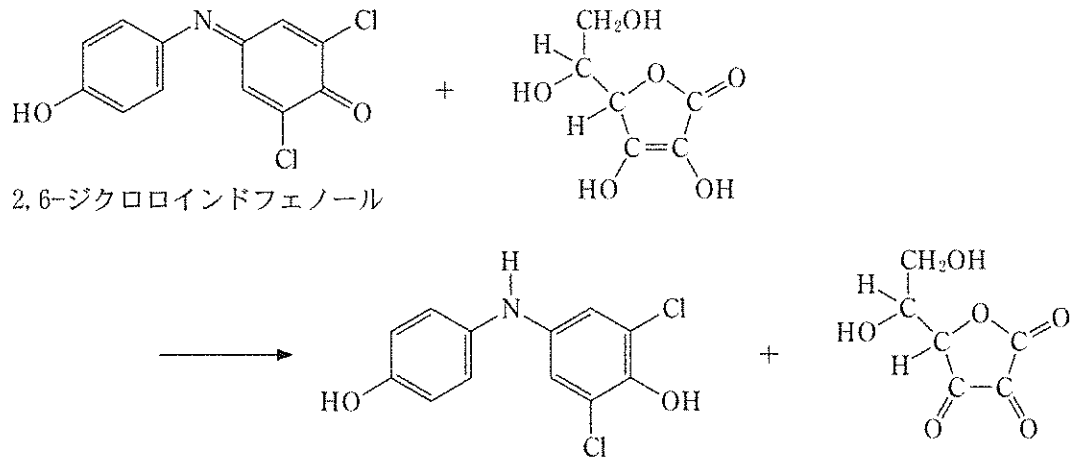


図3 2,6-ジクロロインドフェノールとアスコルビン酸の反応

	(X)	(Y)
①	1	受け取る
②	2	受け取る
③	3	受け取る
④	4	受け取る
⑤	1	失う
⑥	2	失う
⑦	3	失う
⑧	4	失う

1分 3分 5分

(4) 下線部オについて、ある飲料 Q のアスコルビン酸含有量の測定を次のように行った。

この飲料 Q 50 mL を 1.5×10^{-2} mol/L の硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、2.3 mL で反応の終点に達した。飲料 Q 1.0 L に含まれるアスコルビン酸の質量 [mg] はいくらか。 には一の位の数字 (0 を除く) を、 には小数第 1 位の数字を、 には 1 桁の指数の数字をマークせよ。小数第 2 位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし、飲料 Q に含まれる物質のうち、過マンガン酸カリウムと反応するのはアスコルビン酸のみであるとし、この反応におけるアスコルビン酸の電子の授受は図 3 の反応と同じであるものとする。

. $\times 10^{\text{$ mg

(余 白)