

令和5年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～19 ページ

化 学 20 ページ～32 ページ

生 物 33 ページ～53 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・学科等により，表に示す番号の問題を解答すること。

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	
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	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	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。

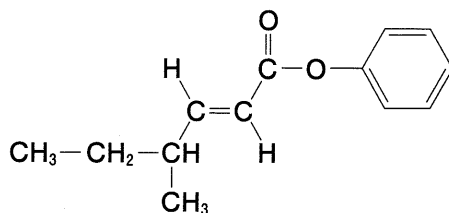
3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

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

Cl = 35.5, K = 39.1, Cr = 52.0, Ag = 108, I = 127

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

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えなさい。

デンプン水溶液では、 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 程度の直径をもつ粒子が水中に分散している。このような大きさの粒子をコロイド粒子といい、この状態をコロイド、この溶液をコロイド溶液という。デンプンやタンパク質などの高分子化合物は分子量が大きく、分子1個がコロイド粒子となる。このようなコロイドを ア コロイドという。また、水酸化鉄(Ⅲ)の場合、通常は集合して水に不溶になる粒子が、あまり大きくならずにコロイド粒子を形成して分散している。これを分散コロイドという。セッケンのように A 基と B 基をもつ物質を界面活性剤という。界面活性剤は水溶液中で濃度が高くなると多数の分子が イ する。この際、界面活性剤分子の A 基が集まって内側に向き、B 基が外側に向き水和してミセルを形成し、コロイド粒子として分散する。これを イ コロイドという。

温度一定のもとで浸透圧は、希薄溶液の溶質の種類に関係なく濃度(数密度)にのみ依存する。この条件では浸透圧はファントホッフの法則に従い、浸透圧を測定することで溶液中の溶質の分子量を決定できる。例えば、水溶性タンパク質の希薄溶液をセロハン膜で仕切られた浸透圧測定用のU字管に入れ、平衡状態に達したあと、その濃度と浸透圧を求めれば分子量を決定できるように思われる。しかし、水溶性タンパク質は、一般に構成するアミノ酸にイオン性側鎖を含むので、水溶液にしたとき電離によって生じた小さなイオンの浸透圧への寄与を無視できない。その寄与を打ち消すために十分な量の小さなイオンからなる塩を加えると、小さなイオンはセロハン膜を通ることができるので、その濃度差は膜の両側でほとんどなくなる。このとき、溶液に含まれるタンパク質が低濃度であれば、タンパク質溶液と塩の溶液の浸透圧の差に対して、ファントホッフの法則が成り立つ。

ここで、溶液中で 単量体 $\rightleftharpoons$ 二量体 の平衡状態にあるタンパク質 A を考える。溶液中の単量体のモル濃度を $[M]$ [mol/L]、二量体のモル濃度を $[D]$ [mol/L] とする。この二量体形成反応の平衡定数 $K = \frac{[D]}{[M]^2}$ は 27℃ において、 2.50×10^3 L/mol である。

以下のように、浸透圧の差の測定からタンパク質 A の分子量を求める実験を 27℃で行った。

0.600 g のタンパク質 A を 100 mL の 0.100 mol/L NaCl 水溶液に溶解したところ、体積変化はほとんどなく 100 mL のタンパク質 A 溶液を得た。次に、浸透圧測定用の U 字管の右側にこのタンパク質 A 溶液を、左側に 0.100 mol/L NaCl 水溶液をそれぞれ 50.0 mL ずつ入れた。次に浸透による液面の移動を起こさないように加圧した。加える圧力が一定になり、浸透平衡に達したあとのタンパク質 A による浸透圧は 7.48×10^2 Pa であり、体積変化はなかった。この状態での右側の溶液を S とする。また、電離によって生じた小さなイオンの式量は、タンパク質 A の分子量に対して無視できるものとする。

問 1 および にあてはまる適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問 2 および にあてはまる適切な語句をそれぞれ答えなさい。

問 3 下線部のような性質をもつ現象として、浸透圧のほかにどのようなものがあるか。適切な例を二つ挙げ、その現象名をそれぞれ答えなさい。

問 4 溶液 S に存在する単量体と二量体を合わせた濃度 ($[M] + [D]$) は何 mol/L か。有効数字 2 けたで答えなさい。

問 5 溶液 S におけるタンパク質 A の見かけの分子量 (平均分子量) はいくらか。有効数字 2 けたで答えなさい。

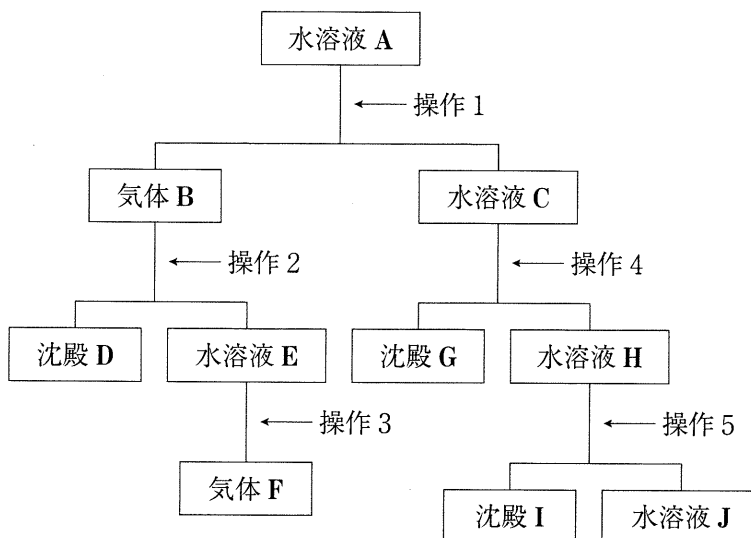
問 6 溶液 S における $[M]$ は何 mol/L か。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 7 タンパク質 A の単量体の分子量はいくらか。計算過程も示し，有効数字 2 けたで答えなさい。

2

次の文章Ⅰ・Ⅱを読み、以下の問い(問1～9)に答えなさい。

Ⅰ 硝酸カリウム、炭酸水素ナトリウム、ヨウ化カリウム、クロム酸カリウム、および硫化ナトリウムをそれぞれ0.10 mol ずつ溶かした1.0 Lの水溶液 A がある。この水溶液を少量試験管にとり、下図に示す操作を行った。各操作での反応は十分進行するものとする。また、ろ過した沈殿はいずれも少量の純粋な水で洗浄した。



操作 1：水溶液 A に酢酸水溶液を加えたところ、気体が発生した。ほぼすべての気体をガラスびんに捕集した。これを気体 B とした。

操作 2：気体 B の入ったガラスびんに $\frac{1}{10}$ くらいの深さになるよう水酸化ナトリウム水溶液を加え、ふたをしてよくふり、気体を吸収させた。次に酢酸カルシウム水溶液を加えたところ、沈殿 D が生じたので、ろ過によって沈殿 D と水溶液 E に分離した。

操作 3：水溶液 E に酢酸水溶液を加えたところ、気体 F が発生した。気体 F をガラスびんに捕集した。

操作 4 : 試験管に残った水溶液 **C** を煮沸し、常温にもどした。そこに水酸化ナトリウム水溶液を加え、次に酢酸バリウム水溶液を加えたところ、沈殿 **G** が生じた。ろ過によって沈殿 **G** と水溶液 **H** に分離した。

操作 5 : 水溶液 **H** に酢酸水溶液を加え酸性にした。次に酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、沈殿 **I** が生じた。ろ過によって沈殿 **I** と水溶液 **J** に分離した。

問 1 沈殿 **D** の化学式と色をかきなさい。

問 2 気体 **F** の化学式をかきなさい。また、この気体の捕集法として適切なものを答えなさい。

問 3 水溶液 **C** の呈色の要因となっているイオンの化学式とその色をかきなさい。

問 4 沈殿 **G** の化学式と色をかきなさい。

問 5 沈殿 **I** の化学式と色をかきなさい。

II 海水中の塩化物イオンの定量を行うため、次の操作を行った。

千葉市の海岸で海水を採集し、純粋な水を加えて正確に 10 倍希釈した。この溶液を 10.0 mL とり、100 mL のコニカルビーカーに移した。そこに指示薬としてクロム酸カリウム水溶液を一定量加えた。この溶液にビュレットで $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 硝酸銀水溶液を滴下すると ア 色の沈殿 **K** が生成しはじめ、27.12 mL を加えたところで イ 色の沈殿 **L** が生じたので滴定の終点とした。ここで、沈殿 **K** と沈殿 **L** の溶解度積はそれぞれ $1.80 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 、 $2.00 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$ とする。また、海水の密度は 1.02 g/mL であり、海水には塩化物イオンの他に沈殿を生成する物質は溶けていないものとし、沈殿 **L** の生成に要した硝酸銀水溶液の体積は無視できるものとする。

問 6 ア および イ にあてはまる色をそれぞれ答えなさい。また、沈殿 **K** および沈殿 **L** の化学式をそれぞれかきなさい。

問 7 この滴定は pH 6.5 ～ 10.5 で行う必要がある。pH 6.5 よりも pH が低い領域で滴定を行った場合、どのような問題が生じるか。50 字以内で答えなさい。

問 8 滴定の終点におけるクロム酸カリウムの濃度が $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であった場合、終点で溶液に残存する塩化物イオンの濃度は何 mol/L か。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

問 9 海水中の塩化物イオンのすべてが塩化ナトリウム由来のものであるとしたとき、この海水に含まれる塩化ナトリウムの質量パーセント濃度はいくらか。計算過程も示し、有効数字 2 けたで答えなさい。

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

分子式 C_4H_8 の化合物は環式飽和炭化水素である ア と鎖式不飽和炭化水素である イ に分類される。イ に分類される化合物 A～D に対してオゾン分解を行った。その結果、化合物 A と B からはそれぞれ2種類の化合物が生じた一方、化合物 C と D からはそれぞれ1種類の化合物が生じた。また、化合物 A～D にリン酸を触媒として水を付加させた。その結果、化合物 A からは主に化合物 E が得られ、化合物 B～D からは主に化合物 F がラセミ体として得られた。次に、化合物 E と F に十分な量のヨウ素と水酸化ナトリウムを作用させた。その結果、化合物 E は反応しなかったが、化合物 F は反応し、生成物を塩酸で中和するとヨードホルムと化合物 G が得られた。続いて、①化合物 G に対して、酸素を同位体 ^{18}O で置換したエタノールを加え、濃硫酸を触媒として加熱すると果実臭をもつ化合物 H が生成した。化合物 G から化合物 H を得る反応を ウ 化という。

問 1 ア ～ ウ にあてはまる適切な語句をかきなさい。

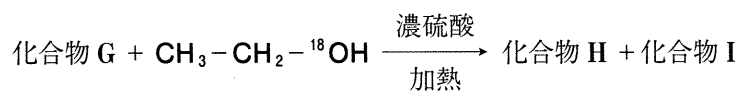
問 2 ア に分類される分子式 C_4H_8 の化合物は、飽和炭化水素であるにもかかわらず反応性が高く、暗所で臭素と反応するものもある。この理由を30字以内で答えなさい。

問 3 一定量の化合物 F に対してヨードホルム反応を行うと、ヨードホルムが78.8 g 得られた。このとき反応に用いた化合物 F は何 g か。有効数字2けたで答えなさい。なお反応は完全に進行し、ヨードホルム反応以外の副反応は起こらないものとする。

問 4 化合物 A, B, および G の構造式をかきなさい。

問 5 化合物 **G** と同じ分子式をもつカルボニル化合物は、化合物 **G** を含めていくつあるか答えなさい。なお、立体異性体が存在する場合は区別して数えなさい。

問 6 下線部①について、以下の反応式中の化合物 **H** と **I** の構造式をかきなさい。また、構造式中の ^{18}O の酸素原子を□で囲みなさい。



4 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

高分子化合物は、人工的につくられる合成高分子化合物と、自然界に存在する天然高分子化合物に分類される。

合成高分子化合物は、様々な重合反応を用いてつくられる。ア 重合は、単量体がもつ二重結合や三重結合などの不飽和結合のうちの一つが開裂し、単量体が重合する反応である。イ 重合は、二つ以上の官能基をもつ単量体から水などの小さい分子がとれ、イ を繰り返して連なる反応である。ウ 重合を用いる合成高分子化合物の例として、ナイロン6がある。ナイロン6は、化合物Aに水を加えて加熱し、化合物Aをウ 重合させてつくられる。

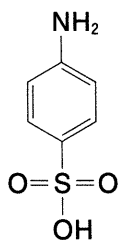
合成高分子化合物は、一般に、安定であり、廃棄されると自然界では分解されにくい。そこで、自然界でエ によって比較的容易に分解される生分解性高分子が開発されている。生分解性高分子の例として、ポリ乳酸がある。ポリ乳酸は、まず、乳酸の環状二量体である化合物Bを合成し、次に、化合物Bをウ 重合させてつくられる。

生ゴムは、ゴムノキの樹液から得られる天然高分子化合物である。生ゴムに、空気を遮断して加熱分解するオ とよばれる操作を行うと、おもに化合物Cからなる無色の液体が得られる。①生ゴムは、空気中に放置されると徐々に弾性を失って劣化する。

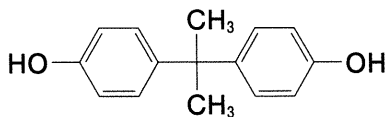
問1 ア ～ オ にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問2 化合物A～Cの構造式をかきなさい。なお、立体異性体が存在しても区別しなくてよい。

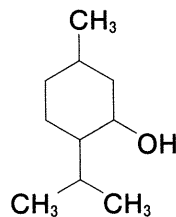
問 3 ある合成高分子化合物を完全に加水分解したところ、直鎖状ジカルボン酸（直鎖脂肪族炭化水素のそれぞれの末端にカルボキシ基が一つずつ結合した化合物）と直鎖状ジアミン（直鎖脂肪族炭化水素のそれぞれの末端にアミノ基が一つずつ結合した化合物）の分子が同数生じた。ジカルボン酸を元素分析したところ、成分元素の質量百分率は、炭素 59.4 %，水素 9.0 %，酸素 31.6 %であった。また、ジアミンの分子量は 116 であった。このとき、加水分解で生じた 2 種類の化合物の示性式と、元の高分子化合物の示性式をかきなさい。ただし、元の高分子化合物は炭素原子間の不飽和結合をもたず、重合度は n とする。



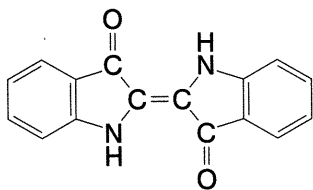
1



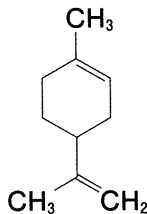
2



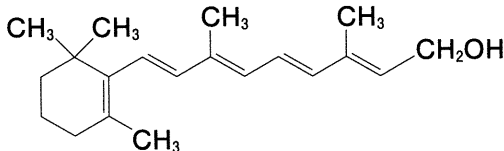
3



4



5



6

問 5 下線部①について，シリコーンゴムは生ゴムと比較すると空気中で劣化しにくい。この理由を，40 字以内でかきなさい。

問 6 $6.48 \times 10^2 \text{ g}$ の 1,3-ブタジエンと $3.12 \times 10^2 \text{ g}$ のスチレンを反応させてスチレンブタジエンゴムを合成した。このゴムの平均分子量が 9.50×10^4 のとき，ゴム 1 分子中に含まれるベンゼン環の数は平均で何個か。計算過程も示し，有効数字 2 けたで答えなさい。ただし，1,3-ブタジエンとスチレンはすべて反応し，スチレンブタジエンゴムの合成に用いられたものとする。



