

2025年度

理 科

RC

【 化 学 】

3月12日(水)

理 学 部 (化学科)

9 : 40 ~ 11 : 30

【後 期 日 程】

注 意 事 項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従い、出願時に選択した科目の問題冊子、解答用紙であるかどうかを確かめ、
全部の解答用紙（9枚）に受験番号を記入しなさい。
- 3 出願時に選択した科目と解答した科目が異なる場合は採点されません。

試験開始後

- 4 この問題冊子は、9ページあります。はじめに、問題冊子、解答用紙、下書き用紙を確かめ、
枚数の不足や、印刷の不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合は、手をあげて監督者
に申し出なさい。
- 5 問題は、1 ～ 5 の全てを解答しなさい。
- 6 解答は、すべて解答用紙に記入しなさい。（下書き用紙と間違わないよう十分注意してくだ
さい。下書き用紙は採点対象となりません。）
- 7 5 の解答用紙の使い方については、5 の問題文の下『注意事項』を参照してください。
- 8 問題は、声を出して読んではいけません。
- 9 各問ごとの配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 10 問題冊子、下書き用紙は、必ず持ち帰りなさい。

2025年度

注意事項訂正

RC

理 科
【 化 学 】

3月12日(水)

理 学 部 (化学科)

9 : 40 ~ 11 : 30

【後 期 日 程】

注 意 事 項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従い、出願時に選択した科目の問題冊子、解答用紙であるかどうかを確かめ、
全部の解答用紙（9枚）に受験番号を記入しなさい。
- 3 出願時に選択した科目と解答した科目が異なる場合は採点されません。

試験開始後

- 4 この問題冊子は、9ページあります。はじめに、問題冊子、解答用紙、下書き用紙を確かめ、
枚数の不足や、印刷の不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合は、手をあげて監督者
に申し出なさい。
- 5 問題は、**1** ~ **5** の全てを解答しなさい。
- 6 解答は、すべて解答用紙に記入しなさい。（下書き用紙と間違わないよう十分注意してくだ
さい。下書き用紙は採点対象となりません。）
- 7 **5** の解答用紙の使い方については、**5** の問題文の下の『注意事項』を参照してください。
- 8 問題は、声を出して読んではいけません。
- 9 各問ごとの配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 10 問題冊子、下書き用紙は、必ず持ち帰りなさい。

この訂正紙は問題冊子とともに
必ず持ち帰ってください。

問 題 訂 正

科 目 化学 (R B ・ R C)

訂正箇所

問題

4

7 ページ

(誤)

(b) 油脂を水酸化ナトリウムとともに加熱して
けん化すると, . . .

(正)

(b) 油脂を水酸化ナトリウム**水溶液**とともに
加熱してけん化すると, . . .

【注意】必要ならば、次の数値を用いること。

原子量：H 1.0, C 12.0, O 16.0, Cl 35.5, Ca 40.0, Ni 58.7, Cu 63.5, I 127

1 次の文章を読み、下の問いに答えよ。(配点 20 %)

水は私たちの生活に不可欠な物質であり、温度や圧力を変化させると氷(固体)・水(液体)・水蒸気(気体)の間で状態が変化する。また、極性溶媒である水はイオン結晶や極性分子をよく溶かす。これは、水分子中の (ア) 原子がいくらか負の電荷を、(イ) 原子がいくらか正の電荷を帯びているからである。例えば、塩化カルシウムを水に溶かすと、 Ca^{2+} には (ア) 原子が、 Cl^- には (イ) 原子がそれぞれ (ウ) によって引きつけられる。このように、水分子がイオンなどの (エ) 粒子と結びつくことを (オ) といい、(オ) した Ca^{2+} と Cl^- は (カ) 運動によって水中に拡散していき、全体として均一な水溶液になる。また、純水は 0°C で凝固するが、海水はおよそ -1.8°C 以下にならないと凝固しない。このように、溶液の凝固点が純溶媒の凝固点よりも低くなる現象を凝固点降下といい、純溶媒と溶液の凝固点の差 $\Delta t[\text{K}]$ を凝固点降下度という。希薄溶液では、凝固点降下度は (キ) の種類に関係なく、その溶液の質量モル濃度 $[\text{mol/kg}]$ に比例する。比例定数 $K_f[\text{K}\cdot\text{kg/mol}]$ をモル凝固点降下度といい、これは各溶媒によってそれぞれ固有の値を示す。

問 1 空欄 (ア) ~ (カ) に入る最も適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、図は圧力 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで氷 36.0 g に 1 時間当たり 10.0 kJ の熱を一定の割合で加えていったときの加熱時間と温度の関係を示している。ただし、容器内の圧力は一定に保たれており、加えた熱量は容器内の物質の温度変化および状態変化のみに使われるものとする。次の(1)~(5)に答えよ。

- (1) 液体が存在している区間を例のように記せ。(例) A→B
- (2) 融解熱 $[\text{kJ/mol}]$ を図より求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 水の比熱(水 1 g の温度を 1 K 上げるのに必要な熱量) $[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ を図より求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (4) 0.00°C の氷 30.0 g を 60.0°C の水 50.0 g に入れ、十分な時間が経った後、全体が均一の温度になった。外部との熱のやり取りはないとして、このときの温度 $[\text{C}]$ を求めよ。なお、融解熱と比熱は設問(2)および(3)で算出した値を用いよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (5) 氷が融解して水になると、体積が減少して密度は増加する。この理由を、氷の結晶構造に着目して「水素結合」という語を用いて簡潔に説明せよ。

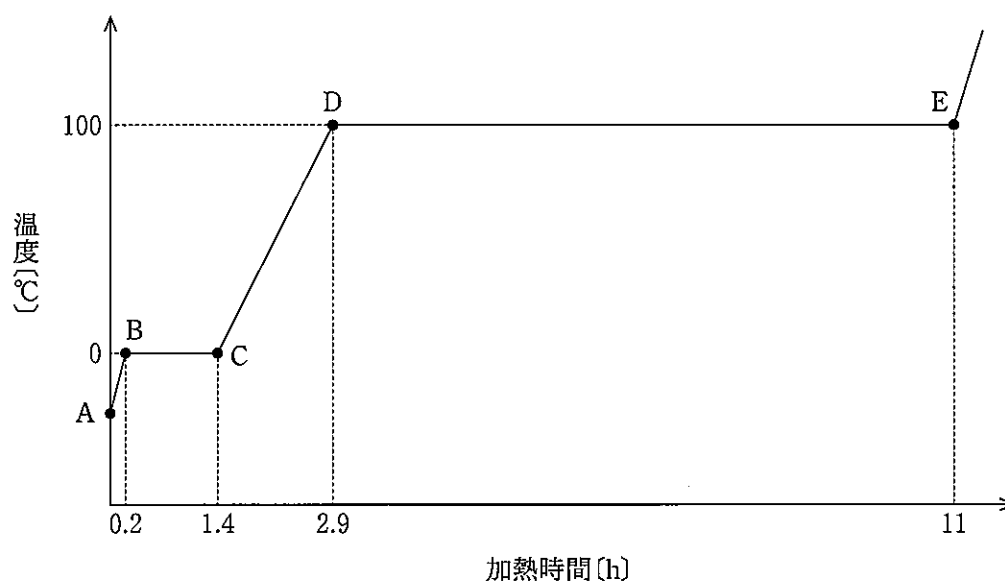


図 加熱時間と温度変化の関係

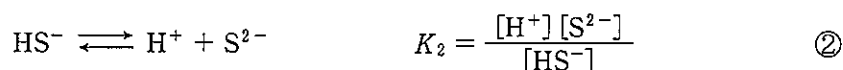
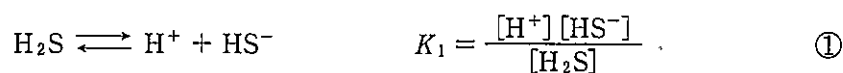
問 3 下線部(b)に関して、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) ある純物質の液体(純溶媒)を冷却していくと、液体の状態を保ったまま温度が凝固点よりも下がることがあった。この状態を何というか記せ。
- (2) 設問(1)の液体を冷却し続けると、熱を奪っているにもかかわらず一時的に温度が上昇し、凝固点に達した後しばらく温度は一定に保たれた。このとき発生した液体 1 mol 当たりの熱量を何というか、その名称を答えよ。
- (3) 設問(2)の状態から一定の割合でさらに熱を奪い続けると、再び温度が低下し始めた。この現象を物質の状態変化に注目し、設問(2)で解答した用語を用いて、簡潔に説明せよ。

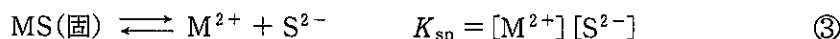
問 4 下線部(c)に関して、質量パーセント濃度 10.0 % の塩化カルシウム水溶液(密度 1.10 g/cm^3)の凝固点が -5.6°C であった。水のモル凝固点降下 $[K \cdot \text{kg/mol}]$ を求めよ。なお、水の凝固点を 0.00°C 、塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。

- 2 次の文章を読み、下の問いに答えよ。ここでは物質のモル濃度 [mol/L] は、 $[\text{H}_2\text{S}]$ や $[\text{M}^{2+}]$ のように表すものとする。(配点 20 %)

水を加熱すると、沸騰が始まるより低い温度で鍋底に小さな気泡が確認できる。水温の上昇に伴い、溶けていた窒素や酸素が溶けきれず気体となり出てくるためである。窒素や酸素など水への溶解度が小さい気体では、^(a)ヘンリーの法則が成り立つが、^(b)塩化水素やアンモニアなど水への溶解度が大きい気体ではヘンリーの法則は成り立たない。^(c)硫化水素は、酸素とアンモニアの間の溶解度を持ち、水に少し溶ける。水に溶けた硫化水素は、^(d)次のように二段階で電離し、硫化水素の電離定数 K_1 および K_2 は式①および②で表される。



硫化水素の溶解で生じる硫化物イオンは、様々な金属イオンと反応し金属硫化物の沈殿を生じる。二価の金属イオン M^{2+} からなる難溶性の金属硫化物 MS の水溶液では次の溶解平衡が成り立ち、^(e)その溶解度積 K_{sp} は式③で表される。



硫化銅(Ⅱ)のように溶解度積が非常に小さい金属硫化物は、広い pH 範囲で金属硫化物の沈殿が生成する。ところが、硫化亜鉛(Ⅱ)のように硫化銅(Ⅱ)に比べて溶解度積がはるかに大きい金属硫化物は、^(f)強酸性水溶液では沈殿しにくい。このような性質は、微量の金属イオンの分離・分析に用いられる。

問 1 下線部(a)に関して、酸素は酸化マンガン(Ⅳ)を触媒として塩素酸カリウムを加熱することで発生させることができる。次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) この反応の化学反応式を記せ。
- (2) 反応前後の塩素原子の酸化数をそれぞれ記せ。

問 2 下線部(b)に関して、窒素は圧力が $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときに、 21°C の水 1.00 L に $0.70 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 溶解し、平衡に達する。次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 圧力が $4.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ の窒素が、 21°C の水 2.0 L と接しており平衡状態にある。水に溶解した窒素の物質質量[mol]を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 設問(1)の平衡状態から、温度を 21°C に保ったまま窒素の圧力を減少させると、水に溶解していた窒素の一部が溶けきれず気体となり出てきて、窒素の圧力が $3.03 \times 10^5 \text{ Pa}$ において新たな溶解平衡に達した。このとき水から出てきた窒素の 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとでの体積[mL]を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。なお、気体の窒素 1 mol の占める体積を 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 22.4 L とする。

問 3 下線部(c)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 塩化水素は、実験室では塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて穏やかに加熱して発生させることができる。この反応の化学反応式を記せ。また、この実験操作において塩化水素の最も適切な捕集方法の名称を答えよ。
- (2) 塩化水素は、水に溶けると塩化物イオンとオキソニウムイオンへ電離する。そのため、飽和塩化ナトリウム水溶液へ塩化水素を吹き込むと、塩化ナトリウムの溶解度や電離度が小さくなる。この現象を何効果というか。その名称を答えよ。

問 4 下線部(e)に関して、塩化銅(II)水溶液に塩酸を加えて $\text{pH} = 1.5$ にした。そこに硫化水素を通じたところ硫化銅(II)が沈殿した。この水溶液中の硫化物イオン $[\text{S}^{2-}]$ の濃度を測定したところ $1.3 \times 10^{-19} \text{ mol/L}$ であった。このときの溶液中の銅(II)イオンのモル濃度[mol/L]を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、この温度における硫化銅(II)の溶解度積は $6.5 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2$ とする。

問 5 下線部(d)~(f)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。ただし、ここでは式①~③で表される平衡のみを考えるものとする。

- (1) 金属硫化物 MS の飽和水溶液中の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を、 $[\text{M}^{2+}]$ 、 $[\text{H}_2\text{S}]$ 、 K_1 、 K_2 および K_{sp} を用いて表せ。また、所定の欄に導出過程を記せ。
- (2) 仮想的な二価の金属陽イオン A^{2+} を考える。 0.100 mol/L の硫化水素および $2.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ の金属イオン A^{2+} を含む水溶液 1.00 L において、金属硫化物 AS が沈殿する最小の pH を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、この温度における AS の溶解度積を $2.47 \times 10^{-22} (\text{mol/L})^2$ 、硫化水素の電離定数 $K_1 = 9.5 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ 、および $K_2 = 1.3 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ とし、硫化水素の電離度が小さいため、 pH によらず $[\text{H}_2\text{S}]$ は 0.100 mol/L とみなせるものとする。もし必要ならば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ を用いてもよい。

銅を空気中で加熱すると黒色の (ア) が生じる。これをさらに 1000 °C 以上で加熱すると、赤色の (イ) になる。銅を長い期間にわたって風雨にさらすと緑色の銅のさびである (ウ) を生じる。

(ア) を希硫酸に溶解させると硫酸銅(Ⅱ)になる。硫酸銅(Ⅱ)の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると青白色の沈殿を生じる。この青白色の沈殿にアンモニア水を過剰に加えると、沈殿は溶解して深青色の溶液となる。また、バーナーで銅線を焼くと表面に (ア) が生じ、加熱直後の (ア) をメタノールの蒸気に触れさせると、メタノールが酸化されてホルムアルデヒドが生成する。

銅は天然に単体として産出されることもあるが、多くは硫化物や酸化物として存在している。銅の代表的な鉱石は主成分が CuFeS_2 の (エ) である。これに石灰石やけい砂を混ぜて加熱すると、硫化銅(Ⅰ)が得られる。これを空気中で強熱すると、硫黄が二酸化硫黄となって除かれ、純度 99 % 程度の粗銅が得られる。粗銅には不純物が含まれているため、粗銅を陽極、純銅を陰極、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液にして電気分解することにより、純度 99.99 % 以上の銅が得られる。このように、電気分解を利用して金属の単体を得る操作を (オ) という。なお、粗銅中に不純物として含まれる金属のうち、銅よりも (カ) が小さい銀や金などは、低電圧の電気分解であれば陽イオンにはならないので、粗銅からはがれて下にたまる。これを (キ) という。また、銅よりも (カ) が大きい亜鉛、鉄、ニッケルなどの不純物は銅とともにイオンになって溶け出す。

銅を含む合金も実用上広く使われている。(ク) は主に銅と亜鉛からなる合金で、楽器などに使われている。(ケ) は主に銅とスズからなる合金で、銅像などに使われている。

問 1 空欄 (ア) ~ (ケ) に入る最も適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)~(f)に関して、それぞれの化学反応式を記せ。必要ならばイオンを含む形でもよい。

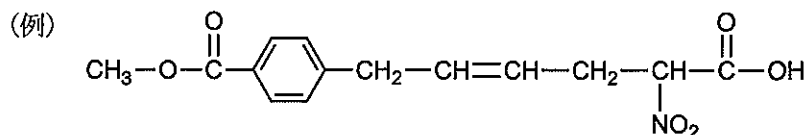
問 3 銅の結晶は面心立方格子の構造をとる。次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 単位格子中に含まれる銅原子の数を求めよ。
- (2) 銅の単位格子の一辺の長さが $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ のとき、銅の原子半径[cm]を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字2桁で答えよ。必要ならば、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ 、 $\sqrt{5} = 2.2$ を用いよ。

問 4 下線部(g)に関して、不純物としてニッケルのみを含む粗銅を 0.800 mol/L の硫酸銅(II)水溶液 10.00 L 中で電気分解したところ、 330.20 g の銅が陰極に析出し、硫酸銅(II)水溶液の濃度は 0.780 mol/L に減少した。粗銅中のニッケルは 2 価の陽イオンとして溶けだした。反応によって電解液の体積は変化しないものとする。次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 粗銅から溶出したニッケルと銅の物質質量[mol]をそれぞれ求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 粗銅の減少量[g]を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 粗銅に含まれる銅の含有率(質量パーセント)を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。

- 4 次の文章を読み、下の問いに答えよ。構造式は次の例にならって記せ。なお、立体異性体を区別して記す必要はない。(配点 20 %)



油脂は、グリセリンがもつ三つの (ア) 基と、脂肪酸のカルボキシ基が脱水縮合したエステルである。飽和脂肪酸を多く含む油脂は、常温で固体になりやすく、不飽和脂肪酸を多く含む油脂は、液体になりやすい。^(a) 常温で液体の油脂に、ニッケルを触媒として (イ) を付加させて固体となった油脂を (ウ) といい、植物性油脂からつくった (ウ) はマーガリンの原料となる。

油脂を水酸化ナトリウムとともに加熱してけん化すると、セッケンとグリセリンが得られる。^(b) 油脂 1 g をけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量[mg]の数値をけん化価といい、けん化価の大きな油脂は平均分子量が (エ) ことがわかる。また、油脂 100 g に付加するヨウ素分子^(c)の質量[g]の数値をヨウ素価といい、ヨウ素価の大きな油脂は炭素原子間二重結合の数が多く、空气中で酸化されて固まりやすい。

セッケンは水の表面では、疎水基を空气中、親水基を水中に向けて並び、水の表面張力を (オ) するはたらきを持つ。脂肪油をセッケン水に入れて振り混ぜると、セッケンは油のまわりをとり囲み、水中に分散して乳濁液となる。これをセッケンの (カ) 作用という。これらが総合的にはたらくことで、セッケンは洗浄作用を示す。

グリセリンは甘みがあり毒性が低いため、食品、医薬品、化粧品の成分として広く用いられている。さらに、プラスチックや爆薬などの原料としても使われている。また、多価カルボン酸と多価アルコールの重合で得られる熱硬化性樹脂を^(d) (キ) 樹脂という。その代表例として、無水フタル酸とグリセリンからつくられるグリプタル樹脂があり、いろいろな硬さの樹脂をつくることができるため、自動車用の塗料、接着剤、油絵の具などに用いられている。また、グリセリンの酸化により得られるグリセリン酸は、不斉炭素原子を一つもつ化合物であり、鏡像異性体が存在する。^(e)

問 1 空欄 (ア) ~ (キ) に入る最も適切な語または物質名を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、不飽和脂肪酸を多く含む油脂が液体になりやすい理由を、分子構造に着目して簡潔に説明せよ。

問 3 下線部(b)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 構成脂肪酸としてステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ のみを含む油脂に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、セッケンを合成した。この反応の化学反応式を記せ。なお、構造式中において炭化水素基は $C_{17}H_{35}$ と記せ。
- (2) ある油脂 10.8 g を完全にけん化したところ、1.20 g のグリセリンが得られた。この油脂の平均分子量を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。

問 4 下線部(c)に関して、ある油脂の分子量は 878、ヨウ素価は 173 であった。この油脂 1 分子中の二重結合の数を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、整数で答えよ。

問 5 セッケンと同様に疎水基と親水基をバランスよくもち、洗浄作用を示すものとして、合成洗剤がある。代表的なものとして、硫酸アルキルナトリウムがある。次の(あ)～(え)のうち、セッケンのみに該当するものは A、硫酸アルキルナトリウムのみに該当するものは B、両方とも該当するものは C、どちらにも該当しないものは D と記せ。

- (あ) 塩化カルシウム水溶液を加えて振り混ぜると沈殿が生じる。
- (い) 水溶液は中性である。
- (う) 水溶液に油を加えて振り混ぜると乳濁液になる。
- (え) 硬水や海水中でも洗浄力を保つ。

問 6 下線部(d)に関して、グリセリンに濃硫酸と濃硝酸の混合液を作用させ、完全に反応させて得られるグリセリンの硝酸エステルの構造式を記せ。

問 7 下線部(e)の情報をもとに、分子式 $C_3H_6O_4$ をもつグリセリン酸の構造式を記せ。

- 5 次の(1)~(3)の語句をすべて使って、化学に関して知るところを150字以上200字以内の文章にまとめ、解答欄に記せ。なお、書式は下の注意事項にならうこと。(配点20%)

(1) 錯イオン (2) 非共有電子対 (3) 配位数

注意事項

1. 各段落の書き出しは一マスあける。
2. 読点には「,」を、句点には「。」を使用し、それぞれ一マスとする。
3. 小さな文字「つ」「ゃ」「ゅ」「ょ」等は一マスで使う。
4. 行の末尾の「,」や「。」については下の例に従う。
5. 数字と英語の書き方は、下の例に従う。

	ビ	ス	マ	ス	(	Bi	)	は	原	子	番	号	83	の	15	族	元	素	で	あ	る	。	単	体		
	の	ビ	ス	マ	ス	は	融	点	が	27	1	℃	の	金	属	で	あ	り	,	そ	の	原	子	半	径	50 字
	は	0.1	56	nm	で	あ	る	。	ビ	ス	マ	ス	化	合	物	は	整	腸	剤	に	も	使	用	さ	れ	
	る	Bi	2	O ₃	の	よ	う	に	無	害	な	も	の	が	多	い	が	,	こ	れ	は	同	族	元	素	100 字
	の	ヒ	素	や	ア	ン	チ	モ	ン	の	化	合	物	の	場	合	と	は	対	照	的	で	あ	る	。	
	天	然	の	ビ	ス	マ	ス	は	単	一	の	放	射	性	同	位	体	20	9	Bi	か	ら	な	る	。	150 字
	し	か	し	,	そ	の	半	減	期	は	1.9	×	10	19	年	と	極	め	て	長	く	,	ほ	と	ん	
	ど	放	射	線	を	出	さ	な	い	た	め	,	防	護	措	置	な	ど	は	不	要	で	あ	る	。	200 字

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度） 1／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部(化学科)		
1	問 1 （ア）酸素 （イ）水素 （ウ）静電気力（クーロン力） （エ）溶質 （オ）水和 （カ）熱 問 2 （１）B→E （２）（計算過程） $(1.4 - 0.2) \times 10 / (36 / 18) = 6.0 \text{ kJ/mol}$ （解答） 6.0 kJ/mol （３）（計算過程） $(2.9 - 1.4) \times 10 \times 1000 / (36 \times 100) = 4.16 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ （解答） 4.2 J/(g・K) （４）（計算過程） 到達した温度を t [°C] とする。 $6.0 \times (30 / 18) + 4.2 \times 10^{-3} \times 30 \times t = 4.2 \times 10^{-3} \times 50 \times (60 - t)$ $10 + 0.126 \times t = 12.6 - 0.21 \times t$ $0.336 \times t = 2.6$ $t = 7.74 \text{ }^{\circ}\text{C}$ （解答） 7.7 °C （５）氷が融解すると、水素結合の一部が切れて隙間の大きな結晶構造が崩れ、その隙間に他の（自由になった）水分子が入り込むため。 問 3 （１）過冷却 （２）凝固熱 （３）液体が全て固体となり、凝固熱が発生しなくなったため、温度は一定の割合で低下した。 問 4 （計算過程） この水溶液 1 L の質量は、$1.10 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3 = 1100 \text{ g}$ この水溶液 1 L 中の CaCl_2 の物質量は、$1100 \text{ g} \times 0.100 / 111 \approx 0.99 \text{ mol}$ この水溶液 1 L 中の水の質量は、$1100 \text{ g} \times 0.900 = 990 \text{ g} = 0.99 \text{ kg}$ 質量モル濃度を m とすると、$m = 0.99 / 0.99 = 1.0 \text{ mol/kg}$ 塩化カルシウムは完全に電離しているので、$\Delta t = K_f \times m$ より $5.6 = K_f \times 1.0 \times 3$ $K_f = 1.87$ （解答） 1.9 K・kg/mol		

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和7年度） 2/5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
2	問1 (1) 反応式 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ (2) 反応前 +5 反応後 -1 問2 (1) (計算過程) ヘンリーの法則より、窒素の圧力が $4.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、21°C の水 2.0 L へ溶解する窒素の物質質量〔mol〕は、 $0.70 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 4 \times 2.0 \text{ L} = 5.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (解答) $5.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (2) (計算過程) 窒素の圧力が $3.03 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、21°C の水 2.0 L へ溶解する窒素の物質質量〔mol〕は、 $0.70 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 3 \times 2.0 \text{ L} = 4.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 圧力を低くしたことにより水に溶けきれず気体となり出てきた窒素の物質質量は、 $5.6 \times 10^{-3} \text{ mol} - 4.2 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$ この窒素の 0°C、$1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとでの体積〔mL〕は、 $22.4 \text{ L/mol} \times 1.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 1000 = 31.36 \text{ mL}$ (解答) 31 mL 問3 (1) 反応式 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$ 捕集方法 下方置換 (2) 共通イオン効果 問4 (計算過程) 硫化銅(Ⅱ)の溶解度積から、$K_{\text{sp}} = [\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 6.5 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2$ 硫化物イオンの濃度が $1.3 \times 10^{-19} \text{ mol/L}$ であることから、溶液中の銅(Ⅱ)イオンの濃度は、 $[\text{Cu}^{2+}] = 6.5 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2 / (1.3 \times 10^{-19} \text{ mol/L}) = 5.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ (解答) $5.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$		

問5 (1) (導出過程)

硫化水素の電離定数の式①, ②より

$$K_1 K_2 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]} \times \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]} = \frac{[H^+]^2[S^{2-}]}{[H_2S]} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$\text{金属硫化物の溶解度積の式③より } [S^{2-}] = \frac{K_{sp}}{[M^{2+}]} \quad \dots \textcircled{5}$$

式⑤を式④に代入して整理すると,

$$[H^+]^2 = \frac{K_1 K_2 [H_2S] [M^{2+}]}{K_{sp}}$$

$$(\text{解答}) [H^+] = \sqrt{\frac{K_1 K_2 [H_2S] [M^{2+}]}{K_{sp}}}$$

(2) (計算過程)

設問(1)より, 金属硫化物 AS の飽和水溶液では次の関係式が成り立つ。

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_1 K_2 [H_2S] [A^{2+}]}{K_{sp}}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{9.5 \times 10^{-8} \times 1.3 \times 10^{-14} \times 0.100 \times 2.0 \times 10^{-9}}{2.47 \times 10^{-22}}} = \sqrt{10^{-9}} = \sqrt{10} \times 10^{-5}$$

求める pH は,

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(\sqrt{10} \times 10^{-5}) = -\frac{1}{2}\log_{10} 10 + 5 = 4.5$$

$$(\text{解答}) \text{pH} = 4.5$$

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度） 3/5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
3	問 1 （ア）酸化銅（Ⅱ），（イ）酸化銅（Ⅰ），（ウ）ろくしょう（緑青）， （エ）黄銅鉱，（オ）電解精錬，（カ）イオン化傾向，（キ）陽極泥， （ク）黄銅，（ケ）青銅 問 2 (a) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ (b) $4\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$ (c) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (d) $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (e) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$ $(\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2)$ (f) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$ 問 3 (1) 4（個） (2)（計算過程） 面心立方格子なので，単位格子の一辺の長さ a の $\sqrt{2}$ 倍が原子半径 r の 4 倍となる。 したがって，$\sqrt{2}a = 4r$ ゆえに，$r = \sqrt{2}a/4 = 1.4 \times 3.6 \times 10^{-8}/4 = 1.26 \times 10^{-8} \text{ cm}$ （解答）$1.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 問 4 (1)（計算過程） 粗銅から溶解したニッケルの物質量は $(0.800 - 0.780) \text{ mol/L} \times 10.00 \text{ L} = 0.20 \text{ mol}$ 陰極で析出した銅は $330.20 \text{ g}/63.5 \text{ g/mol} = 5.20 \text{ mol}$ なので，粗銅から溶出した銅の物質量は $5.20 \text{ mol} - 0.20 \text{ mol} = 5.00 \text{ mol}$ （解答）ニッケル 0.20 mol，銅 5.0 mol (2)（計算過程） 粗銅から溶解した銅の質量 $5.00 \times 63.5 = 317.5 \approx 318 \text{ g}$ 粗銅から溶解したニッケルの質量 $0.20 \times 58.7 = 11.74 \approx 12 \text{ g}$ 粗銅の質量の減少量はこの合計なので $318 + 12 = 330 \text{ g}$ （解答）$3.3 \times 10^2 \text{ g}$ (3)（計算過程） 粗銅から溶出した銅の質量は 318 g 粗銅の質量の減少量は(2)より 330 g したがって，粗銅の純度は $318/330 \times 100 = 96.36 \%$ （解答）96%		

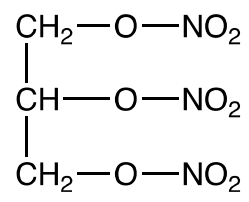
正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度）4／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
4	問 1 （ア）ヒドロキシ，（イ）水素，（ウ）硬化油，（エ）小さい，（オ）小さく （カ）乳化，（キ）アルキド 問 2 不飽和結合を多く含む油脂は，分子鎖が不規則に折れ曲がり，分子どうしの接触面積が小さくなる。そのため，分子間力が小さくなり，融点が低くなる。 問 3 （1） $ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-O-C(=O)-C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{CH-O-C(=O)-C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{CH}_2\text{-O-C(=O)-C}_{17}\text{H}_{35} \end{array} + 3 \text{ NaOH} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-OH} \\ \\ \text{CH-OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{-OH} \end{array} + 3 \text{ C}_{17}\text{H}_{35}\text{-C(=O)-ONa} $ （2） （計算過程） 油脂の平均分子量を M とする。油脂 1 mol からグリセリン 1 mol が得られるので， $10.8 \times \frac{1}{M} = 1.20 \times \frac{1}{92}$ よって，油脂の平均分子量は $M = 828 \approx 830$ となる。 （解答） 8.3×10^2 問 4 （計算過程） 油脂 1 分子中の二重結合の数を n とすると，油脂 100 g に付加するヨウ素分子の質量が 173 g であることから， $\frac{100}{878} \times n \times 254 = 173$ よって，油脂 1 分子中の二重結合の数は $n = 5.98 \approx 6$ となる。 （解答） 6		

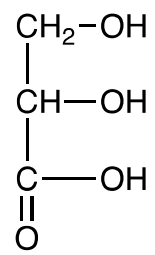
問 5

(あ) A, (い) B, (う) C, (え) B

問 6



問 7



正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和7年度）	5／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）			
5	錯イオンとは，中心となる金属イオンに，非共有電子対をもつ分子や陰イオンなどが配位結合してできたイオンである。中心イオンに配位結合する分子や陰イオンのことを配位子，その数を配位数という。錯イオンの形や配位数は，配位子の種類などにより異なる場合もあるが，中心イオンの種類により決まる傾向がある。また，中心イオンが遷移元素である錯イオンは特有の色を示すものが多く，その呈色反応が元素の確認に用いられる。			

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度） 1/5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部(化学科)		
出題のねらい	1 物質の状態変化に伴うエネルギーの出入り，溶解，凝固点降下について，基礎的な理解と応用力を問う。 問 1 物質の溶解と凝固点降下について理解しているか。 問 2 加熱による水の状態変化とエネルギーの出入りについて理解しているか。 問 3 冷却による純溶媒の状態変化と凝固熱の関係について理解しているか。 問 4 濃度の換算を考慮して，凝固点降下度と質量モル濃度の関係式を正しく使えるか。		
採点基準	1 配点：20 % 問 1 4.8 % 問 2 (1) 1.6 % (2) 1.6 % (3) 1.6 % (4) 2.4 % (5) 1.6 % 問 3 (1) 0.8 % (2) 0.8 % (3) 1.6 % 問 4 3.2 %		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度） 2／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	2 気体の水への溶解度や水溶液の化学平衡について基礎的な理解と応用力を問う。 問 1 酸化数の求め方について理解しているか。 問 2 気体の水への溶解度について理解しているか。 問 3 電離平衡と電離度や溶解度との関係について理解しているか。 問 4 金属硫化物の溶解度積について理解しているか。 問 5 水溶液の水素イオン濃度と金属硫化物の沈殿生成について理解しているか。		
採点基準	2 配点：20 % 問 1 （1）1.6 % （2）1.6 % 問 2 （1）2.4 % （2）2.4 % 問 3 （1）2.4 % （2）1.6 % 問 4 2.4 % 問 5 （1）3.2 % （2）2.4 %		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度）3／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	3 銅の性質やその反応性に関する基礎的な知識と応用力を問う。 問 1 銅の特徴と性質を理解しているか。 問 2 銅に関する化学反応について理解しているか。 問 3 面心立方格子の結晶構造について理解しているか。 問 4 銅の電解精錬の原理について理解しているか。		
採点基準	3 配点：20% 問 1 7.2% 問 2 4.8% 問 3 （1）0.8%（2）1.6% 問 4 （1）2.4%（2）1.6%（3）1.6%		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和 7 年度）4／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	4 有機化合物の基礎的な理解および応用力を問う。 問 1 油脂やセッケンなどの特徴や性質を理解しているか。 問 2 不飽和脂肪酸の構造について理解しているか。 問 3 油脂のけん化について理解しているか。 問 4 油脂の付加反応について理解しているか。 問 5 セッケンや合成洗剤の特徴や性質を理解しているか。 問 6 アルコールの脱水縮合について理解しているか。 問 7 化合物の情報から、生成物の構造を組み立てられるか。		
採点基準	4 配点：20 % 問 1 5.6 % 問 2 1.6 % 問 3 (1) 1.6 % (2) 2.4 % 問 4 2.4 % 問 5 3.2 % 問 6 1.6 % 問 7 1.6 %		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和7年度） 5／5	問題番号	RC
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	5 様々な知識を論理的に分析して客観的な視点から再構築し，過不足なく表現することは化学のみならず自然科学を学ぶ上で重要な能力である。この大問では，化学における基礎的な語句をテーマとする文章を書かせることで，客観的かつ論理的な思考力と文章力を総合的に評価する。		
採点基準	5 配点：20 % 1. 与えられた用語をすべて使っているか。 2. 文法的に正しい表現になっているか。 3. 論旨は明確で首尾一貫しているか。 4. 化学的に正しい内容であるか。		