

選 択 科 目

(医 学 部)

— 2月6日 —

物 理 }
化 学 } この中から1科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目	問 題 の ペ ー ジ
物 理	1～6
化 学	7～10
生 物	11～19

解答用紙をきりとり線から切り離して，解答はすべて解答用紙に記入し提出しなさい。

解答に必要な場合は、つぎの値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Al = 27.0, S = 32.0, Cl = 35.5, K = 39.1, Fe = 55.9, Cu = 63.5

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1

つぎの各問いに答えなさい。

問1 分子内の共有結合を切断するために必要なエネルギーを結合エネルギーといい、気体分子内の結合 1 mol あたりの値で示される。下に示す 3 種類の結合の結合エネルギー [kJ/mol] を、それぞれ Q_1 , Q_2 , Q_3 と表す。

H-H (H_2) 結合： Q_1 [kJ/mol]

O=O (O_2) 結合： Q_2 [kJ/mol]

O-H (H_2O_2) 結合： Q_3 [kJ/mol]

また、過酸化水素の生成熱は Q_4 [kJ/mol] であるとして、過酸化水素中の O-O (H_2O_2) 結合の結合エネルギー Q_b [kJ/mol] を求める式を Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 で表し、解答欄に記入しなさい。なお、 Q_b , Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 はいずれも正の値である。

問2 硫酸鉄(II) 15.2 g を純水に溶かして、水溶液 1.0 L を調製した。この水溶液 50 mL を三角フラスコに取り、硫酸を加えて酸性にした後、濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、20 mL で終点に達した。滴定に用いた過マンガン酸カリウム水溶液の濃度 [mol/L] を求め、有効数字 2 桁で解答欄に記入しなさい。

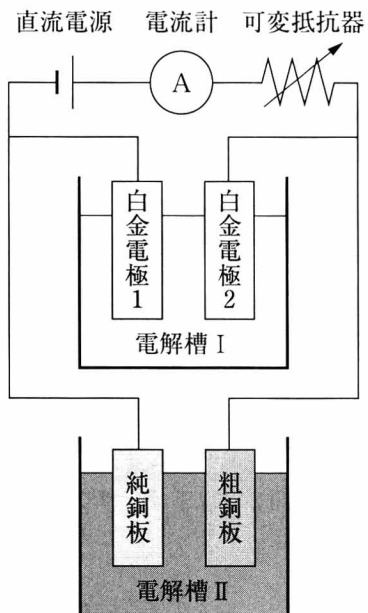
問3 市販の濃硫酸は質量パーセント濃度が 96 % で、密度は 1.84 g/mL である。濃度 0.50 mol/L の希硫酸 1.0 L を調製するために必要な濃硫酸の体積 [mL] を求め、有効数字 2 桁で解答欄に記入しなさい。

問4 アルミニウムに希硫酸を加えると水素が発生し、硫酸アルミニウムが生じる。標準状態 (0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 14.0 L の水素を得るために必要なアルミニウムの質量 [g] を求め、有効数字 2 桁で解答欄に記入しなさい。なお、水素は理想気体とする。

2

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

白金を電極とする希硫酸が入っている電解槽 I と、銀、鉛、亜鉛を含む粗銅板を陽極、純銅板を陰極とする硫酸銅(II)水溶液が入っている電解槽 II がある。これら二つの電解槽を右図のように並列につなぎ、図中の電流計が常に 500 mA をさすようにしながら、2.00 時間電気分解した。その結果、電解槽 I のそれぞれの電極から気体が発生し、電解槽 II の陰極の質量が 0.710 g 増加した。



問1 この電気分解において、電解槽 I および電解槽 II に流れた電子の物質質量 [mol] を有効数字 2 桁で解答欄に記入しなさい。

問2 電解槽 I の白金電極 1 および白金電極 2 から発生した気体の物質質量 [mol] を有効数字 2 桁で解答欄に記入しなさい。

問3 金属のイオン化傾向は、 $Zn > Pb > Cu > Ag$ である。電気分解を行った後に電解槽 II の陽極(粗銅板)に不純物として含まれる銀、鉛および亜鉛に関する記述として最も適切なものを a ~ e から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 銀は金属として、鉛は塩として沈殿するが、亜鉛はイオンとなって電解液中に残る。
- b : 銀は金属として沈殿するが、鉛と亜鉛はイオンとなって電解液中に残る。
- c : 銀、鉛、亜鉛ともにイオンとなって電解液中に残る。
- d : 亜鉛は金属、鉛は塩として沈殿するが、銀はイオンとなって電解液中に残る。
- e : 亜鉛は金属として沈殿するが、鉛と銀はイオンとなって電解液中に残る。

3

つぎの各問いに答えなさい

問1 ある 2 価の飽和アルコール 3.4 g に単体のナトリウムを過剰に加えて反応させると、水素が標準状態 (0 °C, 1.01×10^5 Pa) で 1.23 L 発生した。このアルコールの分子量を求め、有効数字 2 桁で解答欄に記入しなさい。なお、水素は理想気体とする。

問2 $C_4H_8O_2$ の分子式をもつエステル 21.1 g を加水分解すると、14.4 g のカルボン酸が得られた。このエステルの示性式または構造式を解答欄に記入しなさい。

4

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

純度 100 % (質量パーセント) のシュウ酸の結晶 4.50 g を純水に溶解し、ガラス器具①を用いて 1.00 L のシュウ酸水溶液を調製した。この水溶液 50.0 mL をガラス器具②にはかりとり、ここにフェノールフタレインを指示薬として加えた。つぎに、ビュレットに濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を入れ、ガラス器具②の水溶液へ少しずつ滴下して滴定したところ、20.0 mL を加えた時点でガラス器具②内の水溶液の色が変わって中和点に達したため、滴定を終了した。

問1 調製したシュウ酸水溶液の濃度 [mol/L] を求め、有効数字 3 桁で解答欄に記入しなさい。

問2 以下は、ガラス器具①と②の特徴である。それぞれの名称を解答欄に記入しなさい。

ガラス器具①：一定体積の正確な濃度の溶液調製に用いる。

ガラス器具②：上部を細くしたビーカーで、振り混ぜても液体がこぼれない。

問3 下線部の中和前および中和後におけるガラス器具②内の水溶液の色を a～e の中から一つずつ選び、それぞれの解答欄の記号にマークしなさい。

a：緑色 b：青色 c：黄色 d：赤色 e：無色

問4 この実験に使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度 [mol/L] を求め、有効数字 3 桁で解答欄に記入しなさい。

5

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

化合物 A, B, C, D はいずれもベンゼン環をもち、すべて分子式 C_8H_{10} で表される。なお、化合物 A, B, C は互いに構造異性体であり、化合物 C は 1, 3-ジメチルベンゼンである。化合物 A を酸化して得られる化合物 E と 1, 2-エタンジオール (エチレングリコール) を縮合重合させると、多数のエステル結合を含む高分子化合物 F が得られる。また、化合物 B を酸化するとフタル酸が得られる。

問1 化合物 A の示性式または構造式を解答欄に記入しなさい。

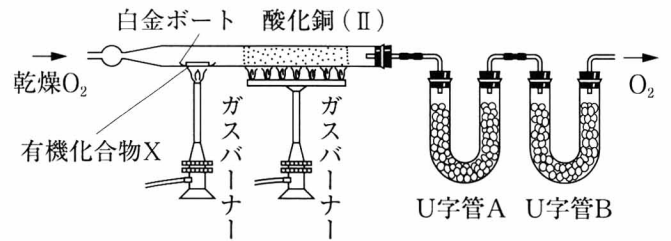
問2 化合物 D の示性式または構造式を解答欄に記入しなさい。

問3 化合物 F の名称を解答欄に記入しなさい。

6

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

右図に示す装置を用いて、炭素、水素、酸素からなる有機化合物 X (分子量 = 136) の化学組成を調べた。なお、U 字管 A には発生する水蒸気を吸収させるための物質 が、U 字管 B には二酸化炭素を吸収させるための物質 が入っている。この装置の中で 23.8 mg の有機化合物 X を燃焼したところ、U 字管 A の質量が 12.6 mg、U 字管 B の質量が 61.6 mg 増加した。



問1 U 字管 A、B に入っている物質 , を a ~ e の中から一つずつ選び、それぞれの解答欄の記号にマークしなさい。

a : さらし粉 b : ソーダ石灰 c : ケイ酸ナトリウム d : 塩化カルシウム e : 硫酸カルシウム

問2 U 字管 A に入っている物質 と U 字管 B に入っている物質 を入れ換えてはいけない理由を a ~ d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 物質 は、水蒸気以外に酸素も吸収するため
- b : 物質 は、水蒸気以外に二酸化炭素も吸収するため
- c : 物質 は、二酸化炭素以外に酸素も吸収するため
- d : 物質 は、二酸化炭素以外に水蒸気も吸収するため

問3 有機化合物 X の分子式を解答欄に記入しなさい。