

令和6年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～23 ページ

化 学 24 ページ～35 ページ

生 物 36 ページ～58 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

化 学

注意 1. 志望する学部・学科などにより、表に示す番号の問題を解答すること。

(次ページの注意2～4についても確認すること)

志 望 す る 学 部 ・ 学 科 等		解 答 す る 問 題 番 号			
国際教養学部	志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
教育学部	志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	
理学部	物理学科志望者、および数学・情報数理学科、生物学科、地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	
理学部	化学科	1	2	3	4
工学部		1	2	3	
情報・データサイエンス学部		1	2	3	
園芸学部	志望者のうち化学を選択する者	1	3	4	
医学部	志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
薬学部	志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	4
看護学部	志望者のうち化学を選択する者	1	3	4	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	物理学関連分野、化学関連分野志望者、および生物学関連分野志望者のうち化学を選択する者	1	2	3	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	工学関連分野、および情報・データサイエンス関連分野	1	2	3	
先進科学プログラム (方式Ⅱ)	植物生命科学関連分野	1	3	4	
先進科学プログラム (総合型選抜)		1	2	3	

注意 2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入しなさい。

3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

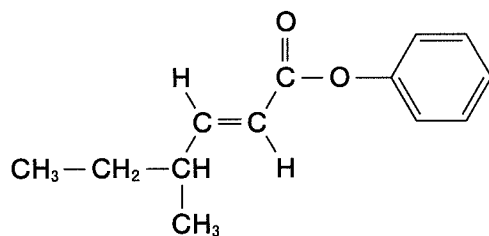
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Cl = 35.5, Ag = 108

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章Ⅰ・Ⅱを読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。

Ⅰ 過酸化水素は、漂白剤やロケット燃料にも用いられる有用な化学物質であり、特に約3%水溶液は ア とよばれ殺菌消毒剤に利用されている。

① 希硫酸で酸性にした過酸化水素水にヨウ化カリウム水溶液を加えると、過酸化水素は イ としてはたらき、水溶液は無色から褐色に変わった。一方、② 希硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、過酸化水素は ウ としてはたらき、水溶液は赤紫色からほぼ無色に変わった。

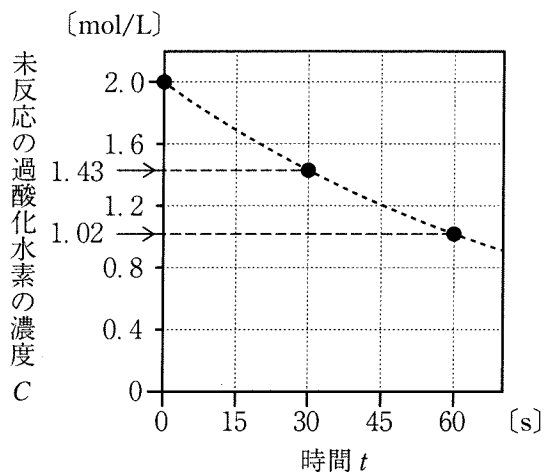
問1 ア ～ ウ にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問2 下線部①および下線部②で起こる反応の化学反応式をそれぞれかきなさい。

問3 下線部②で起こる反応は、過酸化水素水の濃度を決定するための滴定に利用される。濃度が未知の過酸化水素水 A を水で正確に10倍に希釈し、その水溶液 10.0 mL に 5.00 mol/L の希硫酸を 5.00 mL 加えて酸性にした。この硫酸酸性の水溶液に 5.00×10^{-2} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、9.60 mL で終点となった。過酸化水素水 A の濃度は何 mol/L か。計算過程も示し、有効数字2けたで答えなさい。

問4 問3の滴定で硝酸や塩酸ではなく希硫酸を用いる理由を30字以内で説明しなさい。

Ⅱ 過酸化水素水に少量の酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2 を加えると、過酸化水素の分解反応が激しく起こり、その分解速度は未反応の過酸化水素濃度 C [mol/L] に比例する。ある一定温度において、少量の MnO_2 粉末に 2.00 mol/L の過酸化水素水 10.0 mL をすばやく加えた。この時点を経験時間 $t = 0$ s とし、その後の C の時間変化を追跡したところ、以下の図に示す結果が得られた。



図

問 5 $t = 30 \sim 60$ s の間の過酸化水素の平均の分解速度 v_{av} はいくらか。有効数字 2 けたで答えなさい。単位もあわせてかきなさい。

問 6 $t = 45$ s のときの瞬間の分解速度は $t = 30 \sim 60$ s の間の v_{av} で近似できるものとする。また、 $t = 45$ s における C は $t = 30$ s と $t = 60$ s における濃度の平均で近似できるものとする。この分解反応の反応速度式における速度定数 k はいくらか。有効数字 2 けたで答えなさい。単位もあわせてかきなさい。

問 7 $t = 0 \sim 60$ s の間に発生する気体の物質量はいくらか。有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、発生する気体の水への溶解と過酸化水素水の体積変化は無視できるものとする。

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

2021年に東京で開催されたオリンピック競技大会では、金・銀・銅メダルが都市鉱山とよばれる使用済み携帯電話等の電気電子機器からつくられた。都市鉱山からの金、銀および銅のリサイクルには、銅の製錬および電解精錬プロセスが用いられている。

銅の製錬では、リサイクル原料は、破碎、焼却など前処理された後、銅の鉱物資源である とともに製錬され、純度約99%の が得られる。

電解精錬では、 を陽極に、ステンレス板を陰極に用いて、硫酸銅(Ⅱ)の希硫酸溶液中で①約0.3～0.4Vの低電圧で電気分解することによって、純度99.99%程度の銅を得ることができる。その際に、都市鉱山に含まれていた亜鉛や鉄などの銅より酸化され 金属は陽イオンとなって溶け出すが、金や銀などの銅より酸化され 金属は陽イオンとなって溶け出さずにそのまま陽極の下に堆積する。これを陽極泥という。

陽極泥などの金と銀の混合物から金と銀を分離・回収するには、まずは②銀を硝酸に溶解し、金と分離した後、電気分解により銀を回収する。溶け残った金は、王水などで溶解した後、電気分解により回収する。なお、近年、排水規制が厳しくなったことにより、③王水を使用せずに金を溶解する方法も用いられている。

問 1 ア ～ エ にあてはまる語句の組み合わせとして適切なものを、次の(a)～(h)から一つ選び、記号で答えなさい。

	ア	イ	ウ	エ
(a)	赤銅鉱(Cu_2O)	硫化銅(Ⅰ)(Cu_2S)	やすい	にくい
(b)	赤銅鉱(Cu_2O)	粗銅	やすい	にくい
(c)	赤銅鉱(Cu_2O)	硫化銅(Ⅰ)(Cu_2S)	にくい	やすい
(d)	赤銅鉱(Cu_2O)	粗銅	にくい	やすい
(e)	黄銅鉱(CuFeS_2)	硫化銅(Ⅰ)(Cu_2S)	やすい	にくい
(f)	黄銅鉱(CuFeS_2)	粗銅	やすい	にくい
(g)	黄銅鉱(CuFeS_2)	硫化銅(Ⅰ)(Cu_2S)	にくい	やすい
(h)	黄銅鉱(CuFeS_2)	粗銅	にくい	やすい

問 2 下線部①について、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 陽極と陰極で起こる反応をそれぞれ化学反応式でかきなさい。
- (2) 低電圧で電気分解を行う理由を 40 字以内で説明しなさい。
- (3) 一定時間に得られる銅の質量を大きくするためには、以下の項目に関して、どのような工夫が必要か。解答用紙の選択肢から選び、それぞれ丸で囲みなさい。

(a) 電極の面積
(b) 温度
(c) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度

問 3 下線部②に関連して、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 銀と濃硝酸の反応を化学反応式でかきなさい。
- (2) 陽極と陰極に黒鉛電極を用いる銀の回収において、両極で起こる反応をそれぞれ化学反応式でかきなさい。
- (3) 5.00 A の電流を 1.00 時間通じて電気分解した場合、回収できる銀の質量は最大で何 g か。有効数字 2 けたで答えなさい。

問 4 下線部③について、王水を用いない金の溶解方法に、塩素を用いる方法がある。塩素に関して、次の文章を読み、以下の(1)・(2)に答えなさい。

塩素は、 族元素であり、最外殻電子を 個もち、単体は 原子分子で、常温で黄緑色の気体である。水に溶解した塩素が金と反応して、金を溶解する。

(1) ～ にあてはまる数字を答えなさい。

(2) 容積を変えられる密閉容器に、純粋な液体の水 1.0 L と気体の塩素 10.3 L のみを温度 40.0℃、圧力 1.013×10^5 Pa の状態に入れ、温度と圧力を保ちながら、気液平衡に達するまで待ったところ、容器内の気体の体積は 8.86 L になった。このとき、水に溶けている塩素は何 g か。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。温度 40℃における水の蒸気圧は 7.4×10^3 Pa である。なお、塩素と水蒸気は理想気体としてふるまい、塩素と水との化学反応は無視できるものとする。

問 5 携帯電話やコンピュータ等の電子回路の配線材料などに金が用いられている理由を、金の特性に触れたうえで、40 字以内で説明しなさい。

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

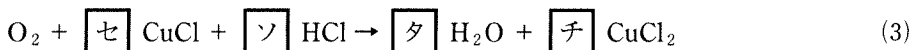
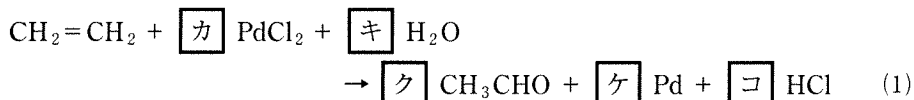
炭化水素には鎖式と環式が存在し、さらに二重結合や三重結合の有無によって飽和炭化水素と不飽和炭化水素に分類される。また、ベンゼン環を含むものは芳香族炭化水素と呼ばれる。^①炭化水素には分子式が同じであっても構造が異なる異性体が存在することがある。たとえば、ベンゼンに塩化アルミニウムとクロロメタンを作用させると、一置換ベンゼンの ア と二置換ベンゼンの イ がそれぞれ得られる。イ には置換基が結合する位置によって3種類の異性体 A～C が考えられるが、この反応では、おもに A と B が生じる。過マンガン酸カリウムを用いる酸化では、ア からは白色固体である ウ が生じ、イ の異性体 A からはジカルボン酸 D が、B からはジカルボン酸 E がそれぞれ生じる。D は加熱することで酸無水物 F となる。E や F はそれぞれアラミド繊維やアルキド樹脂の原料に用いられる。

次に、 $C_4H_4O_4$ の分子式で表される化合物の異性体について考える。これらの異性体の中には、ヒドロキシ基を含まず加水分解によりジカルボン酸を生じ、分子内に対称面をもつ酸無水物 G や、加水分解により乳酸と二酸化炭素を生じる酸無水物 H などが存在する。また、分子式 $C_4H_4O_4$ のジカルボン酸には立体異性体を含めて エ 種類の異性体が存在し、それらの分子にそれぞれ水を1分子付加させると立体異性体を含めて最大で オ 種類のジカルボン酸が生じる。

問1 ア ～ ウ にあてはまる適切な化合物名をかきなさい。

問2 ベンゼンから ア が生じる反応について、ベンゼン 39 g を反応させると ア が 40 g 得られた。このときの収率は何%か。整数で答えなさい。

問 3 ア を穏やかな条件で酸化すると、アルデヒド基を持つ化合物が得られる。代表的なアルデヒドとしては、エタノールの代謝によって生成するアセトアルデヒドがある。工業的には、アセトアルデヒドは以下の反応式(1)～(3)により、エチレンの酸化によって得られる。カ ～ チ にあてはまる適切な係数をかきなさい。なお、係数が1の場合には、1 とかきなさい。



問 4 エ ・ オ にあてはまる適切な数字をかきなさい。

問 5 下線部①について、環状アルカンであるシクロヘキサンは、いす形と舟形の構造をとる。このような関係にある立体異性体を ツ 異性体とよぶ。ツ にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問 6 化合物 F, G, および H の構造式をかきなさい。なお、立体異性体は区別しなくてよい。

4 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えなさい。

合成高分子化合物の重合度にはばらつきがあり、個々の分子の長さに分布が生じることが多い。そのため合成高分子化合物の分子量には、一般に平均分子量が用いられる。^①平均分子量は、高分子化合物の溶液における浸透圧の測定などから求められる。

合成高分子化合物の一種で多数のエステル結合でつながった合成繊維を 系合成繊維という。 と1,4-ブタンジオールを縮合重合させると、ポリブチレンテレフタレートが得られる。^②

2022年4月からプラスチック資源循環促進法が施行され、プラスチックを資源としてリサイクルすることが進められている。プラスチックのリサイクル手法には、融解してもう一度製品として用いる リサイクルや、^③原料になる物質まで分解して再び材料として利用する リサイクルがある。

問1 文章中の ～ にあてはまる適切な語句をかきなさい。
ただし、 には、化合物名をかきなさい。

問 2 下線部①について、次の(1)・(2)に答えなさい。

- (1) U字管を半透膜で仕切って、片側に非電解質の高分子化合物 A を水に溶解した希薄水溶液、もう一方に純粋な水を液面の高さが等しくなるように入れる。圧力を加えず長時間放置して浸透平衡に達したあとの液面差 h [cm] が、高分子化合物 A の平均分子量によってどのように変化するか考える。27℃のもとで、平均分子量が M の高分子化合物 A_1 を水に溶解した希薄水溶液を用いた場合、その液面差は h_1 [cm] となった。一方、平均分子量が A_1 の 10 倍 ($10M$) の高分子化合物 A_2 を水に溶解した希薄水溶液を用いた場合、その液面差は h_2 [cm] となった。

浸透平衡に達したあとの A_1 、 A_2 それぞれの水溶液の体積は、100 mL であり、それらの中に溶けていた高分子 A_1 、 A_2 はいずれも 1.0 g であった。

このとき、それぞれの液面差の差 $(h_1 - h_2)$ [cm] は、 M を用いて $\boxed{\text{オ}} \div M$ [cm] と表すことができる。例えば、 M が 1.0×10^5 の場合では、それぞれの液面差の差 $(h_1 - h_2)$ [cm] は $\boxed{\text{カ}}$ cm となる。

$\boxed{\text{オ}} \cdot \boxed{\text{カ}}$ にあてはまる値をそれぞれ有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、 A_1 水溶液、 A_2 水溶液、純水の密度をいずれも 1.00 g/cm^3 、水銀の密度を 13.6 g/cm^3 、大気圧を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$ とする。また、水溶液は希薄溶液なので、水の浸透にともなう水溶液の密度変化は無視できるものとする。

- (2) 一般に有機化合物の分子量を求める方法として、(a)気体の状態方程式を利用する方法、(b)溶液の凝固点降下度を利用する方法がある。一方、高分子化合物の平均分子量は、これらの方法では求めることが難しい。その理由を(a)、(b)それぞれに分けて 40 字以内で答えなさい。

問 3 下線部②について、次の(1)・(2)に答えなさい。

- (1) この反応の化学反応式をかきなさい。
- (2) 得られた高分子化合物の平均分子量が 4.8×10^5 のとき、この高分子化合物 1 分子中には平均で何個のエステル結合が含まれるか。有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、高分子化合物の末端構造は考慮する必要はない。

問 4 下線部③について、次の(1)・(2)に答えなさい。

- (1) ペットボトルの素材として知られているポリエチレンテレフタラートを水酸化ナトリウム水溶液を用いて完全に加水分解したところ、二つの化合物 **B**、**C** を得た。それらを希塩酸で処理すると化合物 **B** はジカルボン酸になり、化合物 **C** は変化しなかった。化合物 **B**、**C** の構造式をそれぞれかきなさい。
- (2) 1.0 g のポリエチレンテレフタラートが完全に加水分解してすべて化合物 **B** になるには、少なくとも何 g の水酸化ナトリウムが必要か。有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、エステル結合 1.0 mol と反応するために必要な水酸化ナトリウムは 1.0 mol である。また、対象となるポリエチレンテレフタラートの平均分子量は十分に大きく、高分子化合物の末端構造を考慮する必要はない。

