

滋賀医科大学
令和6年度
医学科一般選抜(前期日程)

問題冊子

理 科

物 理	1 ページ～9 ページ
化 学	10ページ～15ページ
生 物	16ページ～25ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 25 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち2科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

化 学 (3 問題)

I 次の文章を読み、以下の問1および問2に答えよ。なお、原子量は水素1.0、炭素12、酸素16、硫黄32、銅64、鉛207とする。また、ファラデー定数 F を $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。
(配点34)

問1 銅は古くから利用されてきた金属である。滋賀県では、明治期に長浜市木之本町で含銅鉱床が発見され、土倉鉱山として昭和40年(1965年)まで銅の生産が行われていた。土倉鉱山で採掘されていた鉱石には約6%の黄銅鉱が含まれていた。黄銅鉱の主成分は CuFeS_2 であり、これを溶鉱炉で粗銅とした後、電解精錬することで純銅が得られる。

(1) 下線部 (ア) について、黄銅鉱の代わりに銅と鉄からなる合金を用いて、以下の操作A～Cで2つの金属元素を分離した。

操作A 細かく粉碎した合金に硝酸を加え、完全に溶解させた。

操作B 操作Aの溶液に硫化水素を通じ、生じた沈殿とろ液とを分離した。

操作C 操作Bのろ液を煮沸した後、硝酸を加え、過剰のアンモニア水を加えると赤褐色の沈殿が生じた。

- (a) 操作Bで生じた沈殿は何か、化学式で答えよ。
- (b) 操作Cで、操作Bのろ液を煮沸する理由を答えよ。
- (c) 操作Cで、硝酸を加える理由を答えよ。
- (d) 操作Cで生じた赤褐色の沈殿は何か、化学式で答えよ。

(2) 鉛、銀、金を含む粗銅板を陽極に、薄い純銅板を陰極に用いて、0.30 V の低電圧で硫酸銅(II)の希硫酸溶液を電気分解した。そのとき、陽極の下付近に沈殿が生じた。なお、粗銅中において元素は均一に分散しており、流れた電流のすべてが電気分解に使われたものとする。

- (a) 下線部 (イ) および (ウ) の銅板表面で起こる酸化還元反応を、電子 e^- を含む反応式ですべて答えよ。
- (b) 下線部 (エ) の沈殿に含まれる金属元素を元素記号ですべて答えよ。また、なぜそれらの金属元素が沈殿に含まれるのか、それぞれ理由を記せ。
- (c) 硫酸銅(II)の希硫酸水溶液 0.50 L に 2.0 A の電流を 128 分間通じたとき、陽極の質量は 5.40 g 減少し、硫酸銅(II)の濃度は 0.0020 mol/L 減少した。なお、水溶液の体積変化は無視できるものとする。
 - (i) 陰極の質量は何 g 増加したか有効数字 2 桁で答えよ。
 - (ii) 反応前の陽極に含まれている銅の質量 % 濃度を有効数字 2 桁で答えよ。
 - (iii) 陽極の減少量 5.40 g に含まれる金と銀の質量の合計 [g] を有効数字 2 桁で答えよ。

問 2 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が生じる。この沈殿^(オ)
に濃アンモニア水を加えると、沈殿は溶けてシュバイツァー(シュワイツァー)試薬と呼ばれる^(カ)

色の水溶液となる。シュバイツァー試薬はセルロースの加工に利用されている。

セルロースは熱水や有機溶媒に溶けないため、そのままでは成形などの加工ができないが、シュバイツァー試薬には溶解して粘性のあるコロイド溶液となる。このコロイド溶液を細孔から希硫酸中へ押し出すとセルロース繊維が再生する。このようにして得られた再生繊維は レーヨンと呼ばれる。

また、セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液で処理したのち、二硫化炭素と反応させると と呼ばれる粘性の高いコロイド溶液となる。 を細孔から希硫酸中に押し出すと再生されるセルロース繊維は レーヨンと呼ばれる。

一方、ヒドロキシ基の一部を化学変化させた半合成繊維も利用される。例えば、セルロース
のすべてのヒドロキシ基を無水酢酸と反応させた後、一部のエステル結合を加水分解^(キ)させて紡糸するとアセテート繊維が得られる。アセテート繊維は人工透析に用いられる人工腎臓の中空糸膜として使われている。

- (1) 空白 ~ に当てはまる適当な化合物名または語句を答えよ。
- (2) 下線部 (オ) および (カ) の反応をそれぞれ化学反応式で記せ。
- (3) デンプンはヨウ素デンプン反応を示すが、セルロースはヨウ素デンプン反応を示さない。その理由をデンプンとセルロースの構造の違いに基づいて答えよ。
- (4) 下線部 (キ) の化学反応を示性式を用いた化学反応式で記せ。ただし、高分子の末端は無視できるものとし、セルロースの示性式は $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ とする。
- (5) 硫酸を触媒として、セルロース 162 g を無水酢酸と反応させて完全にアセチル化した。これを加水分解してアセテート繊維を 267 g 得た。このとき何 % のエステル結合が加水分解されたか、有効数字 2 桁で求めよ。

II 次の文章を読み、以下の問1および問2に答えよ。ただし、原子量として水素 1.0、窒素 14、酸素 16、銀 108、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ を用いよ。(配点 33)

問1 図1の実験装置を用いて銀と希硝酸を反応させたところ、常温で気体である化合物Xが、銅と希硝酸の反応と同様に発生した。なお、排気回収びんCは、実験中に発生する有毒な気体を回収するためのものである。また、排気回収びんCと注射器Dには、開閉可能なバルブcとバルブdがそれぞれついており、バルブcを開いてバルブdを閉じた状態で反応を開始する。

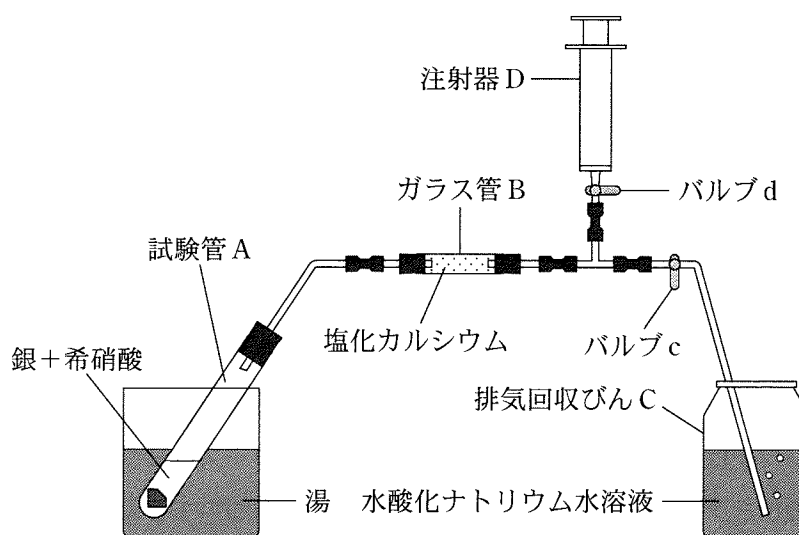


図1 化合物X(気体)の捕集装置

- (1) 化合物Xの物質名を答えよ。
- (2) 銀と希硝酸から化合物Xが発生する化学反応式を、化合物Xの化学式を用いて書け。
- (3) 銀と希硝酸の代わりに、(a) 銀と濃硝酸、(b) 鉄と濃硝酸を使うと試験管A内の反応はどうなるか、それぞれ答えよ。
- (4) 銀2.7gが希硝酸と完全に反応したときに発生する化合物Xの、標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)における体積(L)を、有効数字2桁で答えよ。
- (5) 試験管A内の気体の色は、時間とともにどう変化していくか。(a) 反応の初期と、(b) 反応の中期～後期について、試験管内の気体の色と、その色になる理由を、それぞれ答えよ。
- (6) 反応開始後、時間が十分に経過してからバルブcを閉じてバルブdを開き、注射器Dに気体を吸い取った。バルブdを閉じて注射器D内の気体の体積を測ると、27℃, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で50 mLであった。注射器D内の化合物Xの質量[g]を有効数字2桁で答えよ。ただし、注射器D内の気体はすべて化合物Xであるものとする。

問 2 化合物 X が入った注射器 D を，図 2 のように，酸素が入った注射器 E に取り付けて，二つのバルブを開き，中の気体をすべて注射器 E に押し込んで，バルブを閉じて取り外した。注射器 E 内では，すべての化合物 X と酸素が化学反応して二酸化窒素が生成した。^(ア) さらに，生成した二酸化窒素の一部は四酸化二窒素となり，次の式 ① で表される平衡状態になった。

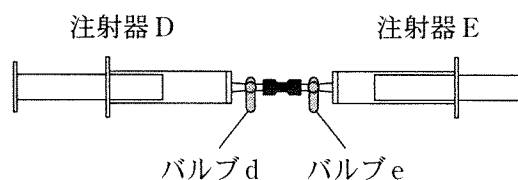
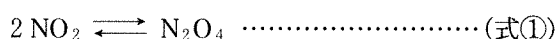
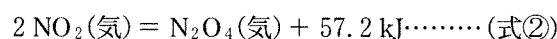


図 2 二酸化窒素の生成装置



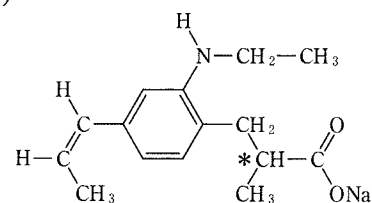
- (7) 式 ① において，二酸化窒素が四酸化二窒素になる反応の圧平衡定数を K_p ，濃度平衡定数を K_c とする。27 °C における K_c を， K_p を用いた式で答えよ。なお，式内の数値は有効数字 2 桁で表すものとする。
- (8) 下線部 (ア) について，反応前の注射器 D 内の化合物 X と，注射器 E 内の酸素の体積は 27 °C， $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で，それぞれ 50 mL と 25 mL であった。反応後の注射器内の気体の体積は 30 mL，全圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。このときの二酸化窒素が四酸化二窒素になる反応の圧平衡定数 $K_p [\text{Pa}^{-1}]$ を有効数字 2 桁で答えよ。なお，反応の前後において気体の温度は一定であり，バルブや連結部の体積は無視できるものとする。
- (9) 式 ① の反応の熱化学方程式は，次の式 ② で表される。二酸化窒素の生成熱が -33.2 kJ/mol であるとき，四酸化二窒素の生成熱 $[\text{kJ/mol}]$ を，小数点以下第 1 位まで求めよ。



- (10) 二酸化窒素と四酸化二窒素の混合気体を閉じ込めた注射器 E について，次の (a)~(c) の操作をそれぞれ行った。平衡状態に達した後，注射器内の四酸化二窒素の物質量は，操作前と比べてどう変わるか。理由とともに答えよ。
- (a) 温度一定の状態では，ピストンを押して加圧する。
- (b) 圧力一定の状態では，注射器全体を加温する。
- (c) 温度一定，体積一定の状態では，注射器内にアルゴンを加える。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問1および問2に答えよ。原子量 例)

として水素 1.0, 炭素 12, 酸素 16 を用いよ。なお, 構造式は例にならって書け。(配点 33)



問 1 炭素, 水素と酸素からなり, エステル結合をもつ化合物 A について, 以下の実験結果が得られた。

- 水酸化ナトリウム水溶液を用いて化合物 A の加水分解反応を行うと, ジカルボン酸 B 58 mg と, 分子式 C_7H_8O をもつ芳香族化合物 C 108 mg のみが得られた。化合物 B と C の物質質量比は 1 : 2 であった。
- 化合物 B の試料を 図 1 のような装置を用いて分析したところ, 組成式が CHO である ^(ア) ことがわかった。 ^(イ)
- 化合物 B は, カルボキシ基を 2 つもつ異性体の中で最も極性が低かった。
- 化合物 C を塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加えても呈色反応を示さなかった。
- 化合物 C を酸化すると芳香族化合物 D が生成した。化合物 D に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると 気体 ^(ウ) を発生しながら溶解した。

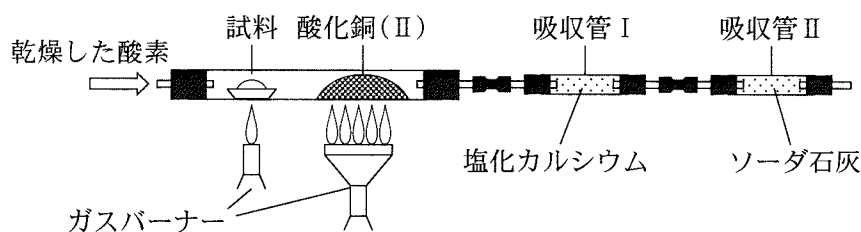


図 1 元素の組成を求める装置

- 下線部 (ア) について, 酸化銅(Ⅱ)の使用目的を答えよ。
- 下線部 (ア) について, 吸収管ⅠとⅡの順序を逆に連結すると正確な元素の質量組成を求めることができない。その理由を答えよ。
- 化合物 B の (i) 分子式および (ii) 構造式を書け。
- 下線部 (イ) について, 化合物 B の試料 116 mg を完全燃焼させると, (i) 吸収管Ⅰおよび (ii) 吸収管Ⅱの質量は, それぞれ何 mg 増加するか。整数値で答えよ。なお, 発生した気体のすべてが吸収管Ⅰおよび吸収管Ⅱに完全に吸収されるものとする。
- 化合物 C, D の化合物名を答えよ。

- (6) 化合物 A の加水分解反応液に対して、分液ろうとを用いて図 2 に示すような操作をおこなった。化合物 B と化合物 C は、それぞれ主としてどの分画から得られるか、記号 (I ~ IV) で答えよ。

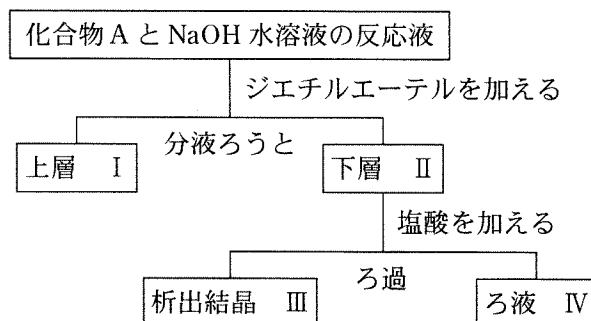


図 2 化合物の分離操作

- (7) 下線部 (ウ) の気体の種類を確認する方法を簡単に答えよ。

問 2 硫酸を触媒として用いて、問 1 の化合物 D をエタノールと反応させると化合物 E が生成した。化合物 E には、エステル結合をもつ一置換の芳香族化合物である化合物 F ~ J の 5 種類の異性体があり、それぞれ以下の性質を有している。

- (f) 化合物 F, G, H, I は酸化すると化合物 D を生成するが、化合物 J は酸化しても化合物 D を生成しない。
- (g) 化合物 F, G は還元性を示す官能基をもつ。
- (h) 化合物 G を加水分解するとヨードホルム反応を示すアルコールが生成する。
- (i) 化合物 H を加水分解すると問 1 の化合物 C が生成する。
- (j) 化合物 I を加水分解して得られるアルコールの蒸気を、ガスバーナーで焼いた銅線と接触させるとホルムアルデヒドが生成する。
- (k) 化合物 J の加水分解生成物でヒドロキシ基をもつ化合物の水溶液に、十分な量の臭素水を加えると、直ちに反応して白色沈殿を生じる。
- (8) 下線部 (エ) に示す官能基の還元性をフェーリング液によって調べた。色の変化を答えよ。
- (9) 下線部 (オ) の化学反応式を書け。
- (10) 下線部 (カ) の化合物の名称を答えよ。
- (11) 化合物 F, G, H, I, J の構造式を書け。ただし、不斉炭素原子には * をつけよ。