

5 3 5 4 5 5 【医学科】

理 科 問 題

(平成 29 年度)

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから18ページまでであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科 目	問 題	解答用紙
物 理	1 ページから 6 ページ	3 枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化 学	7 ページから 11 ページ	3 枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生 物	12 ページから 18 ページ	3 枚 (55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。

54 化学

7 ページから 11 ページ



〔 I 〕 濃度がわからない塩酸と酢酸水溶液がある。これら塩酸と酢酸水溶液のモル濃度を求めるために、以下の【実験1】と【実験2】を行った。右ページの問い(1)~(6)に答えよ。なお、数値を答える問題は、必ず計算過程を示しなさい。必要な場合、以下の値等を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0 酢酸の酸解離定数： $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

水のイオン積： $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 対数： $\log_{10} 2.0 = 0.30, \log_{10} 3.0 = 0.48$

対数の性質： $\log_{10}(A \times B) = \log_{10} A + \log_{10} B, \log_{10} \sqrt{C} = \log_{10} C^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \log_{10} C$

【実験1】 水酸化ナトリウム水溶液の滴定

1. 正確にはかりとった(A)シユウ酸二水和物を用い、0.200 mol/L のシユウ酸標準溶液を 100.0 mL 作成した(水溶液①)。
2. ホールピペットを用い、10.0 mL の水溶液①をコニカルビーカーに入れた。
3. このコニカルビーカーにフェノールフタレイン溶液を数滴加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液(水溶液②)を指示薬の色が変わるまで滴下した。
4. 上記の滴定操作(2.と3.)を複数回行い、滴下量の平均値を求めた。その結果、水溶液②を20.0 mL 滴下したときに指示薬の色が変わることがわかった。

【実験2】 塩酸と酢酸が混合している水溶液の滴定

1. 濃度未知の塩酸 10.0 mL と濃度未知の酢酸水溶液 15.0 mL を混合したところ、25.0 mL の混合水溶液が得られた(水溶液③)。
2. ホールピペットを用い、10.0 mL の水溶液③をコニカルビーカーに入れた。
3. 【実験1】で用いた水溶液②を滴下し、コニカルビーカー内の水溶液のpHを測定した。
4. 得られた結果は図1のようになった(水溶液②を12.0 mL と21.0 mL 滴下したときにpHの大きな変化が観測された)。
5. (B)混合前の塩酸と酢酸水溶液のモル濃度を図1から求めた。
6. (C)混合前の酢酸と等しいモル濃度の酢酸ナトリウム水溶液を作成した。

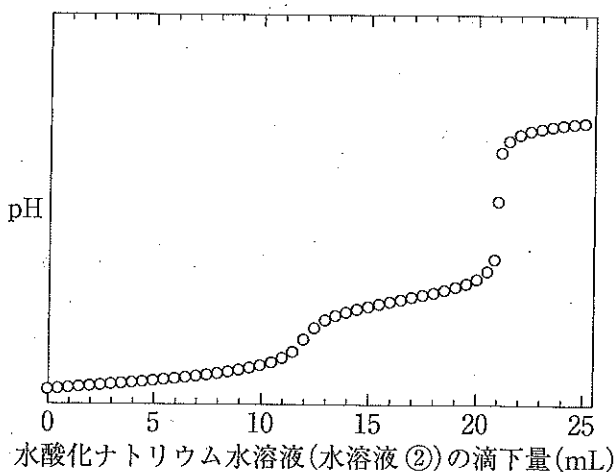


図1 水溶液③の滴定曲線

- (1) 下線部(A)の操作手順を述べなさい。図を用いて説明してもよいが、使用するガラス器具の名称を必ず書き入れること。その際、はかりとったシュウ酸二水和物の質量も書き入れること。
- (2) 【実験1】の結果から、水溶液②のpHを求めよ。
- (3) 【実験2】の結果から、水溶液③に含まれる酢酸のモル濃度を求めよ。
- (4) 下線部(B)で得られた混合前の塩酸と酢酸水溶液のモル濃度を求めよ。
- (5) 下線部(C)で作成した酢酸ナトリウム水溶液のpHを求めよ。ただし、酢酸ナトリウム水溶液中では $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \gg [\text{CH}_3\text{COOH}]$ の関係が成り立っている。
- (6) 等しいモル濃度の酢酸と酢酸ナトリウム水溶液を1:1の体積比で混合した水溶液は、緩衝作用を示す。しかし、酢酸と塩酸の混合水溶液の場合は、緩衝作用を示さない。酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液が緩衝作用を示す理由に加え、酢酸と塩酸の混合水溶液が緩衝作用を示さない理由を述べよ。

〔Ⅱ〕 次の文章を読んで、下記の問いに答えよ。ただし、原子量は、 $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ とする。

天然有機化合物 A は分子量が 500 以下のポリフェノールで、炭素、水素、酸素だけからなり、エステル結合を有する。化合物 A を酸加水分解すると、化合物 B と C が等しい物質で得られた。化合物 A、B、C をそれぞれフェーリング液とともに加熱すると、B のみが赤色沈殿を与えた。化合物 B は第一級アルコールではない。また化合物 B は、アルカリ加水分解により、等しい物質の化合物 C と D を生じた。

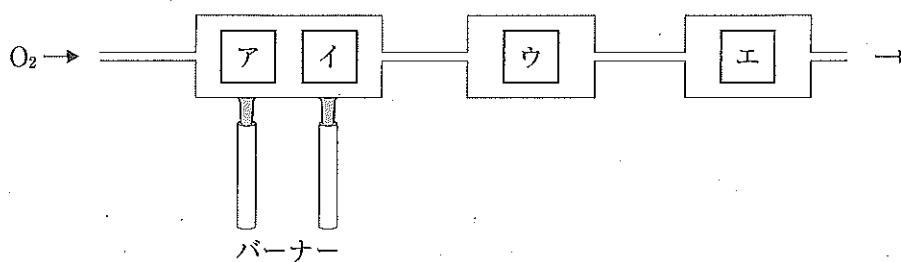
(A)化合物 C 32.8 mg を元素分析装置で完全燃焼させると、二酸化炭素 79.2 mg、水 14.4 mg を与えた。化合物 C はベンゼンの *p*-二置換化合物であり、分子量は 164 である。化合物 C はニッケル触媒の存在下、水素と反応し、分子量 166 の化合物 E を与えた。

化合物 D は $C_6H_{12}O_6$ の分子式を持ち、フェーリング液と反応して赤色沈殿を生じるが、塩化鉄(Ⅲ)水溶液とは反応しない。また、D は (B)スクロースおよびラクトースの加水分解物のなかにも共通して見られる。

化合物 E を縮合重合すると、高分子化合物 F が得られた。また、化合物 E は濃硫酸と濃硝酸の混合物中で反応し、三置換ベンゼンの化合物 G を生じた。

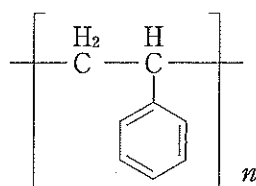
- (1) 下線部(A)の実験は、下図の元素分析装置で行った。ア～エに入れる薬品として適切なものを以下から選び、番号で答えよ。また、イの役割を答えよ。

- ①測定試料、②塩化鉄(Ⅲ)、③酸化銅(Ⅱ)、④炭酸カルシウム、⑤ソーダ石灰、
⑥塩化銅(Ⅱ)、⑦塩化カルシウム、⑧水酸化カリウム



- (2) 下線部(A)において、化合物 C 32.8 mg に含まれる成分元素 3 種類の質量をそれぞれ求め、それらの質量百分率を答えよ。さらに C の分子式を答えよ。数値は小数第 1 位まで示すものとし、計算の過程も示すこと。
- (3) 化合物 A の分子式を答えよ。導出の過程も説明すること。
- (4) 化合物 A ~ G の構造式を書け。立体異性体については、考えられるものをひとつ答えよ。化合物 F については、その構造式を例にならって書け。

例)



- (5) 下線部(B)において、スクロースの加水分解はどのようにして行われるか、その反応の名称とともに答えよ。また、スクロースの加水分解により生じる D 以外の生成物名を答えよ。

〔Ⅲ〕 以下の文章を読んで下記の問いに答えよ。

アルミニウム Al は 13 族に属する元素で、(A) 3 価の陽イオンになりやすい。自然界では単体として存在しないが、化合物として鉱物や土壌中に広く存在する。アルミニウム単体はボーキサイトを精製して得られる (B) 酸化アルミニウムを水晶石とともに熔融塩電解 (融解塩電解) して製造される。窓枠などの建築材料として使用され、(C) 少量の銅、マグネシウムなどとの合金は航空機の機体などに利用される。アルミニウムは両性元素であり、(D) 酸、強塩基の水溶液と反応して水素を発生する。また、(E) アルミニウムの還元力は小規模な金属精錬に利用されている。

(F) 硫酸アルミニウムと硫酸カリウムとの混合水溶液を濃縮すると、正八面体形の無色透明な結晶が得られる。この結晶は、上水道の清澄剤、染色の媒染剤などに利用できる。

- (1) 下線部 (A) の理由を説明せよ。
- (2) 下線部 (B) の化学反応を陰極と陽極について電子 e^- を用いた式で示せ。ただし、陰極、陽極ともに炭素電極を用いるものとする。
- (3) 下線部 (C) にある合金の名称と航空機材料などに用いられる理由を述べよ。
- (4) 下線部 (D) の性質を用いてガラス基板上のアルミニウム配線を部分的に除きたい。水酸化ナトリウム水溶液、塩酸、および硝酸のうちいずれが最も望ましいと思われるか。理由とともに示せ。
- (5) 下線部 (E) の例としてテルミット反応が知られる。化学反応式を用いて説明し、その特徴がうまく利用されている具体的な用途の例を一つ挙げて説明せよ。
- (6) 下線部 (F) で得られる結晶について以下の質問に答えよ。
 - (ア) 化合物名と組成式を書け。
 - (イ) この水溶液は酸性を示す。その理由を考察せよ。