

解答に必要な場合は、以下の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1, Cu = 63.5, Zn = 65.4, Ag = 108,

Pb = 207, 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$,

水のイオン積： $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 (25^\circ\text{C})$, $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$

1

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

水素と一酸化炭素の混合気体を触媒を用いて高温高圧下で反応させると、式(1)に示すようにメタノールが生成する。

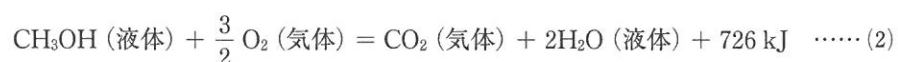


このとき、以下のア～エの条件が成り立つとする。

ア. 水(液体)の生成熱は、286 kJ/mol である。

イ. 一酸化炭素の燃焼熱は、283 kJ/mol である。

ウ. メタノールの燃焼に関する熱化学方程式は式(2)のように表される。



エ. 1.00 g のメタノール(液体)がすべて蒸発するとき 1103 J の熱が吸収される。

問1 メタノール(液体)を式(1)の反応で合成するときの反応熱[kJ/mol]として最も適切な値をa～fの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 65 b. 108 c. 129 d. 195 e. 258 f. 412

問2 メタノール(気体)を式(1)の反応で合成するときの反応熱[kJ/mol]として最も適切な値をa～fの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 73 b. 94 c. 146 d. 164 e. 223 f. 291

問3 式(1)の反応が完全に進むものとして、1.00 kg のメタノール(液体)を得るために必要となる標準状態(0℃, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)における一酸化炭素の体積[L]として最も適切な値をa～fの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、一酸化炭素は理想気体とする。

a. 70 b. 140 c. 280 d. 350 e. 560 f. 700

- 2
- つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。ただし、25℃での水の蒸気圧は無視できるものとし、気体はすべて理想気体とする。また、メタンおよびプロパンの燃焼熱はそれぞれ 891 kJ/mol、2220 kJ/mol とする。

窒素と酸素の物質質量比 1 : 1 の混合気体を容積 20.0 L の密閉容器に入れて全圧を計測したところ、25℃で 4.52×10^5 Pa であった。この密閉容器にさらに気体のプロパンとメタンを入れたところ、全圧は 25℃で 5.03×10^5 Pa となった。その後、密閉容器内のプロパンとメタンを完全燃焼させたところ、542 kJ (25℃, 1.01×10^5 Pa) の発熱があった。

問 1 下線部 ① で密閉容器内のメタンとプロパンの分圧 [Pa] として最も適切な値を a ~ h の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a. 1.63×10^4 | b. 2.31×10^4 | c. 3.47×10^4 | d. 7.51×10^4 |
| e. 1.98×10^5 | f. 3.85×10^5 | g. 5.34×10^5 | h. 7.60×10^5 |

問 2 下線部 ② の燃焼後、密閉容器を 25℃に戻した。このとき、密閉容器内の全圧 [Pa] および酸素の分圧 [Pa] として最も適切な値を a ~ h の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a. 1.63×10^4 | b. 2.31×10^4 | c. 3.47×10^4 | d. 7.51×10^4 |
| e. 1.98×10^5 | f. 3.85×10^5 | g. 5.34×10^5 | h. 7.60×10^5 |

3

水酸化ナトリウムと1価の酸を用いて25℃でつぎの実験を行った。以下の各問いに答えなさい。

実験1：乾燥した粒状の水酸化ナトリウムを天秤で秤量した。秤量後そのまま放置したところ、水酸化ナトリウムの粒
①は水蒸気を吸収し、表面が溶けた状態になった。

実験2：実験1で秤量した水酸化ナトリウムを蒸留水に溶かし、100 mLの水溶液をつくった。

実験3：濃度0.100 mol/Lの1価の酸の水溶液をつくり、そのpHを調べたところ3.0であった。

実験4：実験3でつくった酸の水溶液20.0 mLを、実験2でつくった水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、
②16.0 mL加えたときに中和点に達した。

問1 実験1の下線部①で観察された現象の名称を漢字で解答欄に書きなさい。

問2 実験3でつくった水溶液中の酸の電離度を、有効数字2桁で解答欄に書きなさい。

問3 下線部②の操作で水酸化ナトリウム水溶液を滴下するために使用する最も適切な器具の名称を解答欄に書きなさい。

問4 実験1で秤量した、乾燥した粒状の水酸化ナトリウムの質量[g]を有効数字3桁で解答欄に書きなさい。ただし、この水酸化ナトリウムの純度は100%とする。

問5 実験2でつくった水酸化ナトリウム水溶液のpHを有効数字2桁で解答欄に書きなさい。

問6 実験4で中和したときの混合液のpHとして最も適切な値をa～hの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ここで、実験3で用いた1価の酸をHA（Hは水素）で表すと、 $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$ で表される電離平衡が成り立ち、その加水分解定数 K_h を 3.6×10^{-10} mol/Lとする。

a. 6.7 b. 7.0 c. 7.3 d. 7.7 e. 8.0 f. 8.3 g. 8.7 h. 9.0

4

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

図のような二つの電解槽がつながれた電気分解装置がある。電解槽アでは、電極 A に純粋な銅 20.0 g を、電極 B に亜鉛と鉛を含む粗銅 20.0 g をそれぞれ用い、電解槽イの電極にはともに白金を用いている。電解槽アには硫酸銅(Ⅱ)水溶液、電解槽イには硝酸銀水溶液が入っている。この装置を用いて、一定の電流を一定時間流して電気分解を行ったところ、電解槽ア中の銅(Ⅱ)イオンが $2.40 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 減少した。また、電解槽アに 3.03 g の硫酸鉛が生じ、電解槽イ中の電極 C の質量が 33.6 g 増加した。

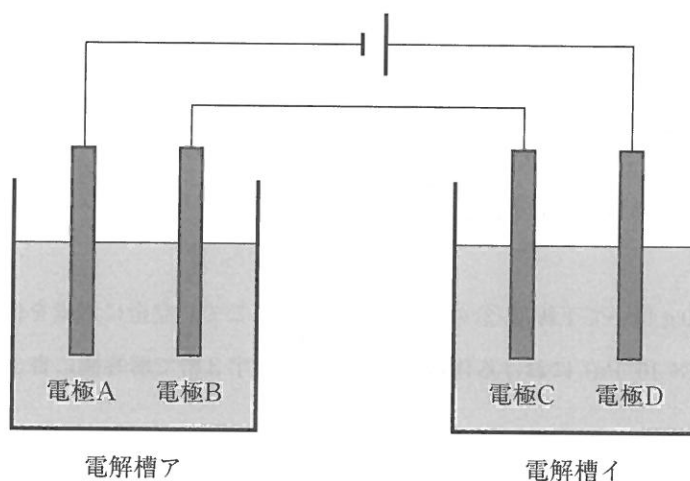


図 電気分解装置

- 問1 この電気分解で流れた電気量 [C] を求め、有効数字3桁で解答欄に書きなさい。
- 問2 この電気分解後の電極 A の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に書きなさい。
- 問3 この電気分解で電極 B から溶け出した銅の質量 [g] を求め、有効数字3桁で解答欄に書きなさい。
- 問4 この電気分解で電極 B から溶け出した亜鉛の物質質量 [mol] を求め、有効数字3桁で解答欄に書きなさい。

5 つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

化合物 A は分子量 250 以下の炭素、水素、酸素からなる化合物である。化合物 A 6.50 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 11.0 mg と水 2.70 mg が生成した。炭酸水素ナトリウム水溶液に化合物 A を溶解させると、^① 気体が発生した。また、化合物 A に希硫酸を加えて加水分解すると、アルコール B と化合物 C が得られた。化合物 C を約 160℃ で加熱すると化合物 D が生じ、これに水を加えると化合物 C が再び生成した。しかし、化合物 C の幾何異性体である化合物 E を加熱しても化合物 D は得られなかった。

一方、触媒存在下で化合物 C と水素を反応させると、化合物 C の炭素—炭素原子間の二重結合に水素が付加した。^②

問1 アルコール B の構造式 (示性式) を解答欄に書きなさい。

問2 化合物 C, D, E の構造式 (示性式) を解答欄に書きなさい。

問3 下線部 ① で発生する気体の分子式を解答欄に書きなさい。

問4 化合物 C を 2.90 g 用いて下線部 ② の反応を行った。ここで、完全に水素を付加させるために必要な水素の標準状態 (0℃, 1.01×10^5 Pa) における体積 [mL] を有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。ただし、水素は理想気体とする。

6 化合物 A は、分子量が 60 ～ 80 の範囲にある炭化水素である。10.5 mg の化合物 A を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 33.0 mg と水 13.5 mg が生成した。以下の各問いに答えなさい。

問1 化合物 A の分子式を解答欄に書きなさい。

問2 化合物 A として考えられる環式炭化水素の構造異性体の数を解答欄に書きなさい。

問3 化合物 A として考えられる鎖式炭化水素の異性体の数 (構造異性体と幾何異性体の合計) を解答欄に書きなさい。

問4 考えられる異性体の中から化合物 A の構造を絞り込むために、化合物 A に臭素水を作用させて臭素を付加したところ、不斉炭素原子を 2 つ含む化合物が生成した。この生成物の構造式 (示性式) を解答欄に書きなさい。