

化 学

必要ならば，原子量，ファラデー定数 F として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, O : 16, S : 32, Cl : 35, Cu : 64

$F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

I (配点 50)

次の文を読み，(1)～(6)の問いに答えよ。数値での解答は，有効数字2桁で示せ。

水溶液中に溶けている酸や塩基の物質質量に対する，電離している酸や塩基の物質質量の割合を電離度という。強酸や強塩基の電離度は濃度によらず1に近い。弱酸や弱塩基は一部しか電離しない。

水溶液の酸性・塩基性の程度は，水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ の逆数の常用対数を用いて表すことができる。この値を水素イオン指数といいpHで示す。

- (1) 硫酸は水に溶解すると2段階で電離する。硫酸の 1) 1段階目 および 2) 2段階目の電離を表すイオン反応式を記せ。
- (2) 次の水溶液の pH はいくらか。ただし、水のイオン積を $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とし、電離度は 1.0 であるものとせよ。
- 3) $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 塩酸
- 4) $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 硫酸
- 5) $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 水酸化カルシウム水溶液
- (3) 25℃で、0.10 mol/L の酢酸水溶液中の水素イオン濃度は $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。
- 6) 電離度はいくらか。
- 7) pH はいくらか。 $\log_{10} 1.6 = 0.20$ とせよ。
- (4) 0.020 mol/L の塩酸 20 mL に、0.020 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を加え、水で全体を 200 mL にした。この水溶液の水素イオン濃度は何 mol/L か。
- (5) 濃度不明の硫酸 10 mL に、0.40 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を加えると、水溶液は塩基性になった。この水溶液に、0.10 mol/L の塩酸 10 mL を加えると、ちょうど中和した。硫酸のモル濃度は何 mol/L か。
- (6) 0.10 mol/L の硫酸 50 mL に、アンモニアを吸収させて完全に反応させた。残った硫酸を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、40 mL を要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態 (0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で、計算上何 mL か。

II (配点 50)

炭化水素に関する (1) ~ (5) の問いに答えよ。なお、構造式はすべて例 1 にならって記せ。

- (1) 分子式 C_nH_{2n+2} ($1 \leq n \leq 4$) で表される化合物はすべて常温・常圧で気体である。そのうち、炭素骨格が枝分かれしている化合物の名称を記せ。
- (2) 分子式 C_5H_{12} で表される化合物の特徴として誤っているものを解答群 1 からすべて選び、番号を記せ。

解答群 1

- ① 構造異性体が存在する。
 ② シス・トランス異性体（幾何異性体）が存在する。
 ③ 鏡像異性体（光学異性体）が存在する。
 ④ 光照射下で塩素と置換反応を起こす。
 ⑤ 過マンガン酸カリウム水溶液と反応する。

- (3) 分子式 C_6H_{12} で表される、枝分かれ構造をもたない化合物 A および化合物 B がある。いずれの化合物も無色透明であり、見た目には区別がつかない。しかし、A は遮光下で臭素と反応し、臭素の赤褐色を消失させる。一方、B は遮光下では臭素と反応しない。
- 1) B の構造式を記せ。
 2) A が臭素の赤褐色を消失させる理由を 15 字以内で記せ。
- (4) 分子式 C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$) で表される化合物の 1 つにアセチレンがある。図 1 は、アセチレンに関する反応をまとめたものである。
- 3) 化合物 C の化学式を記せ。
 4) 化合物 D ~ F の名称を記せ。

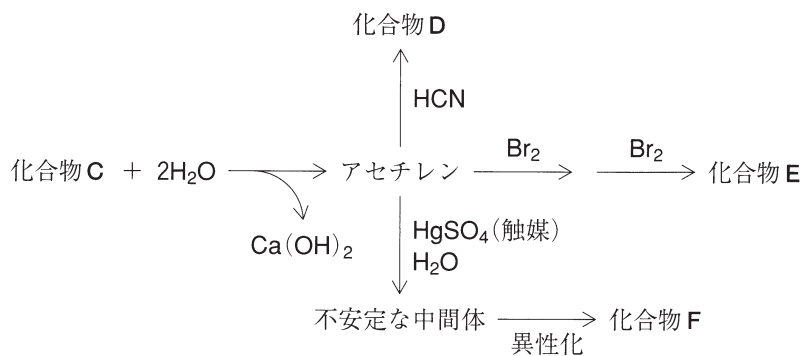


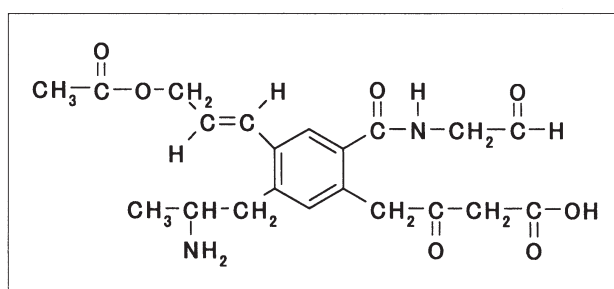
図 1

(5) 炭素数が6の炭化水素をはかりとって完全燃焼させたところ、二酸化炭素 132 mg と水 45.0 mg が生成した。

5) はかりとった炭化水素の質量は何 mg か。整数値で記せ。

6) 炭化水素の分子式を記せ。

例 1



Ⅲ (配点 50)

次の文を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

日常生活に用いられる電池には、乾電池や鉛蓄電池など、さまざまな種類がある。電池から電流を取り出すことを **ア** という。また、電池に **ア** のときと逆向きの電流を流し、電池内で逆反応を起こさせる操作を **イ** という。マンガン乾電池のように、**イ** することができず、完全に **ア** すると再使用できない電池を **ウ** という。一方、鉛蓄電池のように、**イ** により再使用できる電池を **エ** という。

鉛蓄電池では、電極として鉛 Pb と二酸化鉛 PbO_2 が、また電解質水溶液として約30%の希硫酸が用いられる。鉛蓄電池を **ア** するときには、鉛の酸化数は、負極では **オ** から **カ** へ変化し、正極では **キ** から **ク** へ変化する。

- (1) **ア** ～ **ク** に最も適切な語句または数値を記せ。
- (2) 鉛蓄電池から電流を取り出すとき、1) 負極 および 2) 正極 で起こる反応をそれぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。
- (3) 鉛蓄電池から電流を取り出し続けると、希硫酸の密度はどのように変化するか。解答群1から選び、番号を記せ。

解答群1

- ① 大きくなる ② 変わらない ③ 小さくなる

- (4) 鉛蓄電池を電源とし、白金を電極として塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を1時間行った結果、陰極上に金属銅が0.32 g析出した。
- 3) 流れた電子の物質量は何 mol か。
- 4) 平均電流は何 mA か。
- 5) 陽極で発生する気体は何か。化学式で記せ。
- 6) 陽極で発生する気体の体積は、標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)において、計算上何 L か。