

令和3年度 一般入学試験(前期)問題 理 科

試験開始の指示があるまで問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

1. 3科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

注 意 事 項

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の指示があるまで、筆記用具を持ってはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。
これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では、1～11ページで、解答番号は

1

 ～

24

 である。
化学では、12～23ページで、解答番号は

1

 ～

39

 である。
生物では、24～41ページで、解答番号は

1

 ～

23

 である。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の合図の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「0123」番の「日本花子」さんの場合

受験番号					フリガナ	ニッポン	ハナコ
MB	0	1	2	3	氏名	日本花子	
					注 意 事 項	1. 黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使用すること。 2. マークは、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶすこと。 3. 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。 ※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点されないことがある。	
					良 い 例		悪 い 例

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、○の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、5 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちから3つ選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と②と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄
5	<input checked="" type="radio"/> ① <input checked="" type="radio"/> ② <input type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input type="radio"/> ⑦ <input type="radio"/> ⑧ <input checked="" type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩

例えば、6 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄
6	<input checked="" type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input checked="" type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input checked="" type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input checked="" type="radio"/> ⑦ <input type="radio"/> ⑧ <input checked="" type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩

例えば、7 8 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄
7	<input type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input checked="" type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input type="radio"/> ⑦ <input type="radio"/> ⑧ <input type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩
8	<input type="radio"/> ① <input type="radio"/> ② <input type="radio"/> ③ <input type="radio"/> ④ <input type="radio"/> ⑤ <input type="radio"/> ⑥ <input type="radio"/> ⑦ <input checked="" type="radio"/> ⑧ <input type="radio"/> ⑨ <input type="radio"/> ⑩

2. 体積の単位リットルはLで表されている。

3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 Cl = 35.5

1 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

原子は、原子核とそのまわりを取り巻くように存在する電子からできている。電子が存在できる空間は電子殻と呼ばれるいくつかの層に分かれ、各電子殻に収容することのできる電子の最大数は、内側から順に(A)個、(B)個、…である。原子の一番外側の電子殻にある電子は最外殻電子と呼ばれる。非金属元素の化合物の多くは、最外殻電子の数が水素原子では(C)個、それ以外の原子では(D)個のとき、各原子の電子配置が安定する。最外殻電子のうち原子がイオンになったり、原子どうしが結びついたりするときに重要なはたらきを示すものを価電子という。価電子の数が同じ原子どうしは類似した性質を示す。例えば、周期表のH以外の1族元素は と呼ばれ、価電子の数は(E)個であり、(あ)。Be、Mgを除く2族元素は と呼ばれ、価電子の数は(F)個であり、(い)。17族元素は と呼ばれ、価電子の数は(G)個であり、(う)。18族元素は と呼ばれ、価電子の数は(H)個であり、(え)。同じ周期にある では、最外殻電子が2個あるいは1個であるため性質が比較的よく似ている。上記の元素群の中でも特にハロゲン原子は電気陰性度が大きく、多くの元素と化合物をつくる。ハロゲンの水素化合物は酸として働き、それら水溶液の酸としての強さは、ハロゲン原子の半径が大きいほどそのハロゲン化物イオンが水中で安定して存在することから説明できる。また、ハロゲンのオキソ酸は電子を奪う力が強く、酸化剤として働くため、漂白や殺菌の効果を示す。

問1 ～ に当てはまる語として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 遷移元素 ② 典型元素 ③ 非金属元素 ④ 金属元素
⑤ 貴ガス(希ガス) ⑥ ハロゲン ⑦ アルカリ金属 ⑧ アルカリ土類金属

問2 (A)～(H)に当てはまる数として最も適切なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- | | | | | | |
|-------|---------------------------------|-------|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| (A) | <input type="text" value="6"/> | (B) | <input type="text" value="7"/> | (C) | <input type="text" value="8"/> |
| (D) | <input type="text" value="9"/> | (E) | <input type="text" value="10"/> | (F) | <input type="text" value="11"/> |
| (G) | <input type="text" value="12"/> | (H) | <input type="text" value="13"/> | | |
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問 3 (あ)~(え)に当てはまる語句として最も適切なものを、次の①~⑦のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

(あ) (い)

(う) (え)

- ① 1価の陰イオンになりやすい ② 2価の陰イオンになりやすい
 ③ 3価の陰イオンになりやすい ④ 1価の陽イオンになりやすい
 ⑤ 2価の陽イオンになりやすい ⑥ 3価の陽イオンになりやすい
 ⑦ 他の原子と化合物になりにくい

問 4 下線部アについて、ハロゲン化水素 HF, HCl, HBr, HI を次の(a), (b)に示す性質の順に並べたとき最も適切なものを、下の①~⑩のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

(a) 沸点の高い順

(b) 水溶液の酸として強い順

①	HF > HCl > HBr > HI
②	HF > HBr > HCl > HI
③	HF > HI > HBr > HCl
④	HF > HCl > HI > HBr
⑤	HI > HBr > HCl > HF
⑥	HI > HCl > HBr > HF
⑦	HI > HF > HCl > HBr
⑧	HI > HBr > HF > HCl
⑨	HCl > HF > HBr > HI
⑩	HBr > HI > HCl > HF

問 5 下線部イについて、塩素のオキソ酸である塩素酸、亜塩素酸、過塩素酸、次亜塩素酸に関する次の(1)~(3)に答えよ。

(1) それぞれのオキソ酸に含まれる塩素原子の酸化数として最も適切なものを、次の①~⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

塩素酸 亜塩素酸

過塩素酸 次亜塩素酸

- ① -7 ② -5 ③ -3 ④ -1 ⑤ 0
 ⑥ +1 ⑦ +3 ⑧ +5 ⑨ +7

(2) それぞれのオキソ酸を酸として強い順に並べたとき最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つ選べ。

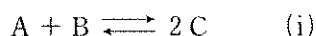
①	塩素酸 > 亜塩素酸 > 過塩素酸 > 次亜塩素酸
②	塩素酸 > 亜塩素酸 > 次亜塩素酸 > 過塩素酸
③	塩素酸 > 過塩素酸 > 亜塩素酸 > 次亜塩素酸
④	塩素酸 > 過塩素酸 > 次亜塩素酸 > 亜塩素酸
⑤	過塩素酸 > 塩素酸 > 亜塩素酸 > 次亜塩素酸
⑥	過塩素酸 > 塩素酸 > 次亜塩素酸 > 亜塩素酸
⑦	次亜塩素酸 > 亜塩素酸 > 塩素酸 > 過塩素酸
⑧	次亜塩素酸 > 亜塩素酸 > 過塩素酸 > 塩素酸
⑨	次亜塩素酸 > 過塩素酸 > 塩素酸 > 亜塩素酸
⑩	次亜塩素酸 > 過塩素酸 > 亜塩素酸 > 塩素酸

(3) 塩素のオキソ酸の中でも次亜塩素酸のナトリウム塩は、漂白剤や消毒剤として家庭でもよく用いられている。次亜塩素酸ナトリウムを含む漂白剤は、酸性の洗剤と混ぜて使用すると塩素が発生するため危険である。次亜塩素酸ナトリウムの質量パーセント濃度が6.0%である漂白剤の水溶液 100 mL と十分な量の塩酸を反応させたときに生じる塩素の標準状態における体積(L)を求めよ。 には一の位の数字(0を除く)を、 には小数第1位の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし、漂白剤の水溶液の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

, L

2 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

気体 A と気体 B から気体 C が生じる反応があり、この反応では式(i)に示すような平衡関係が成立する。また、式(i)の正反応における反応速度を v_1 (mol/(L·s))、反応速度定数を k_1 (L/(mol·s)) としたとき、式(ii)のように、 v_1 は気体 A の濃度 [A] (mol/L) と気体 B の濃度 [B] (mol/L) との積に比例する。同様に、式(i)の逆反応における反応速度を v_2 (mol/(L·s))、反応速度定数を k_2 (L/(mol·s)) としたとき、式(iii)のように、 v_2 は気体 C の濃度 [C] (mol/L) の 2 乗に比例する。ただし、気体 A～C は、それぞれ 2 原子以上の共有結合からなる分子である。また、式(i)以外の反応は起こらないものとする。



$$v_1 = k_1 [A] [B] \quad (\text{ii})$$

$$v_2 = k_2 [C]^2 \quad (\text{iii})$$

ここで、次の実験 I および実験 II を行った。

実験 I 気体 A と気体 B をそれぞれ 4.80 mol ずつ、427 °C に保った 30 L の密閉容器に封入して反応させた。このとき、反応開始から 30 秒ごとに容器内の気体 C の物質量 [mol] を調べたところ、表 1 に示すような結果が得られ、反応速度定数 k_1 は 3.0×10^{-2} L/(mol·s) であることがわかった。

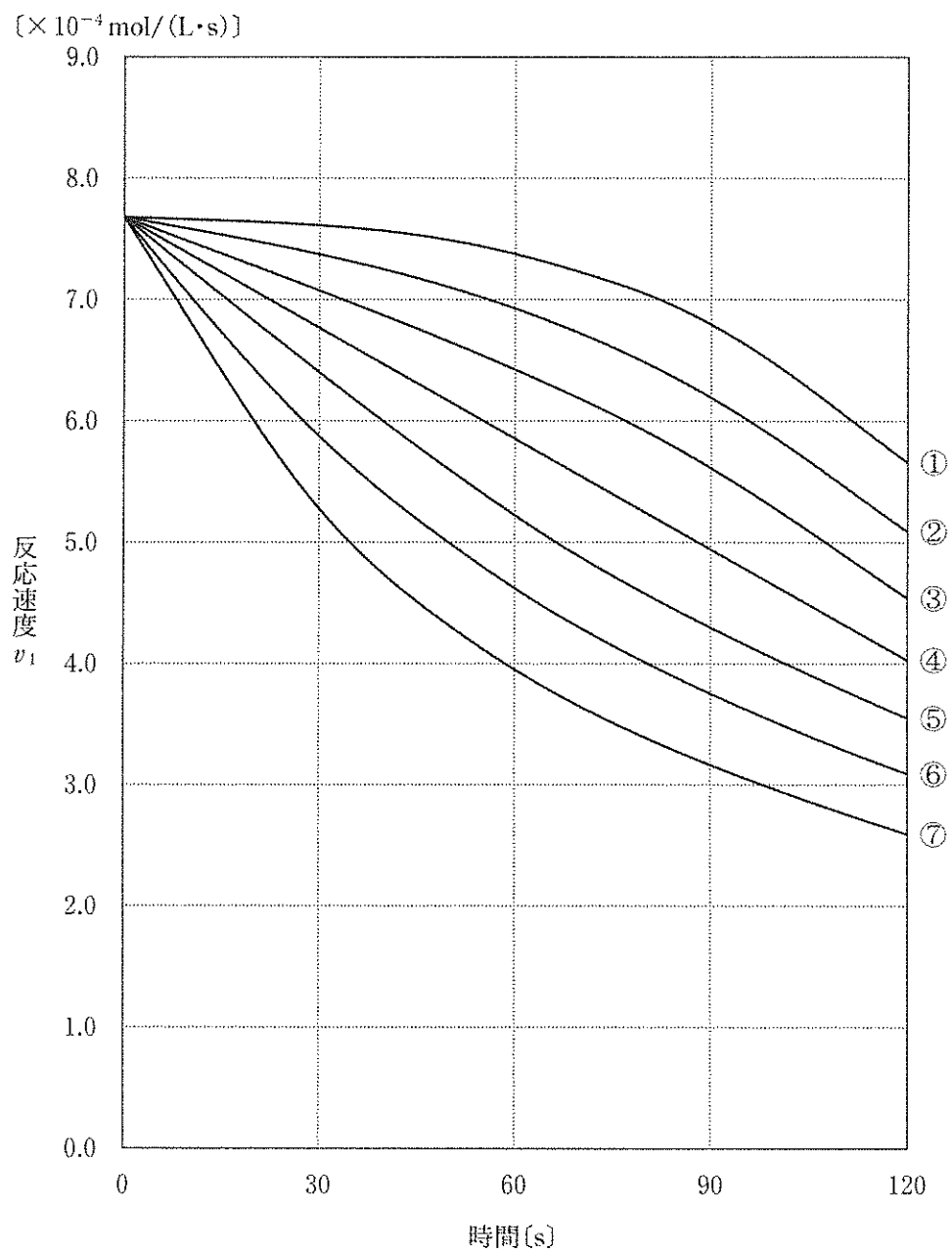
表 1

時間 [s]	気体 C の物質量 [mol]
0	0
30	1.21
60	2.15
90	2.90
120	3.51

実験 II 気体 A と気体 B をそれぞれ 3.00 mol ずつ、427 °C に保った 30 L の密閉容器に封入して反応させ、十分に時間がたってから容器内の気体 C の物質量を調べたところ 4.80 mol であった。

問 1 実験 I の結果から、反応時間[s]と反応速度 v_1 [mol/(L·s)] との関係を表す曲線・直線として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ選べ。

27



問 2 次の(1), (2)に答えよ。

(1) 式(i)に示す反応の平衡状態における気体 A, 気体 B, 気体 C の濃度をそれぞれ $[A]_e$, $[B]_e$, $[C]_e$ としたとき, 反応速度定数の比 $\frac{k_1}{k_2}$ を表す式として最も適切なものを, 次の①~⑧のうちから 1 つ選べ。 28

- ① $\frac{[A]_e}{[B]_e[C]_e^2}$ ② $\frac{[B]_e}{[A]_e[C]_e^2}$ ③ $\frac{[A]_e[B]_e}{[C]_e^2}$ ④ $\frac{[C]_e^2}{[A]_e[B]_e}$
⑤ $\frac{[B]_e[C]_e^2}{[A]_e}$ ⑥ $\frac{[A]_e[C]_e^2}{[B]_e}$ ⑦ $\frac{1}{[A]_e[B]_e[C]_e^2}$ ⑧ $[A]_e[B]_e[C]_e^2$

(2) 実験Ⅱの結果から, 427 °C における k_2 [L/(mol·s)] の数値として最も近いものを, 次の①~⑧のうちから 1 つ選べ。 29 L/(mol·s)

- ① 4.7×10^{-4} ② 1.2×10^{-3} ③ 2.4×10^{-2} ④ 4.3×10^{-1}
⑤ 5.4 ⑥ 17 ⑦ 8.7×10^2 ⑧ 2.1×10^3

問 3 次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

一般に、反応速度定数 k と活性化エネルギー E [kJ/mol] との間には、自然対数を用いた次の式(iv)が成立する。

$$\log_e k = \log_e a_0 - \frac{E}{RT} \quad (\text{iv})$$

ここで、 T は反応温度 [K] であり、 R は気体定数でその値は $8.3 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ である。 a_0 は頻度因子といい、反応ごとに決まる定数である。 $\log_e k$ および $\log_e a_0$ の値は単位なしとみなす。ある反応の活性化エネルギーは、いくつか温度を変えて反応を行うことにより、それぞれの温度に対する反応速度定数を求め、さらに、図1のように、横軸に $\frac{1}{T}$ [1/K]、縦軸に $\log_e k$ をとって直線のグラフを描き、その傾きの値から算出することができる。

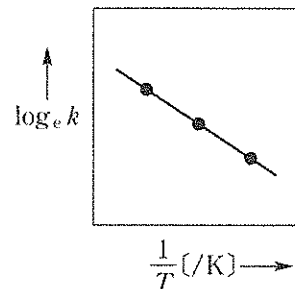


図 1

- (1) 実験 I の反応温度を 447°C に変えて、同様に密閉容器内で反応させたところ、反応速度定数 k_1 は $1.2 \times 10^{-1} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ になることがわかった。このとき、式(i)の正反応の活性化エネルギー [kJ/mol] として最も近い数値を、次の①～⑧のうちから1つ選べ。ただし、 $\log_e 2.0 = 0.70$ とする。

kJ/mol

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 150 | ② 170 | ③ 190 | ④ 210 |
| ⑤ 230 | ⑥ 250 | ⑦ 270 | ⑧ 290 |

(2) 式(i)に示す反応の活性化エネルギーについて正しいものを、次の①～④のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。正しいものがない場合には①をマークせよ。 31

- ① 気体 A や気体 B の濃度が増加すると正反応の活性化エネルギーの値も大きくなる。
- ② 気体 A と気体 B のそれぞれの結合エネルギーの値の総和は、正反応の活性化エネルギーの値よりも大きい。
- ③ 反応に適した触媒を加えると、活性化エネルギーの値の減少に伴い、反応熱の値(絶対値)も減少する。
- ④ 正反応が発熱反応のとき、逆反応の活性化エネルギーの値は、正反応の活性化エネルギーの値よりも大きくなる。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

ベンゼンから置換基 X を1つもつ芳香族化合物 A を合成するには、次のように2段階の手順をふむ必要がある。まず第1段階では、ベンゼンに混酸を加えて反応させるとニトロベンゼンが得られる。次の第2段階では、得られたニトロベンゼンを濃塩酸とスズを用いて反応させ、水酸化ナトリウム水溶液に加えると A が最終的に得られる。

問1 置換基 X として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。 32

- ① $-\text{CH}_3$ ② $-\text{COOH}$ ③ $-\text{N}_2\text{Cl}$ ④ $-\text{NH}_3\text{Cl}$
⑤ $-\text{NH}_2$ ⑥ $-\text{OH}$ ⑦ $-\text{Cl}$

問2 ベンゼン 9.6 g を用いて反応を行ったところ、第1段階の反応におけるニトロベンゼンの収率*は 75 % で、このニトロベンゼンをすべて用いたとき、第2段階の反応における化合物 A の収率が 39 % であった。最終的に得られた A の質量 [g] として最も近い数値を、下の①～⑧のうちから1つ選べ。

33 g

*実際の化学反応では、反応物が全て目的の生成物になるとは限らないため、生成物の収率を求めることがある。収率とは、反応物の物質量をもとに反応式から計算して求めた生成物の物質量に対する、実際に得られた生成物の物質量の割合 [%] のことであり、次の式から求められる。

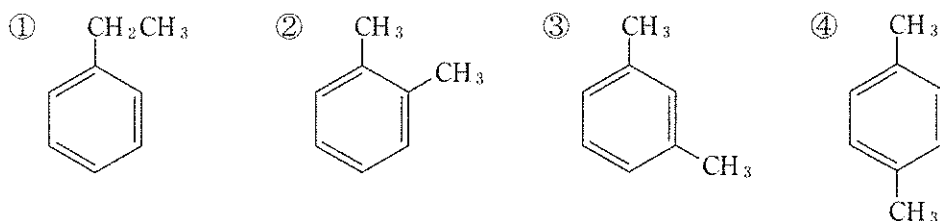
$$\text{収率} [\%] = \frac{\text{実際に得られた生成物の物質量} [\text{mol}]}{\text{反応式から計算して求めた生成物の物質量} [\text{mol}]} \times 100$$

- ① 3.0 ② 3.3 ③ 3.6 ④ 3.9
⑤ 4.1 ⑥ 4.4 ⑦ 4.7 ⑧ 5.0

問 3 次の文章を読み、下の(1)~(3)に答えよ。

分子式 C_8H_{10} で表される 2 つの芳香族化合物 B, C のそれぞれのベンゼン環の水素原子 1 つを、ベンゼンの反応の場合と同様の 2 段階の手順に従って置換基 X で置換したところ、B からは異性体が混合した生成物が得られ、C からは単一の生成物が得られた。また、B に過マンガン酸カリウムを反応させると化合物 D が得られ、D を加熱したところ分子内の反応により化合物 E が得られた。E は、ナフタレンを酸化バナジウム(V)で反応させても得られる。一方、C と過マンガン酸カリウムとの反応では化合物 F が得られた。F は D と同じ分子式をもつ化合物であるが、加熱しても分子内の反応は起こらない。また、F はポリエステル系合成繊維をつくるときの原料として用いられる。

(1) 化合物 B の構造として最も適切なものを、次の①~④のうちから 1 つ選べ。 34



(2) 化合物 E を構成する炭素および水素の原子の数はそれぞれいくつか。 35 ,
37 には十の位の数字を, 36 , 38 には一の位の数字をそれぞれ
 マークせよ。該当する位がない場合には①をマークせよ。

炭素 35 36

水素 37 38

(3) 下線部アについて、化合物Fと反応させる化合物として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。 39

