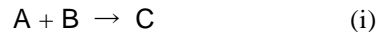


適性試験 選択問題 (化学)

1 次の問1～問3に答えよ。

問1 ある炭化水素 4.48 g を質量 498 g のベンゼン(C₆H₆, 分子量 78)に溶解させ、その凝固点を測定したところ、5.17 °C であった。この炭化水素の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。なお、ベンゼンの凝固点および密度を 5.53 °C および 0.88 g/mL、ベンゼンのモル凝固点降下を 5.12 K·kg/mol とする。

問2 溶液中で A と B を反応させると C が得られる式(i)の化学反応において、以下の (1) ～ (3) に答えよ。



- (1) 反応速度が反応物の濃度の積に比例する場合、化学反応式(i)から考えられる反応速度式を示せ。ただし、反応速度を v 、A と B の濃度を [A] および [B] とし、反応速度定数を k_1 とする。
- (2) 実際の反応速度式を求めるために、温度一定の条件にて、A と B の初濃度 ([A]₀ および [B]₀) を変化させて、実験 1)～3)を行い、表 1 の結果を得た。

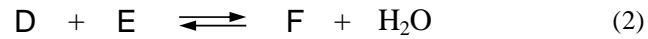
表 1 反応物 A および B の初濃度と反応速度の関係

	[A] ₀ [mol/L]	[B] ₀ [mol/L]	反応速度 [mol/ (L·s)]
実験 1)	0.40	0.60	9.0×10^{-3}
実験 2)	0.40	0.30	9.0×10^{-3}
実験 3)	0.20	0.30	4.5×10^{-3}

反応速度式を $v = k [A]^\alpha [B]^\beta$ として、表 1 の結果より、 α 、 β の値を有効数字 1 桁で、反応速度定数 k を有効数字 2 桁で求め、 α 、 β 、 k の数値を代入した反応速度式を示せ。

- (3) (1) および (2) の結果は、化学反応式からすぐに反応速度式を導くことができないことを示している。このことについて以下の語句を用いて説明せよ。 語句：化学反応式・複数・複合反応・律速段階

問3 D と E を反応させると F と水 H_2O が生成する式(2)の化学反応において、
以下の3つの実験4)~6)を行なった。

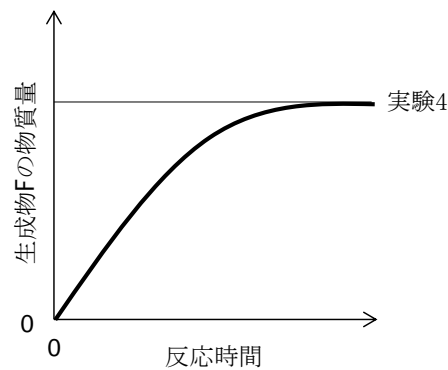


実験4) 1 mol の D と 1 mol の E を室温で混合した。

実験5) 1 mol の D と 1 mol の E の混合物に微量の触媒を加えて室温で混合した。

実験6) 1 mol の D と 1 mol の E の混合物に微量の触媒を加えて室温で混合した。このとき、生成した水を反応中にすみやかに除去した。

実験4)について、反応開始直後から平衡状態になるまで、生成物 F の物質量の時間変化を調べたところ、下図のようになった。



以下の(1)，(2)に答えよ。

- (1) 実験5)における生成物 F の物質量の時間変化を、実験4)との違いが分かるようにグラフとして描き、簡潔に説明せよ。
- (2) 実験6)における生成物 F の物質量の時間変化をグラフに示し、実験4)および実験5)との違いが分かるようにグラフとして描き、簡潔に説明せよ。

2 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

マンガンは周期表7族に属する元素であり、化合物中では $\boxed{\text{A}}$ 、 $\boxed{\text{B}}$ 、+2の酸化数を取ることが多い。過マンガン酸カリウム KMnO_4 は酸化数 $\boxed{\text{A}}$ の代表的な化合物であり、(i)酸化還元滴定に用いられ、例えば、過酸化水素水に含まれる過酸化水素(H_2O_2)の濃度を正確に求めることができる。他方、酸化数 $\boxed{\text{B}}$ のマンガン化合物として、アルカリマンガン乾電池の活物質として用いられている黒色の $\boxed{\text{あ}}$ があり、(ii)過酸化水素水から酸素を発生させることができる。

問1 $\boxed{\text{A}}$ 、 $\boxed{\text{B}}$ にあてはまる適切な酸化数を整数で答えよ。また $\boxed{\text{あ}}$ にあてはまる化合物を化学式で答えよ。

問2 下線部(i)に関して、以下の(1)～(3)に答えよ。

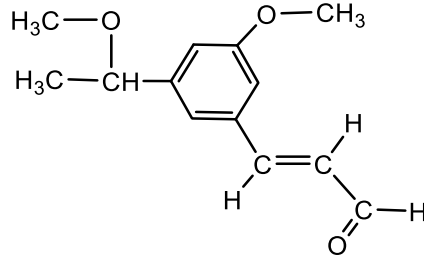
- (1) 濃度が不明の過酸化水素水をビーカーにとり、希硫酸を加えて酸性にした後、正確に濃度の決まった KMnO_4 水溶液をビュレットから滴下する。滴定の終点をどのように判断するべきか答えよ。
- (2) 10.0 mL の過酸化水素水を 0.0100 mol/L の KMnO_4 水溶液で滴定したところ、15.0 mL 加えた時に終点となった。過酸化水素水に含まれる H_2O_2 のモル濃度 [mol/L] を有効数字2桁で求めよ。この反応における KMnO_4 と H_2O_2 について、電子 e^- を含むイオン反応式を示し、算出過程を説明せよ。
- (3) この滴定において、希硫酸の代わりに希塩酸を用いることはできない。その理由を説明せよ。

問3 下線部(ii)に関して、過酸化水素水から酸素が生成する化学反応式を示し、 $\boxed{\text{あ}}$ の役割について、以下の語句を用いて説明せよ。

語句：反応速度・化学反応式

3 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。なお、構造式は記入例にならって記せ。

(記入例)



ベンゼンの二つの水素原子が置換された化合物 **A** は分子式 $C_{16}H_{20}O_4$ で表される。
A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、希塩酸で中和したところ、⁽ⁱ⁾炭素数が4で不飽和結合と環状構造のどちらも持たないアルコール **B** と化合物 **C** および化合物 **D** が生成した。**B** を二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で酸化すると水中で酸性を示さない化合物 **E** が生成し、**E** はそれ以上酸化されなかった。**C** は過マンガン酸カリウム水溶液で⁽ⁱⁱ⁾*o*-クレゾール (分子式 C_7H_8O) を酸化することによっても得られる。一方、1分子の **D** には、1分子の臭素が付加して、化合物 **F** が生成した。なお、**D** には一つ、**F** には二つの不斉炭素原子が存在する。

問1 下線部(i)に当てはまる化合物はいくつあるか、整数で答えよ。ただし立体異性体は考慮しなくてもよい。

問2 下線部(ii)に関連して、*o*-クレゾールの構造異性体のうち、ベンゼン環をもち、塩化鉄(III)水溶液を加えても呈色しないものを二つ構造式で記せ。

問3 **A** の構造式を示し、それを導出した過程を簡潔に記せ。