

令和 7 年度入学者選抜学力検査問題
〈前期日程〉

理 科

(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物 理 基 礎 ・ 物 理	2 頁 ～ 9 頁
化 学 基 礎 ・ 化 学	10 頁 ～ 17 頁
生 物 基 礎 ・ 生 物	18 頁 ～ 25 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理，化学，生物の問題がのっている。そこから 2 科目を選択し，解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

化学基礎・化学

1 次の化学反応速度に関する文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

反応速度式は、反応速度 v と各反応物(X, Y, …)の濃度([X], [Y], …)の関係を表したもので、実験によって求められる。一般的に、反応速度式は、 $v = k[X]^a[Y]^b \cdots$ のように表され、その反応速度式中の k を反応速度定数、各反応物の濃度の指数の総和($a + b + \cdots$)を反応次数、とそれぞれ定義している。例えば、実験結果から過酸化水素 H_2O_2 の分解速度 v は、 $v = k[H_2O_2]$ という H_2O_2 の濃度の一次の反応速度式で表されるので、 H_2O_2 の分解反応は**一次反応**と呼ばれる。また、ヨウ化水素 HI の分解速度 v は、 $v = k[HI]^2$ という HI の濃度の二次の反応速度式で表されるので、HI の分解反応は**二次反応**と呼ばれることになる。反応次数は、化学反応の種類により様々であるが、ここでは**一次反応**の特徴についてさらに詳しく調べることにする。

$A \rightarrow B$ で表される**一次反応**で、時刻 t から時刻 $(t + \Delta t)$ の間における反応物 A の濃度変化を $\Delta[A]$ とすると、 Δt の間の平均反応速度 $v_{\text{平均}}$ は、次の(1)式で表される。

$$v_{\text{平均}} = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad \cdots \cdots (1)$$

(1)式で、 Δt を限りなく 0 (ゼロ) に近づけることにより、 $v_{\text{平均}}$ は、 t における v となるので、次の(2)式が得られる。

$$\begin{aligned} v &= - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \\ &= - \frac{d[A]}{dt} \quad \left(\frac{d[A]}{dt} : \text{微分係数} \right) \quad \cdots \cdots (2) \end{aligned}$$

また、**一次反応**であることから、 v は $[A]$ の 1 乗に比例するので、(2)式は、次の(3)式のように表される。

$$v = - \frac{d[A]}{dt} = k[A] \quad (k : \text{反応速度定数}) \quad \cdots \cdots (3)$$

この(3)式の後半部の等式を移項変形すると次の(4)式が得られる。

$$\frac{1}{[A]} d[A] = -k dt \quad \cdots \cdots (4)$$

この(4)式を積分すると、次の(5)式が得られる。

$$\log_e [A] = -kt + C \quad (C : \text{積分定数}) \quad \cdots \cdots (5)$$

この(5)式において、A の初濃度($t = 0$ のときの濃度)を $[A]_0$ とすると、 $\log_e [A]_0 =$ ア となる。また、(5)式は、次の(6)式のように変形できる。

$$\log_e (\text{イ}) = - \text{ウ} t \quad \cdots \cdots (6)$$

ここで、反応物の濃度 $[A]$ が初濃度 $[A]_0$ の半分 (0.5 倍) になる時間 (半減期) を $t_{0.5}$ とすると、(6)式は次の(7)式ようになる。

$$\log_e(\boxed{\text{エ}}) = -\boxed{\text{ウ}} t_{0.5} \quad \dots\dots(7)$$

(7)式より、最終的に次の(8)式が求められる。

$$t_{0.5} = \frac{0.693}{\boxed{\text{ウ}}} \quad \dots\dots(8)$$

問 1 $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{エ}}$ にあてはまる数、記号、数式などを答えなさい。

問 2 本一次反応において、ある温度で反応物 A の初濃度 $[A]_0$ を 0.80 mol/L に設定して実際に反応を開始した。その後、反応物 A の濃度 $[A]$ が 0.40 mol/L になるまでに 10 分間を要した。この反応の反応速度定数 k を有効数字 2 けたで求めなさい。また、求める過程の計算式と単位も記しなさい。

問 3 問 2 で、はじめの 10 分からさらに 10 分が経過した時、すなわち反応開始から 20 分後の反応物 A の濃度 $[A]$ を有効数字 2 けたで求めなさい。また、同様に反応開始から 30 分後の反応物 A の濃度 $[A]$ も求めなさい。

問 4 本一次反応における反応物 A の濃度 $[A]$ (縦軸) と反応時間 t (横軸) の関係について、問 2 の反応物 A の濃度の値と問 3 で求めた濃度の値を解答用紙中の図 1 にプロット (●) し、実線で描きなさい。なお、プロットや実線などはフリーハンドで記しなさい。

問 5 問 4 で作図した図 1 を基に、一次反応の特徴を以下のキーワードを用いて 50 ～ 100 字程度で説明しなさい。

キーワード：半減期 $t_{0.5}$ 、反応速度定数 k 、初濃度 $[A]_0$ 。

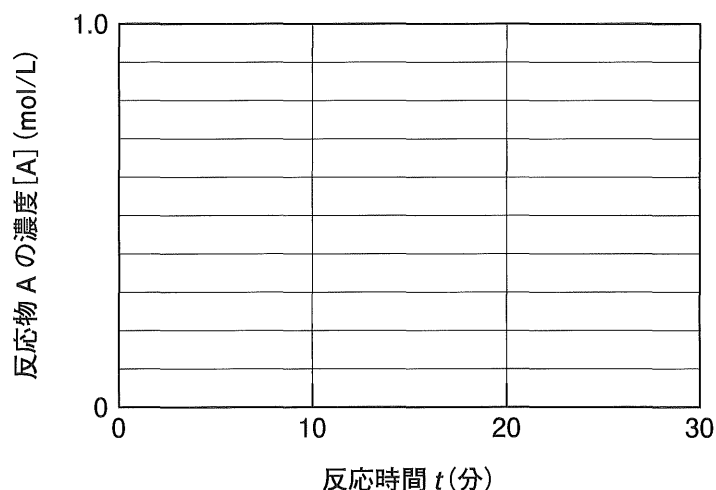


図 1 反応物 A の濃度 $[A]$ と反応時間 t の関係

2 次の文章を読み、問 1 ～ 4 に答えなさい。必要ならば、次の数値を用いなさい。

原子量 $\text{Ag} = 108$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

元素の周期表において 1, 2 族と 13 ～ 18 族の元素を (ア), 3 ～ 12 族の元素を (イ) という。(ア) では、原子番号の増加とともに (ウ) の数が規則的に変化するので周期律をはっきりと示す。一方、(イ) では原子番号が増加しても (ウ) の数があまり変化しないため、周期表でとなりあう元素の性質も似ていることが多い。なお、12 族の元素は必ずしも (イ) に含まれるとは限らない。

銀 Ag は、塩酸や希硫酸には溶けないが、硝酸や熱濃硫酸には反応して溶ける。無色の硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると褐色の化合物の沈殿が生じる。この沈殿を取り出して過剰のアンモニア水を加えると、沈殿が溶けて無色の溶液となる。(A)

一方、硝酸銀水溶液に白金電極を用いて 10.0 A の電流を 3 分 13 秒間流し、電気分解を行った。陰極では銀が析出し、陽極では酸素が発生した。(B) (C)

問 1 (ア) ～ (ウ) に入る適切な語句を答えなさい。

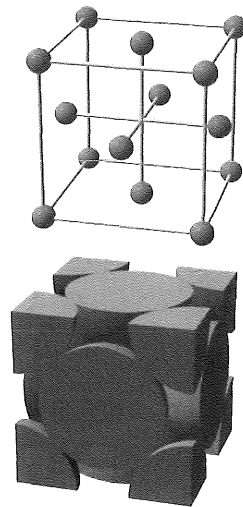
問 2 下線部(A)の化学反応を、イオンを含む化学反応式で答えなさい。

問 3 (1) 下線部(B)および下線部(C)の反応を電子 e^- を用いた化学反応式で示しなさい。

(2) 下線部(B)で析出した銀の質量(g)と下線部(C)で発生した酸素の標準状態[0 °C (273 K), $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$]での体積(L)を有効数字 3 けたでそれぞれ求めなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。標準状態での気体の体積は物質 1 mol あたり 22.4 L とする。ただし、使用した電気量は、すべて下線部(B)および下線部(C)の反応に使われたものとする。

問 4 銀の結晶は図 2 で示す単位格子を持つ。

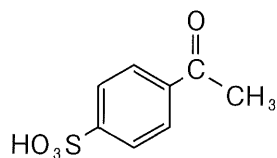
- (1) 図 2 の単位格子の名称を答えなさい。
- (2) 図 2 の単位格子中に含まれる原子の数を答えなさい。
- (3) 銀原子の半径が $1.44 \times 10^{-10} \text{ m}$ である場合、単位格子の体積 (cm^3) を有効数字 3 けたで求めなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。必要ならば、 $\sqrt{2} = 1.41$, $4.09^3 = 68.4$ を用いなさい。
- (4) 銀の結晶の密度 (g/cm^3) を有効数字 3 けたで求めなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。



数研出版編集部，フォトサイエンス化学図録[三訂版]，数研出版株式会社，2022年，43ページ，一部改変

図 2 銀の結晶の単位格子

3 次の文章を読み、問 1 ～ 7 に答えなさい。なお、構造式は例にならって記しなさい。

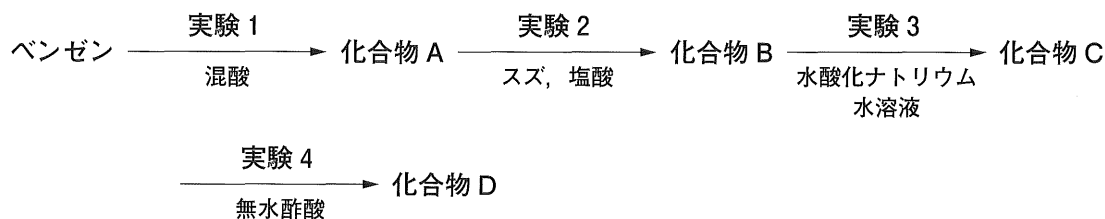


構造式の例

必要ならば、次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

I. ベンゼンを原料に、次に示した方法で化合物 D の合成を行った。



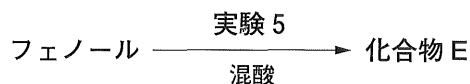
実験 1 : ベンゼンに、混酸(濃硝酸と濃硫酸の混合物)を加えて ア を行い、一置換体である化合物 A を得た。

実験 2 : 化合物 A に、スズと塩酸を反応させて イ し、化合物 B を得た。

実験 3 : 化合物 B に、水酸化ナトリウム水溶液を反応させて化合物 C を遊離させた。

実験 4 : 化合物 C に、無水酢酸を加えて ウ を行い化合物 D を得た。

II. フェノールを原料に、次の実験を行った。



実験 5 : フェノールに十分な量の混酸を作用させた。段階的な ア を経て、最終的に黄色の結晶となる化合物 E を得た。

実験 6 : 新たに実験 5 の反応を開始したが、反応を途中で止めてしまった。そのため、フェノールと化合物 E 以外に、いくつかの化合物が検出された。

問1 ～ に当てはまる反応を次の中から選びなさい。

スルホン化, ニトロ化, 酸化, 還元, 中和, エステル化, アセチル化, ジアゾ化,
臭素化

問2 化合物 A～D の構造式を記しなさい。

問3 化合物 A と化合物 C の混合物がある。これらを分液ろうとを用いて分離する方法を述べなさい。

問4 実験 5 でフェノールから化合物 E が生じる反応式を記しなさい。

問5 18.8 g のフェノールが全て化合物 E になったとすると, 60 %硝酸は理論的に何 mL 必要か, 答えを導く過程とともに, 有効数字 2 けたで答えなさい。ただし, 1.0 g の 60 %硝酸には, 0.60 g の硝酸が含まれ, また 60 %硝酸の密度は 1.37 g/mL としなさい。

問6 実験 6 で化合物 E 以外に 4 種類の化合物が得られた。これらの化合物の構造式を記しなさい。ただし, これらの化合物は, 混酸を作用させた場合に, 最終的に化合物 E になる。

問7 実験 1 と実験 5 で, ベンゼンとフェノールの を行っている。実験 1 では 1 段階で反応が止まり, 実験 5 では多段階の が進行する。これらの事実から, ベンゼン, フェノール, 及び化合物 A の に対する反応性の高い順に答えなさい。ただし, 化合物 A は物質名で答えなさい。

(この頁は計算用)

(この頁は計算用)