2025 年 度

# 問題冊子

| 教科 | 科目 | ページ数 |
|---|---|---|
| 理科 | 化学 | 11 |

**試験開始の合図があるまで，問題冊子を開かないこと。**

**解答の書き方**

1. 解答は，すべて別紙解答用紙の所定欄に，はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には，きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には，解答，志望学部及び受験番号のほかは，いっさい記入しないこと。

**注 意 事 項**

1. 試験開始の合図の後，すべて(5枚)の解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず記入すること。
2. 理科の選択科目は，出願時に選択したものと異なるものについて解答してはいけない。
3. 下書き用紙は，片面だけ使用すること。
4. 試験終了時には，解答用紙を必ずページ順に重ね，机上に置くこと。解答用紙は，解答していないものも含め，すべて(5枚)を回収する。
5. 試験終了後，問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

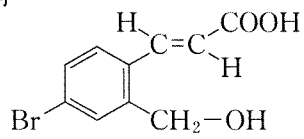
必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| H 1.0 | C 12.0 | N 14.0 | O 16.0 | S 32.1 |
| Cl 35.5 | Cu 63.6 | Ag 107.9 | Au 197.0 | |

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

有機化合物の構造式は，以下の例にならって示すこと。

例



〔Ⅰ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。

砂糖水(水 100 g ＋ 砂糖 10 g)，食塩水(水 100 g ＋ 食塩 10 g)，炭酸ナトリウム水溶液(水 100 g ＋ 炭酸ナトリウム 10 g)の入ったビーカーがある。これら水溶液 A，B，C を見分けるにはどうすればよいか実験を計画した。ただし，味では確かめないこととする。

仮説 1 ：それぞれの固体は結晶の形が異なるので，水を蒸発させて固体を取り出せば，違いがわかる。

仮説 1 の検証実験
準備：蒸発皿，ガスバーナー，金網，顕微鏡
水溶液はそれぞれ別の蒸発皿に入れて加熱し水を蒸発させる。加熱後に蒸発皿に残った固体を観察する。

結果：水溶液 A，C を加熱したところ，白色固体が残った。水溶液 B は水溶液が次第に褐色になり，それにともなって甘い匂いがした。

問 1　水溶液 B には何が含まれると予想されるか答えなさい。

問 2　水溶液 A，C から生じた白色の固体を顕微鏡で観察したが判別ができなかった。判別するには，どのような実験を行うと良いか。(1)仮説，(2)仮説の検証実験，(3)予想される結果について答えなさい。

問 3　砂糖水(1)，食塩水(2)をそれぞれ 0.15 mol/L に調整した。27 ℃における砂糖水，食塩水の浸透圧を有効数字 2 桁で求めなさい。なお，計算過程も示しなさい。

問 4　食品添加物などに用いられるビタミンC($C_6H_8O_6$)は空気中で少しずつ酸化されて別の物質に変化する。ビタミンCがどの程度酸化されるかを調べるために純粋なビタミンCを1.76 gはかり取り空気中で一定期間放置した。この試料を水に溶かして100 mLの水溶液として水溶液中のビタミンCのモル濃度を測定した。その結果モル濃度は$9.0 \times 10^{-2}$ mol/Lであった。放置する前にあったビタミンCの何%が変化したか。有効数字2桁で求めなさい。なお，計算過程も示しなさい。ただし試料中のビタミンCは全て水に溶けるものとする。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。なお，数値を解答する場合は有効数字2桁で答えなさい。

銅(Cu)や銀(Ag)，金(Au)は，いずれも周期表の(　ア　)族に属する金属元素である。

金は，天然では単体として産出し，電子機器材料や装飾品，貨幣に用いられる。

銀の単体は，銀白色の光沢を有するが，湿った空気中で$H_2S$と反応し，表面に黒色の(　イ　)が生成する。①ハロゲン化銀に光を当てると，分解して銀の粒子が遊離するが，この性質を活かして写真フィルムの感光材に利用されている。

単体の銅は赤色の光沢のある金属であるが，空気中で加熱すると，黒色の(　ウ　)となり，それをさらに1000℃以上で加熱すると，赤色の(　エ　)になる。②銅(Ⅱ)イオン$Cu^{2+}$を含む青色の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，青白色の沈殿が生じる。③この沈殿に過剰のアンモニア水を加えると，沈殿は溶けて深青色の水溶液となる。

問 1　(　ア　)に適切な語句あるいは数字を答えなさい。

問 2　(　イ　)～(　エ　)について，適切な組成式を答えなさい。

問 3　金は面心立方格子の結晶構造をとり，単位格子の一辺の長さが$4.1\times10^{-8}$ cmであるとする。

(1)　1つの単位格子に含まれる金原子の数を答えなさい。

(2)　金の結晶の密度(g/cm$^3$)を計算して答えなさい。なお，計算過程も示しなさい。

問 4　下線部①について，臭化銀に光を当てた際の化学反応式を答えなさい。

問 5　ある条件で，濃度がわからない食塩水 10.0 mL に $3.0 \times 10^{-3}$ mol/L のクロム酸カリウム水溶液 10.0 mL を加えた。この水溶液に $3.0 \times 10^{-2}$ mol/L の硝酸銀水溶液を滴下したところ，ただちに白色沈殿が生成し始め，10.0 mL 滴下したところで赤褐色沈殿が生成し始めた。この実験について，以下の問いに答えなさい。

なお，水溶液の混合や沈殿生成に伴う微小な体積変化は無視できるとし，この条件における塩化銀 AgCl，およびクロム酸銀 $Ag_2CrO_4$ の溶解度積は，それぞれ $1.8 \times 10^{-10}$ $mol^2/L^2$，$3.6 \times 10^{-12}$ $mol^3/L^3$ であるとする。

(1)　赤褐色沈殿が生成し始めた時点での上澄み液中の(a)銀イオンの濃度(mol/L)と，(b)塩化物イオンの濃度(mol/L)を計算して答えなさい。なお，計算過程も示しなさい。

(2)　この実験に用いた食塩水の濃度(mol/L)を答えなさい。

問 6　下線部②および③に示した反応について，それぞれイオン反応式を答えなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。ただし，水の密度は 1.00 g/cm$^3$，比熱は 4.18 J/(g･K) とする。気体はすべて理想気体としてふるまうとする。解答は有効数字 3 桁で答えなさい。

物質の温かさや冷たさは(　ア　)という尺度であらわされる。(　ア　)が異なる 2 つの物質が接触するとき，高温の物質から低温の物質へ移動するエネルギーを熱といい，その量を熱量という。また，①ヘスの法則を利用すると直接測定が困難な化学反応に伴って放出，吸収する熱も計算で求めることができる。

エネルギーは仕事をする能力である。その種類は，(　イ　)，位置エネルギー，運動エネルギー，熱エネルギーなどがある。エネルギーは，互いに変換されても，エネルギーの総和は変化せず常に一定に保たれる。これを(　ウ　)という。

物質 1 g の温度を 1 K(　エ　)させるのに必要な熱量を比熱(J/(g･K))という。その値は物質により異なる。

問 1　文章中の(　ア　)～(　エ　)に適切な語句を入れなさい。

問 2　0.0 ℃の水 100 g を 50.0 ℃まで加熱したとき，水が得た熱量(kJ)を求めなさい。なお，計算過程も示しなさい。

問 3　下線部①，ヘスの法則を 40 字以内で説明しなさい。

問 4　20.0 ℃，1.013 × 10$^5$ Pa のメタン，エタン混合気体 6.73 L を完全燃焼させたところ，0.800 mol の酸素が消費された。この時放出される熱量で 20.0 ℃の水 2.00 kg を何 ℃上昇させることができるか。メタン，またはエタン 1 mol を完全燃焼させたときに放出される熱量はそれぞれ 891 kJ，1561 kJ とする。なお，計算過程も示しなさい。また，放出または吸収される熱量がすべて水の温度変化に使われたとする。

問 5　問4で得られた状態からさらに水温を 10.0 ℃上昇させるにはメタン，エタン混合気体は何Ｌ必要か求めなさい。なお，計算過程も示しなさい。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。

炭化カルシウムに水を加えて発生する脂肪族炭化水素(A)を，赤熱した鉄に接触させることで，芳香族化合物(B)が得られる。化合物(B)を，濃硫酸と濃硝酸の混合物(混酸)に少しずつ加えて加熱すると，化合物(C)が得られる。化合物(C)は無色～淡黄色の，水に溶けにくい油状の液体である。化合物(C)にスズと濃塩酸を加え還元し，化合物(D)が得られる。この化合物(D)に，水酸化ナトリウム水溶液を加えると，化合物(E)が得られる。化合物(E)に，硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると，難溶性の黒色物質が生じる。5℃以下に冷却しながら，化合物(E)の希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると，化合物(F)が得られる。

問 1　化合物(A)～(F)の構造式を答えなさい。

問 2　脂肪族炭化水素(A)に，硝酸水銀(Ⅱ)などを触媒として水を付加させると，化合物(G)が生成する。この化合物(G)を用いた実験の結果について，正しく記述されている文章を，以下の選択肢(ア)～(エ)から全て選びなさい。

(ア)　ヨードホルム反応を示した。

(イ)　銀鏡反応を示した。

(ウ)　フェーリング液を還元し，硫酸銅(Ⅱ)が沈殿した。

(エ)　塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応し，呈色した。

問 3　化合物(B)に鉄粉を触媒として塩素を反応させると，化合物(H)が得られる。この化合物(H)を高温・高圧下で水酸化ナトリウム水溶液と反応させることで，化合物(I)が得られる。このとき得られる化合物(I)の水溶液を，化合物(F)の水溶液に加えると化合物(J)が生じた。化合物(J)の構造式を答えなさい。

問 4　化合物(F)は低温の水溶液中では安定であるが，温度が上がると(F)が分解し，芳香族化合物(K)と 2 種類の物質が生じる。化合物(K)の構造式を答えなさい。

問 5　ジエチルエーテルまたは水に溶かした化合物(B)～(E)，(H)，(J)，(K)を 1 つの分液漏斗に入れ，希塩酸を加えてよく振り混ぜた。静置して二層に分離した際，上層に含まれる化合物を全て答えなさい。

〔V〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。

生体高分子の骨格となっている低分子の糖類，タンパク質を構成するアミノ酸，脂質を構成する高級脂肪酸に関する特徴を以下に記した。

グルコースは分子内に極性が高い官能基①があり，これと水分子とが(　ア　)結合することによって溶解する。グルコースは結晶状態においては環状構造であるが，水溶液中では鎖状構造のグルコース分子も存在する。このとき(　イ　)基が生じるため，グルコース水溶液は(　ウ　)性を示す。同様にフルクトース②も(　ウ　)性を示すが，グルコースとフルクトースが一分子ずつ結合したスクロースは(　ウ　)性を示さない。

タンパク質を構成するアミノ酸は20種であり，共通して極性が高い官能基①があるために水溶性である。ただし，アミノ酸の側鎖によっては溶けにくいアミノ酸もある。アミノ酸にはそれぞれ固有の等電点③があり，等電点ではほとんどのアミノ酸が(　エ　)イオンになっている。

高級脂肪酸は鎖状(鎖式)の炭化水素の末端に極性が高い官能基①が結合した構造である。糖，アミノ酸と異なり，ほとんど水に溶けない。しかし，塩基の水溶液にはよく溶ける。高級脂肪酸のナトリウム塩はセッケンとして水の(　オ　)を低下させる界面活性剤として利用される。セッケン水に油滴を入れるとセッケンが油滴の周りを取り囲み微粒子となり分散する。これを(　カ　)作用といい，この作用と界面活性作用とで汚れを落とす。しかし，マグネシウムイオンやカルシウムイオンを多く含むいわゆる硬水④では洗浄作用が低下する。

問 1　(　ア　)～(　カ　)に適切な語句を答えなさい。

問 2　下線部①について，(1)極性が高い官能基の極性とはどういう性質なのかを説明し，(2)また A) 糖類，B) アミノ酸，C) 高級脂肪酸，それぞれの分子内に含まれる極性が高い官能基の名称と化学式をすべて答えなさい。ただし，糖は環状構造の場合のみとし，アミノ酸の側鎖は除くものとする。

問 3　下線部②について，グルコース，フルクトース，およびスクロースの構造を描き，なぜ(　ウ　)性を示さないのか，グルコース，フルクトースの構造と対比しつつその理由を答えなさい。

問 4　(1)下線部③に関してアミノ酸の等電点について説明しなさい。(2)また，アミノ酸の水溶液に電圧をかけて複数種のアミノ酸を分離することができる。これを電気泳動というが，次のうちでアミノ酸の挙動として正しいものを以下の選択肢 あ)～え)から選んで答えなさい。

あ)　等電点より水溶液のpHが大きいと陽イオンとなり陰極側に移動する。

い)　等電点より水溶液のpHが大きいと陽イオンとなり陽極側に移動する。

う)　等電点より水溶液のpHが大きいと陰イオンとなり陽極側に移動する。

え)　等電点より水溶液のpHが大きいと陰イオンとなり陰極側に移動する。

問 5　下線部④について，硬水では洗浄作用が低下するのはなぜか。セッケンの構造を考慮して説明しなさい。

問 6　セルロースからエタノールを生産する実験を実施した。セルロース 81 g を希酸で完全に加水分解し，グルコース(　キ　)g が得られた。さらに酵母によって完全に発酵させることでエタノール(　ク　)g が得られた。(　キ　)および(　ク　)に適切な数値を有効数字 2 桁で求めなさい。また，計算過程も記しなさい。