

化学基礎 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ の原子量を用いよ。また, 1 mol の気体の体積は 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 22.4 L を占めるものとする。

第1問 次の文章を読み, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

プロパン C_3H_8 17.6 g と炭化水素 C_4H_8 を混合した混合気体を完全燃焼させたところ, 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 44.8 L の二酸化炭素と 43.2 g の水が生成した。

問1 生成した水の物質量[mol] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問2 炭化水素 C_4H_8 の完全燃焼を表す化学反応式を答えよ。

問3 混合気体中のプロパン 17.6 g の完全燃焼によって生成した二酸化炭素の 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ での体積[L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問4 混合気体中の炭化水素 C_4H_8 の完全燃焼によって生成した水の物質量[mol] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問5 混合気体中の炭化水素 C_4H_8 の質量[g] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎 (その2)

第2問 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

原子を構成する電子は、原子核をとりまく電子殻とよばれるいくつかの層にわかれて存在している。電子殻は内側から順に K 殻・L 殻・M 殻・N 殻…とよばれ、それぞれの電子殻の最大収容電子数は、それぞれ K 殻が 2 個、L 殻が 8 個、M 殻が (ア) 個、N 殻が (イ) 個である。電子殻への電子の入り方を電子配置という。最も外側の電子殻に入っている電子を (1) 最外殻電子という。硫化水素 H_2S 分子は 1 つの S 原子と 2 つの H 原子が共有結合している。異なる 2 原子間の共有結合では共有電子対がどちらか一方の原子にかたよって存在し、結合に極性ができる。それぞれの原子が共有電子対を引きつけようとする強さの程度を表した値を (ウ) という。硫化水素は分子全体として極性分子になるが、(2) 二酸化炭素 CO_2 分子は 1 つの C 原子と 2 つの O 原子が共有結合した無極性分子になる。

問1 文章中の (ア) ・ (イ) に当てはまる数値をそれぞれ整数で答えよ。

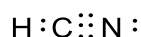
問2 下線部 (1) について、次の原子のうち、最外殻電子の数が他と異なるものを、①～⑤の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

- ① He ② Be ③ Ne ④ Mg ⑤ Ca

問3 文章中の (ウ) に当てはまる語句を答えよ。

問4 硫化水素と二酸化炭素の電子式をそれぞれ答えよ。ただし、電子式は電子式の例にならって答えよ。

電子式の例



問5 硫化水素分子の立体的な形としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

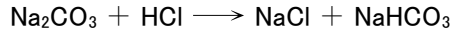
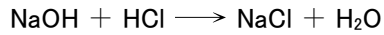
- ① 直線形 ② 折れ線形 ③ 三角錐形 ④ 正三角形 ⑤ 正四面体形

問6 下線部 (2) について、二酸化炭素分子が $\text{C}=\text{O}$ 間の結合には極性があるのに無極性分子になる理由を、分子の立体的な形を含めて 30 字以内で答えよ。

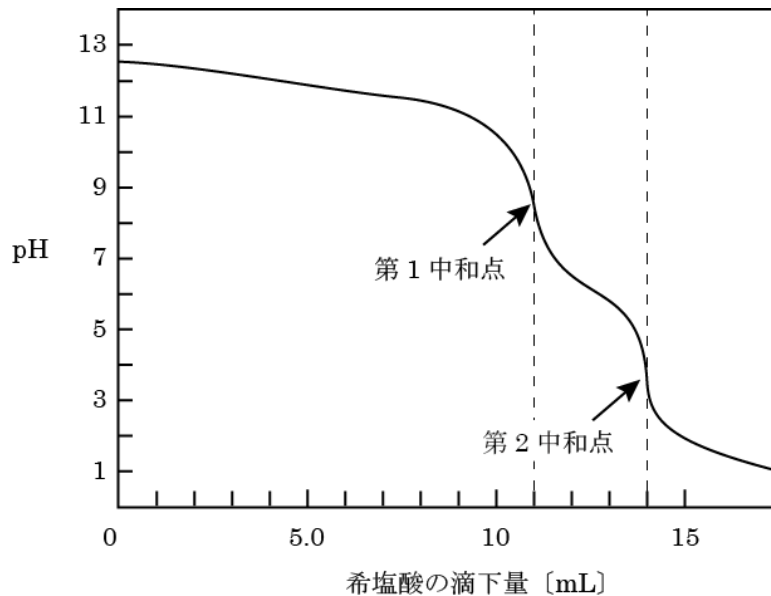
化学基礎 (その3)

第3問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合水溶液 100 mL を三角フラスコに入れ、(ア)から 1.00 mol/L の希塩酸を滴下して中和滴定を行った。まず、(1)指示薬を数滴加えて滴定を行ったところ、第1中和点までに希塩酸を 11.00 mL 必要とした。なお、第1中和点までに、次の2つの反応が完了している。



引き続き、別の(2)指示薬を加えて滴定を続けたところ、第2中和点までにさらに希塩酸を 3.00 mL 必要とした。このとき、次のような滴定曲線が得られた。



問1 文章中の(ア)に当てはまる実験器具としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------|-----------|----------|
| ① メスフラスコ | ② ホールピペット | ③ 駒込ピペット |
| ④ コニカルビーカー | ⑤ ビュレット | |

化学基礎 (その4)

問2 下線部(1)・(2)について、それぞれの指示薬の種類と中和点における色の変化の組合せとしてもっとも適当なものを、①～⑧の中から1つずつ選び、それぞれ番号で答えよ。ただし、それぞれの指示薬の変色域は次のとおりとする。

指示薬	変色域
メチルオレンジ	pH3.1～4.4
フェノールフタレイン	pH8.0～9.8

	指示薬	色の変化
①	メチルオレンジ	無色から赤色
②	メチルオレンジ	赤色から無色
③	メチルオレンジ	黄色から赤色
④	メチルオレンジ	赤色から黄色
⑤	フェノールフタレイン	無色から赤色
⑥	フェノールフタレイン	赤色から無色
⑦	フェノールフタレイン	黄色から赤色
⑧	フェノールフタレイン	赤色から黄色

問3 第1中和点から第2中和点までの間に起きた反応の化学反応式を答えよ。

問4 この混合水溶液中の水酸化ナトリウムを中和に用いられた 1.00 mol/L の希塩酸の体積[mL]はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問5 この混合水溶液中の炭酸ナトリウムのもル濃度[mol/L]はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

化学基礎 (その5)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

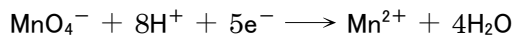
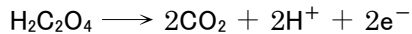
シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は還元剤としてはたらく物質であり、酸化剤である過マンガン酸カリウム KMnO_4 や二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ と反応する。

問1 相手の物質によって酸化剤と還元剤のどちらとしてもはたらく物質として、もっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① オゾン ② 希硝酸 ③ 硫化水素 ④ ヨウ化カリウム ⑤ 過酸化水素

問2 シュウ酸の炭素原子 C の酸化数を答えよ。

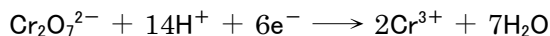
問3 0.250 mol/L のシュウ酸水溶液 20.0 mL と 0.200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を硫酸酸性条件で過不足なく反応させた。下の (a) ・ (b) に答えよ。ただし、シュウ酸と過マンガン酸イオンは酸性条件でそれぞれ次のように反応する。



(a) 必要な過マンガン酸カリウム水溶液の体積[mL] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

(b) このとき発生した二酸化炭素の 0 °C, 1.013×10^5 Pa での体積[L] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問4 硫酸酸性条件で過不足なく反応するシュウ酸と二クロム酸カリウムの物質量の比 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 : \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) としてもっとも適当なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。ただし、二クロム酸イオンは酸性条件で次のように反応する。



- ① 3 : 1 ② 3 : 2 ③ 1 : 1 ④ 2 : 3 ⑤ 1 : 3