

第3問 次の文章(A・B)を読み、問い(問1～5)に答えよ。(配点 15)

A 原子は、中心にある原子核とそのまわりを運動している電子からなる。原子核中の陽子の数とまわりを運動する電子の数は等しく、原子は電氣的に中性である。また、原子核中の陽子の数を原子番号という。電子の質量は陽子や中性子の質量に比べて非常に小さいため、原子の質量は陽子の質量と中性子の質量の和にほぼ等しい。陽子と中性子の質量はほぼ等しく、陽子の数と中性子の数の和を質量数という。

原子番号は同じだが、中性子の数が異なる原子を互いに同位体という。たとえば、^(a)天然の塩素原子には、中性子の数が18と20の2種類の同位体が存在する。

また、天然の水素原子には互いに同位体の関係にある¹Hと²Hが存在する。ここで図1の構造をもつメタノールについて考えてみる。メタノールには、炭素原子Cに直接結合した3つの水素原子Hが存在するが、互いに同等であり、区別できない。このとき、¹Hと²Hを区別して考えると、メタノールには 種類の分子が存在することになる。さらにこれらを分子量の大きさによって分類すると 種類となる。

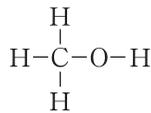
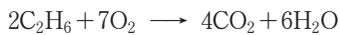


図 1

メタノールのようなアルコール、およびメタンCH₄やエタンC₂H₆のような炭素と水素からなる化合物(炭化水素という)は、いずれも酸素と反応して燃焼反応を起こしやすい。^(b)メタン、エタンの完全燃焼の化学反応式は、それぞれ次のように表される。



問1 下線部(a)に関連して、天然の塩素原子において中性子の数が20の塩素原子の存在比〔%〕として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、各原子の相対質量は質量数に等しいものとする。 %

- ① 25 ② 33 ③ 50 ④ 67 ⑤ 75 ⑥ 80

問2 文中の空欄 ・ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ここでのメタノールに含まれる炭素原子は¹²C、酸素原子は¹⁶Oのみとする。

	ア	イ
①	5	5
②	5	8
③	8	5
④	8	8
⑤	16	5
⑥	16	8

- 問3** 下線部(b)に関連して、ある都市ガスを 5.60 L 用意してすべて完全燃焼させたとき、生じた二酸化炭素と水蒸気の体積は合計で 17.92 L であった。この都市ガスがメタンとエタンのみで構成されているとすると、都市ガスに含まれるメタンの体積の割合は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、気体の体積はすべて 0℃、 1.013×10^5 Pa(標準状態)の状態に換算した値であり、生じた水はすべて水蒸気として測定したものとする。 %
- ① 10 ② 20 ③ 50 ④ 80 ⑤ 90

- B** 学校の授業で、ある高校生がシュウ酸と硫酸の混合水溶液中の各溶質の濃度決定に取り組んだ。次に示したものは、その実験報告書の一部である。この報告書を読み、問いに答えよ。

シュウ酸と硫酸の混合水溶液中の各物質の濃度の測定

【目的】

シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ と硫酸 H_2SO_4 の混合水溶液中の各溶質の濃度を、滴定実験によって求める。

【操作】

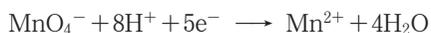
- シュウ酸と硫酸の混合水溶液 100.0 mL をはかり取って、0.050 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定を行った。
- シュウ酸と硫酸の混合水溶液 10.0 mL をはかり取って、そこに指示薬として を数滴加え、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定を行った。

【結果】

- 操作 1 では、40.0 mL 加えたところで、滴下した過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色が消失せずに残った。
- 操作 2 では、水酸化ナトリウム水溶液を 25.0 mL 加えたところで溶液の色が変わった。

【考察】

- 過マンガン酸イオン MnO_4^- とシュウ酸イオン $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ の反応をそれぞれイオン反応式で表すと、次のようになる。



- 結果 1, 2 と上記の反応式より、この混合水溶液中の硫酸の濃度は mol/L と決定された。

(以下略)

- 問4** 混合水溶液中のシュウ酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 mol/L
- ① 8.0×10^{-3} ② 0.010 ③ 0.020 ④ 0.040
 ⑤ 0.050 ⑥ 0.080 ⑦ 0.20 ⑧ 0.40

問5 文中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語と数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **13**

	ア	イ
①	メチルオレンジ	0.20
②	メチルオレンジ	0.25
③	メチルオレンジ	0.45
④	メチルオレンジ	0.50
⑤	フェノールフタレイン	0.20
⑥	フェノールフタレイン	0.25
⑦	フェノールフタレイン	0.45
⑧	フェノールフタレイン	0.50