

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 13
生物	1 ~ 3	14 ~ 25
地学	1 ~ 4	26 ~ 33

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

化 学

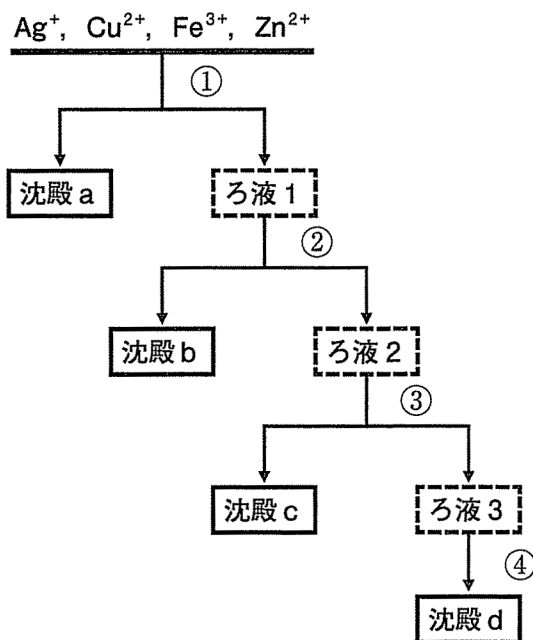
必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

元素の周期表の3～12族に属する元素は、すべて **ア** 元素である。中でも銀、銅、鉄、亜鉛などは、現代の産業を支える重要な元素である。例えば、銀は **イ** と電気を最も導く特性があり、銀コロイドがもつ **ウ** 作用は消臭剤などに応用されている。銅や鉄は、亜鉛やスズなどと合金を形成する。特に銅と亜鉛の合金は **エ** として知られ、金管楽器や硬貨として用いられる。原子の配列を制御した酸化亜鉛は、機械的な歪みにより電荷を生じる圧電特性を示し、次世代の **オ** 材料として注目される。これらの消費や廃棄による環境負荷を減らすためには、**ア** の分離・回収や再利用は重要である。

いま、銀(Ag^+)、銅(Cu^{2+})、鉄(Fe^{3+})、および亜鉛(Zn^{2+})イオンがそれぞれ0.1 mol/L溶解している混合溶液がある。以下に示す手順に従い、4つのイオンの系統分離をおこなった。



【実験操作】

- ① 希塩酸を加える。
- ② 塩酸酸性下で硫化水素を通じる。
- ③ 加熱後，希硝酸を加えさらにアンモニア水を添加する。
- ④ 塩基性下で硫化水素を通じる。

(問 1) 文中の ア ～ オ に適切な語句を記せ。

(問 2) 操作①および②によって得られた沈殿 a, b のそれぞれの物質名と沈殿の色を記せ。

(問 3) 沈殿 a に濃アンモニア水を加えると，溶解して無色透明の溶液を生成した。このときの化学変化を化学反応式で表せ。

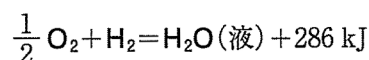
(問 4) 操作②では沈殿 b が生成するとともに，酸性条件下で硫化水素はろ液 1 に含まれる陽イオンのひとつと化学変化を引き起こす。どのような化学変化か，具体的に説明せよ。

(問 5) 操作③で加熱する理由を述べよ。また，加熱をしなかった場合どのような化学変化を生じるか，説明せよ。

(問 6) 操作②や④をおこなうとき，沈殿生成は硫化物イオンの濃度 $[S^{2-}]$ により決定されるが， $[S^{2-}]$ は溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ に依存する。いま，水溶液が酸性であるとして， $[S^{2-}]$ と $[H^+]$ の関係式を過程も示して導け。ただし，硫化水素(H_2S)は2段階に電離し，電離定数 K_1 および K_2 はそれぞれ $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ， $1.3 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ であり，この水溶液に H_2S を通じてその濃度 $[H_2S]$ は 0.1 mol/L を保つものとする。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

酸素原子は最外殻の つの電子のうち つが不対電子であり、残りは電子対を形成している。酸素はさまざまな元素と結びついて安定な化合物を形成する。例えば、酸素と水素から水ができる反応は熱化学方程式で^{a)}



と表される。酸素原子の つの不対電子のそれぞれが水素原子の不対電子と共有結合を形成して水分子はできている。

「酸素」という名前は「酸を作り出すもの」という意味で名付けられたもので、酸は酸性酸化物と水によって作られていると信じられていたことによる。その後、塩酸には酸素が含まれていないことがわかると、水素イオンに注目した酸と塩基の定義がなされた。^{b)}

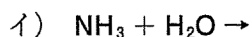
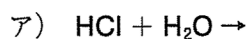
(問 1) 文中の と に入る数字を記せ。

(問 2) 下線部 a) について、標準状態で酸素分子と水素分子を混ぜても水の生成反応は進行しない。その理由を記せ。

(問 3) 酸素分子の $\text{O}=\text{O}$ 、水素分子の $\text{H}-\text{H}$ 、水分子の $\text{O}-\text{H}$ の結合エネルギーは、それぞれ 494, 432, 459 kJ/mol である。水の蒸発熱を求めよ。

(問 4) ショ糖および塩化カリウムについて、それぞれ水に溶解するかを記せ。また、溶解する場合、溶解する様子を水分子との相互作用に注目しつつ簡単に述べよ。

(問 5) 下線部 b) について、ある物質が酸または塩基のいずれとしてはたらくかは何と反応するかによる。以下の反応式を完成させ、それぞれの反応において水が酸と塩基のいずれとしてはたらいているかを記せ。



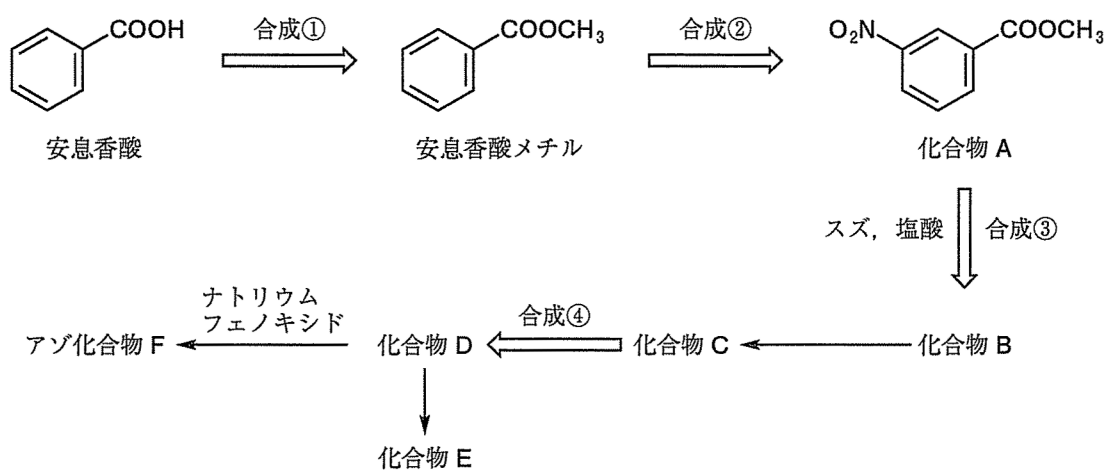
3 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

【合成①】安息香酸をメタノールに溶かし、その溶液に濃硫酸を加えて加熱すると安息香酸メチルが生成する。反応後に得られる混合物から安息香酸メチルを取り出すために、抽出と蒸留^{a)}をおこなう。蒸留は、化合物の **ア** の差を利用しておこなう精製法である。なお、濃硫酸を加えないとこの反応は遅くなる。^{b)}

【合成②】安息香酸メチルに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると、**イ** 位に **ウ** 基が結合した化合物 **A** が生成する。この化合物にはいくつかの構造異性体が存在するが、主として得られる生成物は **イ** - 異性体である。

【合成③】スズと濃塩酸を用いて化合物 **A** を還元すると、化合物 **B** が生成する。反応後に得られる水溶液を取り出して水酸化ナトリウム水溶液を加えると、**エ** 反応が起こって化合物 **C** が遊離する。化合物 **C** に加熱下で水酸化ナトリウム水溶液を作用させると、水溶性の化合物が生成する。^{d)} このとき得られる水溶液を室温に冷まして希塩酸を注意深く加えると、白色の固体が生成する。

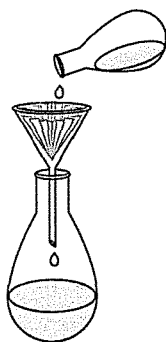
【合成④】化合物 **C** を希塩酸に溶かし、**オ** 水溶液を加えると化合物 **D** が生成する。この反応は、通常 0～5℃ の温度範囲でおこなう必要がある。温度が上昇すると、化合物 **D** は **カ** と反応して **キ** と **ク** と化合物 **E** に分解する。化合物 **E** に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、呈色反応を示す。化合物 **D** とナトリウムフェノキシドを水中で反応させると、アゾ化合物 **F** が得られる。



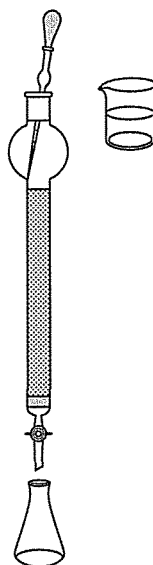
(問 1) 文中の **ア** ~ **ク** に適切な語句または物質名を記せ。

(問 2) 下線部 a) の操作について、適切な実験装置を示しているものを図①~⑥の中から選び、記号で答えよ。

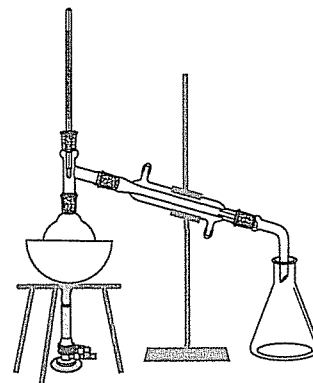
①



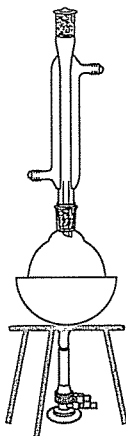
②



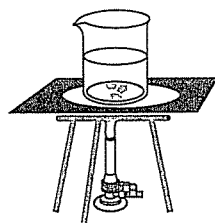
③



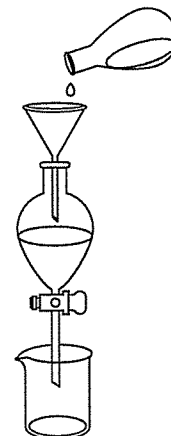
④



⑤



⑥



(問 3) 下線部 b) について、濃硫酸の役割を答えよ。

(問 4) 下線部 c) の反応を化学反応式で示せ。

(問 5) 下線部 d) の反応を化学反応式で示せ。

(問 6) 化合物 D ~ F の構造式を示せ。

4 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

分子内にアミド結合を繰り返し有するポリアミド系合成繊維の中には、高耐熱性かつ高強度のエンジニアリングプラスチックであるアミド繊維^{a)}があり、光ファイバーケーブルや防弾チョッキといった特殊素材として使用されている。同じ高分子材料を用いて合成樹脂(プラスチック)をつくることもできる。プラスチックは、その熱に対する性質から熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂と^{b)}に大別される。特に、熱可塑性樹脂は、プラスチック全体の生産量の大半を占めており、私たちの生活に強く密着する素材である。

自然界に最も多く存在する天然有機化合物である糖類の中で、それ以上小さな化合物に加水分解できないものを単糖類という。その中で、生体のエネルギー源として重要なグルコースは、水溶液中で還元性を示す^{c)}。また、多数の単糖類が脱水縮合して連なったものを多糖類といい、グルコースが数百～数千個脱水縮合してできた多糖類をデンプン^{d)}という。一方、多糖類が摂取されると、生体では多糖類→二糖類→単糖類の反応^{e)}が、消化液に含まれるさまざまな糖類加水分解酵素により引き起こされる。その後、単糖類は小腸より吸収され、その一部は、多糖類であるグリコーゲン^{f)}に変換され、肝臓や筋肉に蓄えられる。

(問 1) 下線部 a) について、アミド繊維は他のポリアミドとは異なる化学構造をもつ。この違いを簡潔に説明せよ。

(問 2) 下線部 b) について、熱可塑性樹脂は、付加重合または縮合重合により得られた高分子化合物を原料として作られている。それぞれの重合様式によって作られている樹脂を次の

①～④から選び、番号で答えよ。

- ① ポリプロピレン ② ポリカーボネート ③ メタクリル樹脂
④ ナイロン 66

(問 3) 下線部 c) について、還元性を示す官能基は何か。その名称を答えよ。

(問 4) 下線部 d) について、デンプン 24.3 g を溶かした水溶液に希硫酸を加え、長時間加熱し完全に分解すると、何 g のグルコースが得られるか。その値を答えよ。

(問 5) 下線部 e) について、だ液・すい液・麦芽中に含まれる、多糖類から二糖類に分解する糖類加水分解酵素を何というか。酵素名を答えよ。

(問 6) 下線部 f) について、グリコーゲンと類似の多糖類として、アミロペクチンが挙げられる。グリコーゲンとアミロペクチンに共通に含まれるグリコシド結合はどれか。以下の選択肢①～⑥から該当するものを1つ番号で答えよ。また、アミロペクチンおよびグリコーゲンの水溶液は、ヨウ素デンプン反応によりそれぞれ何色に変化するか答えよ。

選択肢

- ① α -1,2-グリコシド結合のみ
- ② α -1,4-グリコシド結合のみ
- ③ β -1,4-グリコシド結合のみ
- ④ α -1,6-グリコシド結合のみ
- ⑤ α -1,4-グリコシド結合と α -1,6-グリコシド結合
- ⑥ β -1,4-グリコシド結合と α -1,6-グリコシド結合