

令和 5 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 各 100 点

科 目	ページ
物 理	1 ページ～ 11 ページ
化 学	12 ページ～ 19 ページ
生 物	20 ページ～ 33 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答しなさい。

注意事項

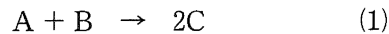
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に受験番号をはっきり記入しなさい。ただし、表紙には氏名も必ず記入しなさい。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入しなさい。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページを上記の表に基づいて確認しなさい。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入しなさい。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
8. 解答冊子はすべて持ち帰ってはいけません。
9. 問題冊子及び計算用紙は持ち帰ってください。

化 学

1. 化学は全部で3問題あり，合計8ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ，表紙を除いて合計3ページあります。

1 反応速度に関する次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

密閉容器に気体の化合物 A と化合物 B を入れ一定温度に保ったところ、化合物 A と化合物 B は反応し、下記の化学反応式(1)のように化合物 C を生じた。



化学反応式(1)の反応が進むと、化合物 A と化合物 B の濃度は減少し、化合物 C の濃度は増加した。化学反応の速さは、単位時間に減少する反応物や、増加する生成物の量によって知ることができる。ここで、単位時間あたりの化合物 A の変化量から求められる平均の反応速度 v_1 は、時刻 t_1 と t_2 ($t_1 < t_2$) における濃度をそれぞれ $[A]_1$ および $[A]_2$ ($[A]_1 > [A]_2$) とすると、次式で表すことができる。

$$v_1 = -\frac{(\text{ア})}{t_2 - t_1}$$

一方、単位時間あたりの化合物 C の変化量から求められる平均の反応速度 v_2 は、時刻 t_1 および t_2 ($t_1 < t_2$) における濃度をそれぞれ $[C]_1$ と $[C]_2$ ($[C]_1 < [C]_2$) とすると、次式で表すことができる。

$$v_2 = \frac{(\text{イ})}{t_2 - t_1}$$

同じ化学反応でも着目する物質によって反応速度は異なり、各物質の反応速度の比は、化学反応式の(ウ)の比に等しくなる。

したがって、化合物 A と化合物 C のそれぞれの反応速度は $v_1 = (\text{エ})v_2$ の関係式が成り立つ。

一方で反応物の濃度と反応速度の関係を表す式を、反応速度式という。化学反応式(1)の反応について、反応速度式は $v = k[A]^x[B]^y$ の形で表される。このとき、定数 k を反応速度定数といい、反応の種類によって異なる。ただし、反応速度式は化学反応式からは導くことはできず、^(I)実験によって求められるものである。反応速度定数 k は温度が一定ならば(オ)によらず一定の値をとる。しかし、温度を(カ)したり、(キ)を加えたりすると、 k の値は大きくなる。

問 1 化学反応式(1)の化合物 A と化合物 C に関して、平均の反応速度 v_1 と v_2 を示す式の (ア) と (イ) に当てはまる文字式をそれぞれ答えなさい。

問 2 (ウ) ~ (キ) に当てはまるものを下記から選び、それぞれ記号で答えなさい。

- ① 4 ② 触媒 ③ 低く ④ 係数
⑤ 反応熱 ⑥ 濃度 ⑦ $\frac{1}{2}$ ⑧ 生成熱
⑨ 高く ⑩ 活性化エネルギー ⑪ 一定に ⑫ 2

問 3 下線部(I)について、化合物 A と化合物 B の初濃度を変えて化合物 C の生成速度を測定したところ、表 1-1 のようになった。

表 1-1

	[A] [mol/L]	[B] [mol/L]	化合物 C の生成速度 v [mol/(L·s)]
(1)	3.60×10^{-1}	2.00×10^{-1}	1.62×10^{-3}
(2)	1.20×10^{-1}	2.00×10^{-1}	1.80×10^{-4}
(3)	1.20×10^{-1}	6.00×10^{-1}	5.40×10^{-4}

この反応の反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ における x と y の組み合わせとして適当なものを (a) ~ (h) の中から選び記号で答えなさい。

- (a) $x = 2, y = 1$ (b) $x = 1, y = 1$ (c) $x = 1, y = 2$ (d) $x = 2, y = 2$
(e) $x = 3, y = 1$ (f) $x = 1, y = 3$ (g) $x = 2, y = 3$ (h) $x = 3, y = 2$

問 4 この反応の反応速度定数 k を有効数字 3 桁で単位とともに答えなさい。

問 5 化合物 A と化合物 B の初濃度がそれぞれ 2.00×10^{-1} mol/L と 3.00×10^{-1} mol/L のとき、化合物 C の生成速度を有効数字 3 桁で単位とともに答えなさい。

問 6 化学反応式(1)の反応では、横軸に反応の進行度を取り、縦軸にエネルギーの大きさを図示すると、図1—1のような関係になる。次の問いに答えなさい。

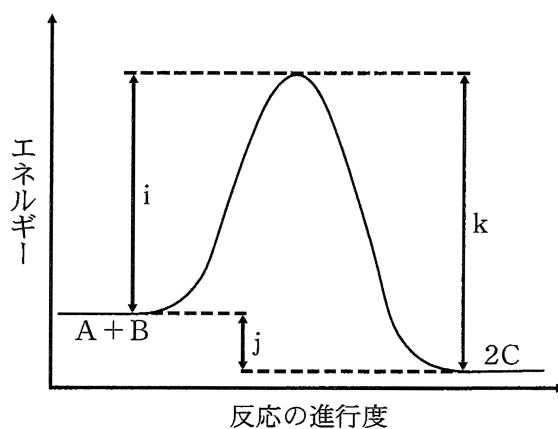


図1—1

(1) 活性化エネルギーと反応熱は、それぞれ図1—1の記号i～kのどれに相当するか、答えなさい。また反応熱の値は正か負かを答えなさい。

(2) (キ)を反応に加えたときのエネルギー変化の線を解答欄のグラフに描きなさい。

(3) 化学反応式(1)の反応に(キ)を加えたとき、次の(1)～(o)の中で変化するものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (1) 反応速度 (m) 活性化エネルギー (n) 反応熱 (o) 化学反応の経路

2 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$ とする。

ある食酢中に含まれる酢酸の濃度を求めるため、次の実験①と②を行った。なお、この食酢には酢酸のほか水のみが含まれるものとする。

実験①

操作 1 : 電子てんびんでシュウ酸二水和物 $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ をはかり取り、ビーカーに入れて水に完全に溶かした。この水溶液をすべてメスフラスコに移し、水を加えて 100 mL の 0.0500 mol/L シュウ酸水溶液にした。

操作 2 : 電子てんびんで粒状の水酸化ナトリウムを 2.00 g はかり取り、ビーカーに入れて水に完全に溶かした。この水溶液をすべてメスフラスコに移し、水を加えて 500 mL の水酸化ナトリウム水溶液にした。

操作 3 : ホールピペットを使用して、操作 1 で調製したシュウ酸水溶液を正確に 10.0 mL とり、コニカルビーカーに入れた。これに指示薬としてフェノールフタレイン溶液を 1 ~ 2 滴加えた。

操作 4 : 操作 2 で調製した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、操作 3 で用意したコニカルビーカーに滴下した。振り混ぜても薄い赤色が消えない点を中和点とした。中和点における滴定量は 10.50 mL であった。

実験①で使用したビーカー、メスフラスコ、ホールピペット、コニカルビーカー、ビュレット^(a)を洗い、このうちの乾いていないといけないものを完全に乾かした後、実験②を行った。

実験②

操作 5 : ホールピペットで食酢を正確に 10.0 mL とり、メスフラスコに入れ水を加えて 100 mL の水溶液にした。

操作 6 : ホールピペットを使用して、操作 5 で調製した水溶液を正確に 10.0 mL とり、コニカルビーカーに入れた。これに指示薬としてフェノールフタレイン溶液を 1 ~ 2 滴加えた。

操作 7 : 操作 2 で調製した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、操作 6 で用意したコニカルビーカー^(b)に水酸化ナトリウム水溶液を 3.5 mL ほど滴下した。さらに水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、振り混ぜても薄い赤色が消えない点を中和点とした。中和点における滴定量は 6.90 mL であった。

問 1 操作 1 ではかり取ったシュウ酸二水和物の質量を答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 2 操作 2 で調製した水酸化ナトリウム水溶液の正確なモル濃度を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 3 下線部(a)のうち，内壁が水に濡れたまま使用して良いものを全て答えなさい。ただし，器具に入れる液体で器具の内壁を洗う操作は行わないものとする。

問 4 下線部(b)について，この溶液に少量の強酸(H^+)および強塩基(OH^-)を加えたときに起こる変化を，それぞれ化学反応式で示しなさい。

問 5 操作 5 で調製した水溶液中の酢酸のモル濃度を求めなさい。なお，計算過程も示しなさい。

問 6 実験②で用いた食酢に含まれる酢酸の質量パーセント濃度を求めなさい。ただし，食酢の密度を 1.00 g/cm^3 (室温で 1.00 g/mL) とする。なお，計算過程も示しなさい。

3

次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

高分子化合物は、分子量がおよそ(ア)をこえる巨大分子である。また、高分子化合物は、有機高分子化合物と無機高分子化合物に大別され、それぞれ天然高分子化合物と合成高分子化合物がある。

天然の有機高分子化合物には、生物体とも関連の深い糖類、タンパク質、核酸などがある。一方、合成された有機高分子化合物には、プラスチック、合成繊維、合成ゴムなどがある。ポリスチレンやPETなどのプラスチックは、錆びたり腐ったりせず、長期間の使用に耐えるという利点を持つ。^(a)しかし、この利点は天然の有機高分子化合物と異なり、廃棄されると自然界にいつまでも分解されずに残るという欠点になってしまう。そこで、廃棄物となった場合の処理を容易にするため、土中の微生物などによって比較的容易に分解されるポリ乳酸などの生分解性プラスチックが開発され、実用化がすすめられている。ポリ乳酸は、トウモロコシなどのデンプンの発酵によって得られる乳酸^(b)を重合させて合成できる。一般的な^(c)(イ)重合でもポリ乳酸は合成可能であるが、この重合法では低分子量のものしか得られないので、実際には、あらかじめ(ウ)を合成し、これを(エ)重合させて高分子量のポリ乳酸を得ている。

天然の無機高分子化合物には、二酸化ケイ素の共有結合の結晶として産出される(オ)などがある。二酸化ケイ素には、温度・圧力によりいくつかの結晶構造があるが、そのうちの1つは、ケイ素原子の周囲に4個の酸素原子が共有結合でつながり、^(d)SiO₄の四面体を基本単位とした立体網目構造である。二酸化ケイ素を約2000℃に加熱して融解し、それを凝固させると結晶とは異なる固体が得られる。この固体のSi原子とO原子の配列には空間的な規則性がなく、このような状態を(カ)という。この方法を用いて、さまざまなガラスが製造されている。ガラスは合成された無機高分子化合物の例である。^(e)ダイヤモンドも共有結合の巨大分子であるが、^(f)高分子化合物には分類されない。^(g)ダイヤモンドは炭素の同素体の1つであり、各炭素原子が隣接する4個の炭素原子と共有結合で強く結びついた正四面体を基本単位とした、立体網目構造を形成している。

問1 空欄(ア)～(カ)に適切な語句または数字を書きなさい。

問2 下線部(a)を省略しない名称で答えなさい。また、その構造式を書きなさい。なお、構造式は簡略化してもよい。

問3 下線部(b)の平均重合度を200とすると、その平均分子量はいくらになるか計算しなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 4 下線部(c)には一対の鏡像異性体が存在する。それらを違いがよくわかる構造式で示しなさい。また、不斉炭素原子の右上に*印をつけなさい。なお、構造式は簡略化してもよい。

問 5 下線部(d)について、二酸化ケイ素は SiO_4 の四面体を基本単位としているにもかかわらず、その組成式は SiO_2 で表される。その理由を 50 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 6 下線部(e)について、純粋なダイヤモンド 0.20 g を 1 個の分子とすると、その分子量はいくらになるか計算しなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 7 下線部(f)の理由を 30 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 8 下線部(g)について、ダイヤモンド以外の結晶の例を一つ挙げ、その構造を 70 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

