

## 【過去問 1】

次の問いに答えなさい。

(北海道 2020 年度)

問 1 次の文の ② , ④ に当てはまる語句を書きなさい。

(2) 化学変化(化学反応)が起きるときに、周囲の熱を吸収して温度が下がる反応を ② 反応という。

(4) 化学変化の前後で、その化学変化に関係する物質全体の質量が変わらないことを ④ の法則という。

問 5 次の化学反応式の   に当てはまる化学式を書きなさい。



|     |     |                                                                 |  |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------|--|
| 問 1 | (2) | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">②</span> |  |
|     | (4) | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">④</span> |  |
| 問 5 |     |                                                                 |  |

|     |     |                                                                 |      |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------|------|
| 問 1 | (2) | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">②</span> | 吸熱   |
|     | (4) | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">④</span> | 質量保存 |
| 問 5 | C   |                                                                 |      |

問 1 (2) 吸熱反応に対し、化学変化が起きるときに、熱を発してまわりの温度が上がる反応を発熱反応という。

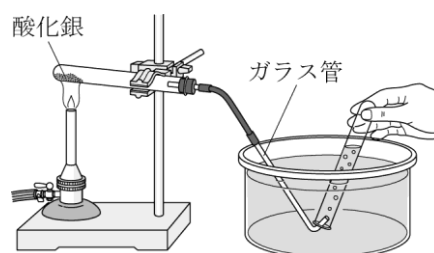
問 5 化学反応式の矢印の前後では、原子の種類と数が同じになる。左側と右側で原子の種類と数を比べると、左側に足りないのは C (単体の炭素) である。

## 【過去問 2】

次の問いに答えなさい。

(青森県 2020 年度)

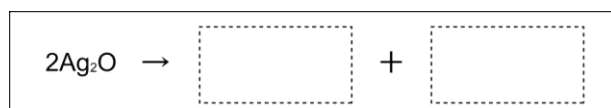
問1 右の図の装置を用いて、酸化銀を加熱して発生した気体を集めた。集めた気体に火のついた線香を入れると、線香が炎を上げて燃えた。加熱した試験管が冷めてから、中に残った白い物質を取り出した。次のア、イに答えなさい。



ア 白い物質の性質について述べたものとして適切なものを、次の1～4の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1 電気を通しやすい。 | 2 水に溶けやすい。   |
| 3 燃えやすい。    | 4 水より密度が小さい。 |

イ 酸化銀の変化のようすを表した次の化学反応式を完成させなさい。



|    |   |                                                                                               |
|----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 問1 | ア |                                                                                               |
|    | イ | $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \boxed{\phantom{\text{O}_2}} + \boxed{\phantom{\text{Ag}}}$ |

|    |   |                                                                            |
|----|---|----------------------------------------------------------------------------|
| 問1 | ア | 1                                                                          |
|    | イ | $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \boxed{4\text{Ag}} + \boxed{\text{O}_2}$ |

問1 ア…白い物質は銀で、金属としての性質をもつ。 イ…加熱して発生した気体は、ものを燃やすはたらきがあることから酸素である。よって、酸化銀 ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) は、加熱によって酸素 ( $\text{O}_2$ ) と銀 ( $\text{Ag}$ ) に分解されることがわかる。化学変化の前後で原子の種類や数は変化しないため、矢印の左右で原子の数が等しくなるように係数をつける。

## 【過去問 3】

化学変化と物質の質量の関係について調べるため、次のような実験を行いました。これについて、あとの問1～問4に答えなさい。

(岩手県 2020 年度)

## 予 想

- 1 炭（炭素）や、スチールウール（鉄）を燃やす実験を行う前に次のように予想した。

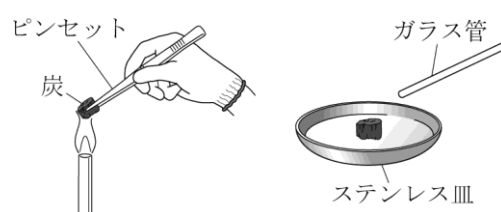
炭やスチールウールを燃やすと、ろうそくが燃えたときのように反応して気体ができ、その気体が空気中に出ていく。

## 実験 1

- 2 図 I のように、炭をガスバーナーで加熱し、ステンレス皿にのせ、ガラス管を使って息をふいたところ、炭は小さくなり、最後には灰がわずかに残った。

- 3 次に、スチールウールの質量をはかり、ガスバーナーで加熱し、ガラス管を使って火のついたスチールウールに息をふいた。冷めてから燃やした後の物質の質量をはかったところ、質量がふえていた。

図 I

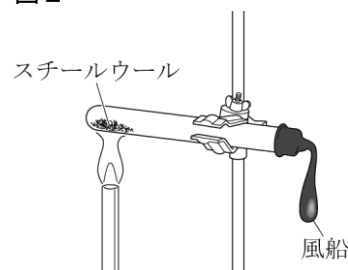


燃やす前のスチールウールと比べて、燃やした後の物質の質量がふえたのはなぜかを調べるため、実験2を行った。

## 実験 2

- 4 図 II のように、試験管に酸素とスチールウールを入れ、風船で栓をして加熱したところ、風船が試験管の中に吸いこまれた。

図 II

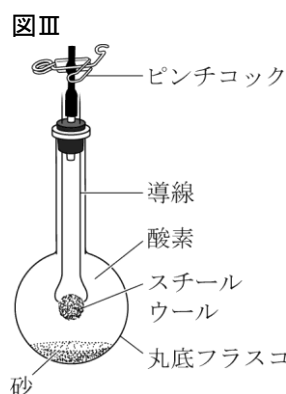


密閉した状態でスチールウールや炭を燃やしたときに、反応の前後で質量がどのようになるかを調べるため、**実験3**を行った。

### 実験3

**5** 図Ⅲのように、丸底フラスコにスチールウールを入れ導線をつないだ装置をつくり、酸素を入れて密閉した後、電流を流してスチールウールを燃やしたところ、反応の前後で装置全体の質量は変化しなかった。

**6** 別の丸底フラスコに小さな炭を入れ、酸素を入れて密閉した後、装置全体の質量をはかり、図Ⅳのように炭を燃やしたところ、炭は小さくなり最後には灰がわずかに残った。反応後、再び装置全体の質量をはかった。



問1 **1**～**3**で、次のア～エのうち、**予想と実験1**の結果を比べたときにいえることとして最も適当なものはどれですか。一つ選び、その記号を書きなさい。

ア 炭、スチールウールともに、予想にそった結果であった。

イ 炭、スチールウールともに、予想にそった結果ではなかった。

ウ 炭については、予想にそった結果であった。一方、スチールウールについては、予想にそった結果ではなかった。

エ 炭については、予想にそった結果ではなかった。一方、スチールウールについては、予想にそった結果であった。

問2 **3**で、燃えた後の物質の電流の流れやすさと、うすい塩酸に入れたときの反応について、燃やす前と比べました。次のア～エのうち、物質のようすの組み合わせとして最も適当なものはどれですか。一つ選び、その記号を書きなさい。

|   | 電流の流れやすさ        | うすい塩酸に入れたときの反応  |
|---|-----------------|-----------------|
| ア | 燃える前より流れやすくなった。 | 気体が発生した。        |
| イ | 燃える前より流れやすくなった。 | ほとんど気体が発生しなかった。 |
| ウ | 燃える前より流れにくくなった。 | 気体が発生した。        |
| エ | 燃える前より流れにくくなった。 | ほとんど気体が発生しなかった。 |

問3 **4**で、風船が試験管の中に吸いこまれたのはなぜですか。その理由を簡単に書きなさい。

問4 **6**で、反応の前後で、装置全体の質量はどうなりましたか。また、その理由を、燃焼によりできた物質を明らかにして、簡単に書きなさい。

|     |    |  |
|-----|----|--|
| 問 1 |    |  |
| 問 2 |    |  |
| 問 3 |    |  |
| 問 4 | 質量 |  |
|     | 理由 |  |

|     |                                        |                                                |
|-----|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| 問 1 | ウ                                      |                                                |
| 問 2 | エ                                      |                                                |
| 問 3 | 例<br>試験管の中の酸素がスチールウールと結びついて使われ、減少したから。 |                                                |
| 問 4 | 質量                                     | 変化しない                                          |
|     | 理由                                     | 例<br>炭が燃焼して発生した二酸化炭素は、フラスコの中から外に出ていかずに残っているから。 |

問 1 スチールウールを燃やしたときも、ろうそくと同様に空気中に気体が出ていくと予想していたが、実験 1 でスチールウールを燃やした結果、質量がふえていたので、こちらについては予想にそった結果にはなっていない。

問 2 スチールウール（鉄）の燃焼では、鉄は酸素と結びついて酸化鉄が生じる。酸化鉄は、電気の流れやすさや酸との反応など、さまざまな点でもとの鉄とは性質が異なる別の物質になる。

問 4 質量保存の法則により、化学変化の前後で物質全体の質量は変わらない。

## 【過去問 4】

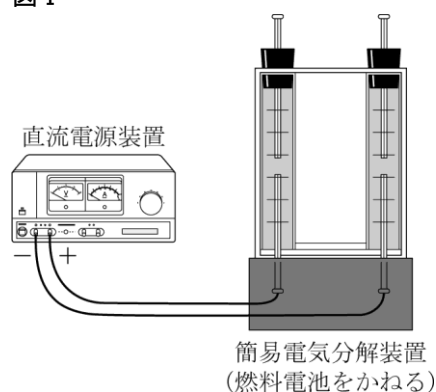
電気分解と燃料電池におけるエネルギー変換と効率との関係について調べるため、次のような実験を行いました。これについて、下の問いに答えなさい。

(岩手県 2020 年度)

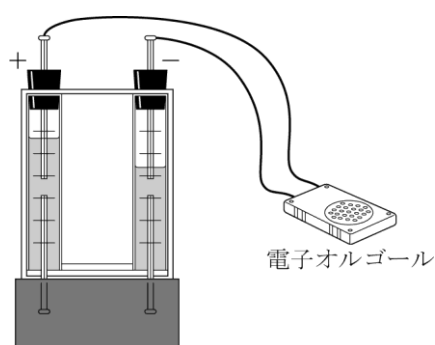
## 実 験

- 1 質量パーセント濃度が5%の水酸化ナトリウム水溶液を100 gつくった。
- 2 図Ⅰのように、燃料電池をかねた簡易電気分解装置に1の水溶液を入れて直流電源装置につなぎ、3 Vで0.2 Aの電流を流して100 秒間電気分解を行ったところ、両極から気体が発生した。
- 3 2のあと、簡易電気分解装置から直流電源装置をはずして図Ⅱのように電子オルゴールをつなぎ、電流を取り出した。2で発生した気体がすべて消費されるまでに、電子オルゴールは90 秒間鳴った。電子オルゴールの説明書によると、消費電力は0.5Wであった。

図Ⅰ



図Ⅱ



問1 1で、この水溶液 100 gをつくるために必要な水酸化ナトリウムと水の質量は、それぞれ何 g ですか。数字で書きなさい。

問2 2で、このとき起こった化学変化を化学反応式で表すとき、( )に入る化学式をそれぞれ書きなさい。



問3 この実験で、図Ⅰと図Ⅱにおいて、エネルギーはそれぞれどのように変換されましたか。次のア～エのうちから、その組み合わせとして最も適当なものを一つ選び、その記号を書きなさい。

|   | 図Ⅰ                | 図Ⅱ                |
|---|-------------------|-------------------|
| ア | 電気エネルギー → 化学エネルギー | 電気エネルギー → 化学エネルギー |
| イ | 電気エネルギー → 化学エネルギー | 化学エネルギー → 電気エネルギー |
| ウ | 化学エネルギー → 電気エネルギー | 電気エネルギー → 化学エネルギー |
| エ | 化学エネルギー → 電気エネルギー | 化学エネルギー → 電気エネルギー |

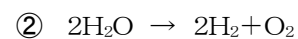
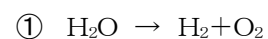
|     |          |   |  |
|-----|----------|---|--|
| 問 1 | 水酸化ナトリウム | g |  |
|     | 水        | g |  |
| 問 2 |          |   |  |
| 問 3 |          |   |  |

|     |                 |      |                |
|-----|-----------------|------|----------------|
| 問 1 | 水酸化ナトリウム        | 5 g  |                |
|     | 水               | 95 g |                |
| 問 2 | 2H <sub>2</sub> |      | O <sub>2</sub> |
| 問 3 | イ               |      |                |

問 1 濃度 [%] =  $\frac{\text{溶質 [g]}}{\text{溶液 [g]}} \times 100$  より, 水酸化ナトリウムの質量を  $x$  [g] とすると,

$$5 = \frac{x}{100} \times 100 \quad x = 5 \text{ となり, 水酸化ナトリウムの質量は } 5 \text{ g, 水の質量は } 100 - 5 = 95 \text{ [g] である。}$$

問 2 水の電気分解では, 水から水素と酸素が発生することから, まず右の式①が考えられる。この式では矢印の前後で原子の種類と数が等しくなっていないため, 等しくなるようにそれぞれの物質の係数を合わせると, 水の係数が 2, 水素の係数が 2, 酸素の係数が 1 (1 は式の中に書かない) となり, 式②の化学反応式が完成する。



## 【過去問 5】

純さんは、生活日誌に書きとめた疑問を次のようにノートに整理し、資料を調べたり、実験を行ったりした。  
下の問いに答えなさい。

(秋田県 2020 年度)

問2 次に、下線部 **b** の疑問を解決するため、**実験 I** を行った。

【実験 I】図3のように、ビーカーに鉄粉 8 g と活性炭 4 g を入れ、e. 5%食塩水を加えて、ガラス棒でかき混ぜながら 5 分ごとに温度を調べた。図4は、このときの結果を表したものである。

図3

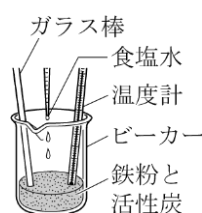
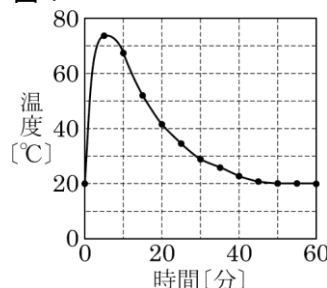


図4



- ① 純さんは、下線部 **e** を 40 g つくった。このとき、何 g の水に何 g の食塩をとかしたか、それぞれ求めて、解答欄にしたがって書きなさい。
- ② 図4のように、化学変化が起こるときに温度が上がる反応を何というか、書きなさい。
- ③ 下線部 **b** について、純さんは次のように考えた。純さんの考えが正しくなるように、**R**、**S** に当てはまる数値や語句を、下の **ア**～**オ** からそれぞれ 1 つずつ選んで記号を書きなさい。

図4をみると、( **R** ) 分から温度が変化しなくなることがわかります。このときすでに化学変化が終わっていると考えられます。化学変化が終わったのは、酸素や水と反応できる( **S** )がなくなったからではないかと考えました。だから、化学かいろは一度しか使えないのだと思います。



ア 10                      イ 30                      ウ 50                      エ 炭素                      オ 鉄

|    |   |                                        |     |
|----|---|----------------------------------------|-----|
| 問2 | ① | g の水に                      g の食塩をとかした。 |     |
|    | ② |                                        |     |
|    | ③ | R :                                    | S : |

|    |   |                        |          |
|----|---|------------------------|----------|
| 問2 | ① | 38 g の水に 2 g の食塩をとかした。 |          |
|    | ② | 発熱反応                   |          |
|    | ③ | R :    ウ               | S :    オ |

問2 ① 5%の食塩水 40 g に含まれている食塩は、 $40 \text{ [g]} \times \frac{5}{100} = 2 \text{ [g]}$  である。よって、水は  $40 - 2 = 38 \text{ [g]}$  となる。

③ 化学かいろは、鉄が酸化するときの発熱反応によって熱を生み出しているの、鉄がなくなる(すべて酸化鉄となる)と化学変化が終わり、温度はそれ以上変化しなくなる。



## 【過去問 6】

化学変化と熱の関係について調べるため、次の**実験 1**、**2**を行った。表は、実験結果である。あとの問いに答えなさい。ただし、水の温度は実験の温度変化には関係しないものとする。

(山形県 2020 年度)

【実験 1】 試験管に塩化アンモニウム 1.00 g と水酸化バリウム 3.00 g の混合物を入れ、その混合物の温度を測定した。その後、水 1.00 g を加えて、ふたをせずに、再び温度を測定した。

【実験 2】 蒸発皿に酸化カルシウム 3.00 g の粉末を入れ、その粉末の温度を測定した。その後、水 1.00 g を加えて、ふたをせずに、再び温度を測定した。

表

|              | 実験 1 | 実験 2 |
|--------------|------|------|
| 水を加える前の温度[℃] | 21.7 | 20.8 |
| 水を加えた後の温度[℃] | 3.1  | 63.7 |

問 1 **実験 1**では、気体のアンモニアが発生し、試験管の口から特有のにおいがした。次の問いに答えなさい。

(1) アンモニアを化学式で書きなさい。

(2) **実験 1**のあと、試験管内の物質の質量をはかった。その質量を表したものとして最も適切なものを、次のア～ウから一つ選び、記号で答えなさい。

ア 5.00 g より大きい

イ 5.00 g

ウ 5.00 g より小さい

(3) 次は、**実験 1**についてまとめたものである。□ a □，□ b □ にあてはまる言葉の組み合わせとして最も適切なものを、あとのア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

**実験 1**の温度変化がみられたのは、**実験 1**の反応が □ a □ 反応だからである。また、実験後の試験管にBTB溶液を加えたところ、アルカリ性であることを示す □ b □ 色に変化した。

ア a 周囲から熱を吸収する

b 青

イ a 周囲から熱を吸収する

b 緑

ウ a 周囲に熱が吸収される

b 青

エ a 周囲に熱が吸収される

b 緑

問 2 **実験 2**の化学変化は、加熱式弁当などに利用されている。加熱式弁当に、酸化カルシウムと水のみで起こる化学変化が利用されるのは、どのような利点があるからか、あたたまるしくみに着目して、書きなさい。

|     |     |  |
|-----|-----|--|
| 問 1 | (1) |  |
|     | (2) |  |
|     | (3) |  |
| 問 2 |     |  |
|     |     |  |

|     |                        |               |
|-----|------------------------|---------------|
| 問 1 | (1)                    | $\text{NH}_3$ |
|     | (2)                    | ウ             |
|     | (3)                    | ア             |
| 問 2 | 例                      |               |
|     | 火や電気が使えないところでもあたためられる。 |               |

問 1 (2) 「ふたをせずに」とあるので，発生した気体のアンモニアは空気中に逃げる。したがって，反応前の物質の合計 5.00 g と比べ，その分の質量が減少する。

## 【過去問 7】

次の問いに答えなさい。

(茨城県 2020 年度)

問3 科学部の太郎さんと顧問の先生が、地球環境について話している。次の会話を読んで、下の①～⑤の問いに答えなさい。

太郎：近年、「地球温暖化」という言葉をよく聞きます。その原因は二酸化炭素などの温室効果ガスが大気中に増えてきているからだといわれています。

先生：大気中の二酸化炭素の濃度はなぜ高くなってきているのでしょうか。

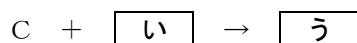
太郎：それは、a 石炭や石油，天然ガスなど太古の生物の死がいが変化してできた あ 燃料が大量に燃やされているからだと思います。

先生：そうですね，それも原因の一つと考えられていますね。実は，地球温暖化によって環境が変わると，b 生態系ピラミッドのつり合いがもとに戻らないことがあるともいわれています。他に何か原因は考えられますか。

太郎：社会科の授業では，大規模な開発によって，熱帯雨林が伐採されていることを学びました。c 植物には二酸化炭素を吸収して使うしくみがあるので，伐採量が多くなると，二酸化炭素の吸収が少なくなり，更に二酸化炭素が増加し，ますます地球温暖化が進むのではないのでしょうか。一方で，熱帯雨林では雨量が多く，植物の体は大量の雨風にさらされます。しかし，d 植物の体には雨風に耐えるしくみが備わっていて，簡単には倒れたりしません。そうして，熱帯雨林の環境が保たれているのだと思います。

① 下線部 a の あ に当てはまる語を書きなさい。

② 次の化学反応式は，下線部 a の あ 燃料にふくまれる炭素が完全燃焼する反応を表したものである。化学反応式中の い，う に当てはまる化学式を書きなさい。



|    |   |   |  |   |  |
|----|---|---|--|---|--|
| 問3 | ① | あ |  |   |  |
|    | ② | い |  | う |  |

|    |   |   |                |   |                 |
|----|---|---|----------------|---|-----------------|
| 問3 | ① | あ | 化石             |   |                 |
|    | ② | い | O <sub>2</sub> | う | CO <sub>2</sub> |

問3 ② 化石燃料にふくまれる炭素 (C) が酸素 (O<sub>2</sub>) と結びつき，二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が発生する。

**【過去問 8】**

次の問いに答えなさい。

(栃木県 2020 年度)

問1 次のうち、混合物はどれか。

ア 塩化ナトリウム      イ アンモニア      ウ 石油      エ 二酸化炭素

問5 化学変化のときに熱が放出され、まわりの温度が上がる反応を何というか。

|    |  |
|----|--|
| 問1 |  |
| 問5 |  |

|    |      |
|----|------|
| 問1 | ウ    |
| 問5 | 発熱反応 |

## 【過去問 9】

マグネシウムの反応について調べるために、次の実験(1)、(2)を行った。

- (1) うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ、表 1 に示した体積の組み合わせで、試験管 A、B、C、D に入れてよく混ぜ合わせた。それぞれの試験管に BTB 溶液を加え、色の変化を観察した。

表 1

|                               | A   | B   | C    | D    |
|-------------------------------|-----|-----|------|------|
| 塩酸[cm <sup>3</sup> ]          | 6.0 | 8.0 | 10.0 | 12.0 |
| 水酸化ナトリウム水溶液[cm <sup>3</sup> ] | 6.0 | 4.0 | 2.0  | 0.0  |
| BTB溶液の色                       | 緑   | 黄   | 黄    | 黄    |
| 発生した気体の体積[cm <sup>3</sup> ]   | 0   | X   | 90   | 112  |
| マグネシウムの溶け残り                   | あり  | あり  | あり   | なし   |

さらに、マグネシウムを 0.12 g ずつ入れたときに発生する気体の体積を測定した。気体が発生しなくなった後、試験管 A、B、C では、マグネシウムが溶け残っていた。表 1 は、これらの結果をまとめたものである。

- (2) 班ごとに質量の異なるマグネシウム粉末を用いて、次の実験①、②、③を順に行った。

- ① 図 1 のように、マグネシウムをステンレス皿全体にうすく広げ、一定時間加熱する。
- ② 皿が冷えた後、質量を測定し、粉末をかき混ぜる。
- ③ ①、②の操作を質量が変化しなくなるまで繰り返す。

表 2 は、各班の加熱の回数とステンレス皿内にある物質の質量について、まとめたものである。ただし、5 班はマグネシウムの量が多く、実験が終わらなかった。

図 1

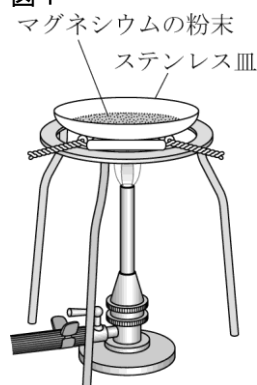


表 2

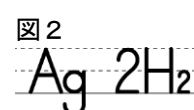
|     | 加熱前の質量[g] | 測定した質量[g] |      |      |      |      |
|-----|-----------|-----------|------|------|------|------|
|     |           | 1 回       | 2 回  | 3 回  | 4 回  | 5 回  |
| 1 班 | 0.25      | 0.36      | 0.38 | 0.38 |      |      |
| 2 班 | 0.30      | 0.41      | 0.46 | 0.48 | 0.48 |      |
| 3 班 | 0.35      | 0.44      | 0.50 | 0.54 | 0.54 |      |
| 4 班 | 0.40      | 0.49      | 0.55 | 0.61 | 0.64 | 0.64 |
| 5 班 | 0.45      | 0.52      | 0.55 | 0.58 | 0.59 | 0.61 |

このことについて、次の問 1、問 2、問 3、問 4 に答えなさい。

(栃木県 2020 年度)

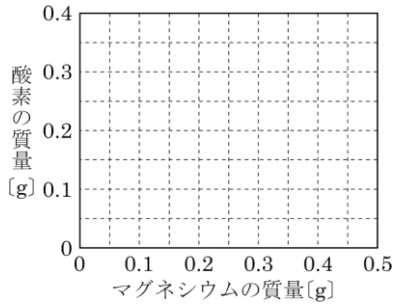
問 1 実験(1)において、試験管 B から発生した気体の体積 X は何 cm<sup>3</sup> か。

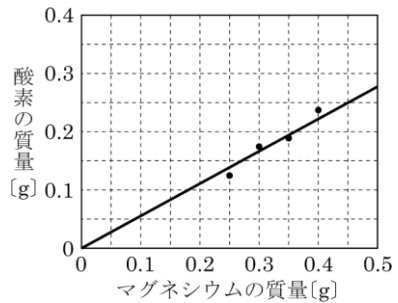
問 2 実験(2)で起きた化学変化を、図 2 の書き方の例にならい、文字や数字の大きさを区別して、化学反応式で書きなさい。



問 3 実験(2)における 1 班、2 班、3 班、4 班の結果を用いて、マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の関係を表すグラフをかきなさい。

問4 5回目の加熱後、5班の粉末に、実験(1)で用いた塩酸を加え、酸化されずに残ったマグネシウムをすべて塩酸と反応させたとする。このとき発生する気体は何  $\text{cm}^3$  と考えられるか。ただし、マグネシウムと酸素は3 : 2の質量の比で化合するものとする。また、酸化マグネシウムと塩酸が反応しても気体は発生しない。

|    |                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 問1 | $\text{cm}^3$                                                                                                                                                                                                           |
| 問2 | <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> |
| 問3 |                                                                                                                                        |
| 問4 | $\text{cm}^3$                                                                                                                                                                                                           |

|    |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 問1 | 45 $\text{cm}^3$                                                                    |
| 問2 | $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$                                   |
| 問3 |  |
| 問4 | 196 $\text{cm}^3$                                                                   |

問1 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせると、中和の反応が起こり、塩化ナトリウムと水ができる。この反応で塩酸の量が多く、反応しなかった塩酸があれば、マグネシウムを入れたとき、マグネシウムと塩酸が反応して塩化マグネシウムと水素を生成する。したがって、発生する気体は水素である。中和の反応で残った未反応の塩酸が少ない（または、ない）場合、塩酸はマグネシウムとすべて反応するが、マグネシウムの方は反応しなかったぶんが溶け残り、試験管A、B、Cがこれにあたる。一方、未反応の塩酸が多い場合、塩酸はマグネシウムとすべて反応しない。このとき、マグネシウムの方が量が少なくなることになり、マグネシウムはすべて反応して溶け残りはなくなる。実験では、試験管Dがこれにあたる。表1より、試験管Aは、BTB溶液の色が緑色で、発生した気体の体積が0であることから、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は過不足なく反応して水溶液が中性になり、未反応の塩酸がないので、水素が発生しなかったことを表している。よって、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 $6.0\text{cm}^3$ ずつのように、同じ体積で混合すると、過不足なく反応することがわかる。試験管Bでは、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 $4.0\text{cm}^3$ ずつが反応するので、塩酸が  $8.0 - 4.0 = 4.0 [\text{cm}^3]$  多い。試験管Cでは、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 $2.0\text{cm}^3$ ずつが反応するので、塩酸が  $10.0 - 2.0 = 8.0$

〔cm<sup>3</sup>〕多く、その量は試験管Bの2倍である。したがって、これらの塩酸がマグネシウムとすべて反応して発生する気体の体積は、試験管Cでは、試験管Bの2倍になる。試験管Cでは、90cm<sup>3</sup>の気体が発生しているので、試験管Bから発生した気体の体積Xは、その半分に相当する45cm<sup>3</sup>である。

- 問3 測定した質量が変化しなくなるのは、マグネシウムがすべて酸素と反応したためであり、このときの質量ともののマグネシウムの質量との差が、化合する酸素の質量である。表2より、1班から4班まで、マグネシウムはすべて酸素と反応している。各班の加熱前のマグネシウムの質量0.25, 0.30, 0.35, 0.40〔g〕に化合した酸素の質量は、それぞれ、 $0.38 - 0.25 = 0.13$ ,  $0.48 - 0.30 = 0.18$ ,  $0.54 - 0.35 = 0.19$ ,  $0.64 - 0.40 = 0.24$ 〔g〕であるから、これらの値を座標としてとり、座標の点の並びに最も近くなるように、原点を通る直線を引く。
- 問4 マグネシウムと酸素は3 : 2の質量の比で化合するので、表2より、5班が用いた0.45 gのマグネシウムと化合する酸素は0.30 gである。したがって、このマグネシウムがすべて酸素と反応したとき、全体の質量は $0.45 + 0.30 = 0.75$ 〔g〕になる。5班が5回目に測定した質量は0.61 gなので、酸素はまだ、 $0.75 - 0.61 = 0.14$ 〔g〕ぶんが化合していない。したがって、このとき、未反応のマグネシウムが0.21 g ( $0.21 : 0.14 = 3 : 2$ )残っている。次に、このマグネシウムに実験(1)で用いた塩酸を加えることを考えるが、実験(1)でマグネシウムを0.12 g用いたとき、すべて塩酸と反応しているものは、試験管Dの実験結果であり、このとき発生する気体の体積は、表1より112cm<sup>3</sup>である。よって、残った

マグネシウム0.21 gがすべて塩酸と反応して発生する気体の体積は、 $112 \times \frac{0.21}{0.12} = 196$ 〔cm<sup>3</sup>〕となる。

## 【過去問 10】

GさんとMさんは、金属（マグネシウムや銅）と酸素が化合するときの質量の関係を調べるために、次の実験を行った。後の問1，問2に答えなさい。

（群馬県 2020 年度）

## 【実験1】

(A) マグネシウムの粉末をはかりとり、図Ⅰのようにステンレス皿に広げて熱した。粉末の色の変化が見られなくなった後、冷ましてから加熱後の物質の質量を測定し、その後、物質をよく混ぜてから再び熱して、質量の変化が見られなくなるまでこの操作を繰り返した。

(B) マグネシウムの粉末の質量を変えて、(A)と同じ実験を行った。表Ⅰは、マグネシウムの質量と、変化が見られなくなるまで熱した後の物質の質量を、それぞれまとめたものである。

図Ⅰ



## 【実験2】

マグネシウムの粉末の代わりに銅の粉末を用いて、実験1と同じ実験を行った。表Ⅱは、銅の質量と、変化が見られなくなるまで熱した後の物質の質量を、それぞれまとめたものである。また、図Ⅱは、マグネシウムの粉末 1.00 g と銅の粉末 1.00 g をそれぞれ熱したときの、加熱回数と加熱後の物質の質量の関係を示したものである。

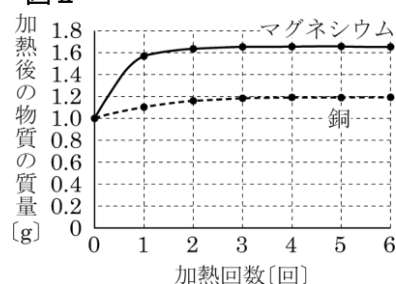
表Ⅰ

|              |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| マグネシウムの質量[g] | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 |
| 加熱後の物質の質量[g] | 0.83 | 1.25 | 1.67 | 2.08 | 2.50 |

表Ⅱ

|              |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| 銅の質量[g]      | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 |
| 加熱後の物質の質量[g] | 0.59 | 0.90 | 1.18 | 1.49 | 1.78 |

図Ⅱ





問1 次の文は、実験結果について、Gさん、Mさん、先生が交わした会話の一部である。後の①～③の問いに答えなさい。

Gさん：表Ⅰと表Ⅱを見ると、加熱後の物質の質量は、酸素と化合する前と比べて大きくなっているね。でも、図Ⅱのグラフの変化を見ると、a から、マグネシウムや銅と化合する酸素の量には限界がありそうだね。

Mさん：そうだね。マグネシウムと銅が化合する酸素の質量にも違いがあるね。表Ⅰの結果から、マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の比は、b くらいになるよ。

先生：マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の比は、理論上でもb になります。

Gさん：表Ⅱの結果を見ると、銅の質量と化合する酸素の質量の比は、5 : 1 くらいですか。

先生：そうですね。でも実は、銅の質量と化合する酸素の質量の比は、正しくは4 : 1 なのです。実験結果が4 : 1 にならなかった原因はいくつか考えられますが、その一つとして銅を保管している間に空気が影響したことが考えられます。

Gさん：それは、保管している間に銅の粉末がc ということですね。

Mさん：私は4 : 1 にならなかったのは、銅が内部まで完全に反応せずに残ってしまったからだと思います。

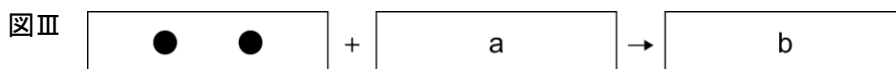
- ① 文中のa，c に当てはまる文を、それぞれ簡潔に書きなさい。また、b に当てはまるものを、次のア～エから選びなさい。

ア 3 : 5                      イ 2 : 5                      ウ 3 : 2                      エ 2 : 1

- ② 銅の質量と化合する酸素の質量の比が4 : 1 であるとする、銅 1.00 g を加熱し完全に反応させたとき、生じる化合物は何 g であると考えられるか、書きなさい。
- ③ 下線部のとおり、銅が内部まで完全に反応せずに残ってしまったことのみが、銅の質量と化合する酸素の質量の比が4 : 1 にならなかった原因であるとする。この場合、銅 1.00 g を加熱したとき、反応せずに残っている銅の質量は、反応する前の銅全体の質量の何%を占めると考えられるか、書きなさい。

問2 次の①～③の問いに答えなさい。

- ① 次の図Ⅲは、この実験で起こった化学変化をモデルで表したものである。金属原子1個を●で、酸素原子1個を○で表すものとして、a，b に当てはまるモデルをかきなさい。



- ② 次の文は、実験の結果を踏まえて、マグネシウム原子と銅原子の質量について考察したものである。文中のa～dについて {     } 内のア、イから正しいものを、それぞれ選びなさい。

図Ⅱより、マグネシウムは、同じ質量の銅に比べて化合することのできる酸素の質量がa {ア 多い    イ 少ない}。そのことから、同じ質量のマグネシウムと銅に化合することのできる酸素原子の数は、b {ア マグネシウム    イ 銅} の方が多いことが分かる。また、図Ⅲより、金属原子1個は酸素原子1個と結びつくため、同じ質量のマグネシウムと銅に含まれる原子の数は、c {ア マグネシウム    イ 銅} の方が多いことが分かる。よって、原子1個の質量は、d {ア マグネシウム    イ 銅} の方が大きいと考えられる。

- ③ マグネシウム原子 1 個の質量は銅原子 1 個の質量のおよそ何倍であると考えられるか、問 1 の会話の内容を踏まえ、小数第 3 位を四捨五入して書きなさい。

|     |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 問 1 | ① | a |  |  |  |  |  |  |  |
|     |   | b |  |  |  |  |  |  |  |
|     |   | c |  |  |  |  |  |  |  |
|     | ② | g |  |  |  |  |  |  |  |
|     | ③ | % |  |  |  |  |  |  |  |

|     |   |   |  |   |  |   |  |   |  |
|-----|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 問 2 | ① | a |  |   |  | b |  |   |  |
|     | ② | a |  | b |  | c |  | d |  |
|     | ③ | 倍 |  |   |  |   |  |   |  |

|     |   |        |                                    |   |   |   |   |       |   |  |
|-----|---|--------|------------------------------------|---|---|---|---|-------|---|--|
| 問 1 | ① | a      | 例<br>加熱回数が多くなると、加熱後の物質の質量が一定となっている |   |   |   |   |       |   |  |
|     |   | b      | ウ                                  |   |   |   |   |       |   |  |
|     |   | c      | 例<br>空気中の酸素によって、一部酸化されていた          |   |   |   |   |       |   |  |
|     | ② | 1.25 g |                                    |   |   |   |   |       |   |  |
|     | ③ | 28 %   |                                    |   |   |   |   |       |   |  |
| 問 2 | ① | a      | ○○                                 |   |   |   | b | ●○ ●○ |   |  |
|     | ② | a      | ア                                  | b | ア | c | ア | d     | イ |  |
|     | ③ | 0.38 倍 |                                    |   |   |   |   |       |   |  |

問 1 ① b…表 I より、マグネシウム 1.50 g は加熱後 2.50 g になっているので、化合した酸素の質量は、 $2.50 - 1.50 = 1.00$  [g] である。このときのマグネシウム：酸素の質量の比は、 $1.50 : 1.00 = 3 : 2$  となる。表 I のどの結果も、およそこの比となる。

②  $4 : 1 = 1.00 : 0.25$  より、銅 1.00 g から生じる化合物は、 $1.00 + 0.25 = 1.25$  [g] であると考えられる。

③ 表 II より、銅 1.00 g は、加熱後 1.18 g になっているので、化合した酸素の質量は 0.18 g である。銅と酸素が  $4 : 1$  の質量の比で反応するならば、酸素 0.18 g と化合する銅の質量は、 $0.18 \times 4 = 0.72$  g となるので、銅 1.00 g のうち、0.28 g が反応せずに残っていることになる。これは、反応する前の銅 1.00 g の質量の 28% である。

問 2 ② a・b…同じ質量の金属と結合する酸素の質量を比べると、問 1 の結果より、マグネシウムと酸素は  $3 : 2$  の質量の比となる。同様に考えると、銅と酸素は  $5 : 1$  の質量の比となる。これらの比のマグネシウムと銅の値をそろえると、マグネシウム：酸素  $= 15 : 10$ 、銅：酸素  $= 15 : 5$  となることから、同じ質量で比べると、マグネシウムの方が銅よりも化合することのできる酸素の質量は多い。このため、同じ質量で化合する酸素原子の数も、マグネシウムの方が銅よりも多い。

c…図 III は、金属原子 1 個と酸素原子 1 個が結合することを示している。したがって、同じ質量であれば、結合する酸素原子の数の多い方が、金属原子の数も多い。これまでに求めた質量の比より、同じ質量における原子の数は、マグネシウムの方が銅よりも多くなることがわかる。

d…同じ質量であれば、原子の数が多き物質の方が、原子1個あたりの質量は小さい。cより、マグネシウムは銅よりも、同じ質量における原子の数が多き。

- ③ 問1の会話における先生の発言に、「銅の質量と化合する酸素の質量の比は、正しくは4 : 1なのです」とある。また、②より、マグネシウムと酸素は3 : 2の質量の比で化合することから、同じ質量の酸素と化合する金属の質量を比べることで、同じ個数の酸素原子と化合する金属原子の質量を比べることができる。これらの質量の比で酸素の値をそろえると、

銅 : 酸素 = 8 : 2, マグネシウム : 酸素 = 3 : 2 となるから、原子1個の質量は、 $\frac{3}{8} = 0.375$  より、マグネシウムは銅のおよそ0.38倍となる。

## 【過去問 11】

次の問いに答えなさい。

(埼玉県 2020 年度)

- 問7 銅の粉末を空気中でじゅうぶんに加熱して、酸化銅をつくる実験をしました。次の表は銅の粉末の質量と、できた酸化銅の質量の関係をまとめたものです。この表から、銅の粉末 2.60 g をじゅうぶんに加熱してできた酸化銅に化合している酸素の質量を求めなさい。

表

|             |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 銅の粉末の質量 [g] | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |
| 酸化銅の質量 [g]  | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 |

|    |   |
|----|---|
| 問7 | g |
|----|---|

|    |        |
|----|--------|
| 問7 | 0.65 g |
|----|--------|

- 問7 0.20 g の銅をじゅうぶんに加熱すると 0.25 g の酸化銅ができることから、 $0.25 - 0.20 = 0.05$  [g] の酸素が化合したことがわかる。よって、2.60 g の銅をじゅうぶんに加熱してできた酸化銅に化合している酸素の質量は、 $\frac{2.60 \text{ [g]}}{0.20 \text{ [g]}} \times 0.05 \text{ [g]} = 0.65 \text{ [g]}$  となる。

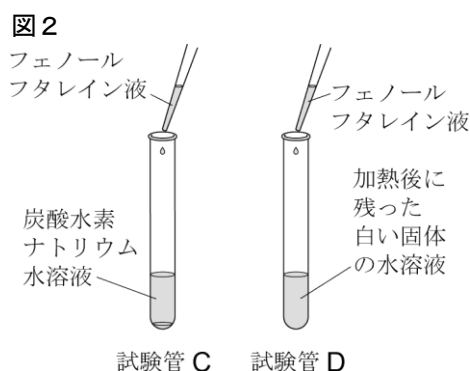
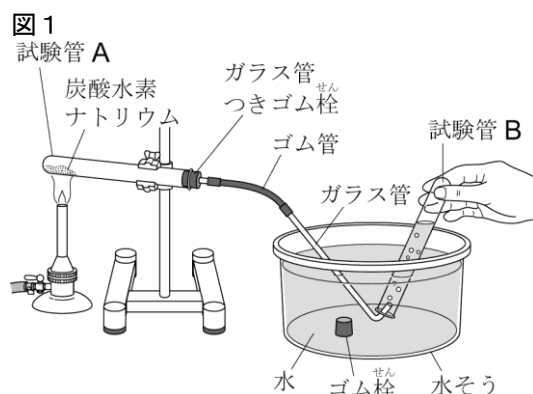
## 【過去問 12】

炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化について調べるため、次の実験を行いました。これに関して、あとの問1～問4に答えなさい。

(千葉県 2020 年度 後期)

## 実験

- ① 図1のように、炭酸水素ナトリウム 1.5 g をかわいた試験管 A に入れ、加熱したところ、気体が発生した。ガラス管から試験管 1 本分程度の気体が出た後、引きつづき、ガラス管から出てきた気体を試験管 B に集め、水中でゴム栓をした。
- ② さらに加熱しつづけたところ、気体が発生しなくなったので、ガラス管を水そうの水から出した後、加熱をやめた。試験管 A 内に白い固体が残り、試験管 A の口の内側に液体がついていた。
- ③ ①で気体を集めた試験管 B に、石灰水を加えてよく振ったところ、石灰水は白くにごった。
- ④ 試験管 A が十分に冷えてから、ガラス管つきゴム栓を外し、試験管 A の口の内側についた液体に m 紙をつけたところ、n になった。
- ⑤ 試験管 C には炭酸水素ナトリウムを、試験管 D には試験管 A の加熱後に残った白い固体を、それぞれ 0.5 g 入れた。次に、試験管 C、D に、同じ温度の水 5 mL をそれぞれ加えてよく振り、とけ方のちがいを調べた。
- ⑥ 図2のように、試験管 C、D に、フェノールフタレイン液（フェノールフタレイン溶液）を 1, 2 滴加え、色の変化を調べた。



表は実験の⑤と⑥の結果を示したものである。

表

|   |                                      | 炭酸水素ナトリウム<br>(試験管 C) | 加熱後に残った白い固体<br>(試験管 D) |
|---|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| ⑤ | それぞれの物質 0.5g に水 5mL を加えてよく振ったときのようなす | とけ残った                | すべてとけた                 |
| ⑥ | それぞれの物質の水溶液にフェノールフタレイン液を加えたときのようなす   | うすい赤色になった            | 濃い赤色になった               |

問1 次の文は、実験の②で、下線部の操作をした理由について述べたものである。文中の v にあてはまる内容を簡潔に書きなさい。

加熱していた試験管 A に v ことを防ぐため。

問2 実験の④の結果から、加熱後の試験管 A の口の内側についた液体は水であることがわかった。文中の m , n にあてはまるものの組み合わせとして最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

- ア m : 青色リトマス      n : 青色から赤色  
 イ m : 赤色リトマス      n : 赤色から青色  
 ウ m : 塩化コバルト      n : 青色から赤色  
 エ m : 塩化コバルト      n : 赤色から青色

問3 次の文は、表に示された結果からわかることについて述べたものである。文中の w , x にあてはまるものの組み合わせとして最も適当なものを、あとのア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

加熱後に残った白い固体は、炭酸水素ナトリウムよりも水に w , 加熱後に残った白い固体の水溶液は、炭酸水素ナトリウム水溶液よりも強い x である。

- ア w : とけやすく      x : 酸性  
 イ w : とけやすく      x : アルカリ性  
 ウ w : とけにくく      x : 酸性  
 エ w : とけにくく      x : アルカリ性

問4 次の化学反応式は、実験で、炭酸水素ナトリウムを加熱したときの化学変化を表したものである。

y にあてはまる数を書きなさい。また、z にあてはまる化学式を書きなさい。なお、NaHCO<sub>3</sub> は炭酸水素ナトリウムの化学式であり、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> は加熱後に残った白い固体の化学式である。



|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 問1 |   |  |   |  |
| 問2 |   |  |   |  |
| 問3 |   |  |   |  |
| 問4 | y |  | z |  |

|    |        |   |   |                 |
|----|--------|---|---|-----------------|
| 問1 | 水が逆流する |   |   |                 |
| 問2 | ウ      |   |   |                 |
| 問3 | イ      |   |   |                 |
| 問4 | y      | 2 | z | CO <sub>2</sub> |

- 問2 青色リトマス紙は、酸性の溶液に反応して赤色に、赤色リトマス紙は、アルカリ性の溶液に反応して青色に変わる試験紙である。水の有無を調べるには、青色の塩化コバルト紙を液体につけて赤色に変わることを確かめる。
- 問3 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウムが白い固体として生じる。⑤で炭酸水素ナトリウムは水にとけ残り、白い固体（炭酸ナトリウム）はすべてとけているので、炭酸ナトリウムの方が水にとけやすいといえる。また、フェノールフタレイン液は、アルカリ性の溶液に入れると赤色に変わる指示薬で、アルカリ性が強いと赤色が濃くなる。赤色の濃さのようすから、炭酸水素ナトリウムよりも炭酸ナトリウムの方がアルカリ性が強い。
- 問4 化学変化の前後で原子の数と種類は変わらないので、矢印の右辺にある炭酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) にナトリウム原子 (Na) が2つあることから、炭酸水素ナトリウム ( $\text{NaHCO}_3$ ) の係数  $y$  は2だとわかる。同様に  $z$  は、式の左辺と右辺を比べて残った原子を組み合わせると、二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) となる。

## 【過去問 13】

次の問いに答えなさい。

(千葉県 2020 年度 前期)

問 1 無機物として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

ア エタノール

イ 砂糖

ウ 食塩

エ プラスチック

|     |  |
|-----|--|
| 問 1 |  |
|-----|--|

|     |   |
|-----|---|
| 問 1 | ウ |
|-----|---|

問 1 ア・イ・エは燃やすと二酸化炭素が発生する有機物である。



## 【過去問 14】

鉄と硫黄<sup>いおう</sup>を混ぜて加熱したときの変化を調べるため、次の実験 1, 2 を行いました。これに関して、あとの問 1～問 4 に答えなさい。

(千葉県 2020 年度 前期)

## 実験 1

- ① 図 1 のように、鉄粉 7.0 g と硫黄 4.0 g を乳ばち<sup>にゅう</sup>に入れてよく混ぜ合わせた。その混合物の  $\frac{1}{4}$  くらいを試験管 A に、残りを試験管 B にそれぞれ入れた。
- ② 図 2 のように、試験管 B に入れた混合物の上部を加熱し、混合物の上部が赤くなったところで加熱をやめた。その後も反応が進んで鉄と硫黄は完全に反応し、黒い物質ができた。
- ③ 試験管 B を十分に冷ました後、試験管 A, B に、図 3 のように、それぞれ磁石<sup>じしゃく</sup>を近づけて試験管内の物質が磁石に引きつけられるかどうかを調べた。
- ④ ③の試験管 A, B 内の物質を少量とり、それぞれ別の試験管に入れた。次に、図 4 のように、それぞれの試験管にうすい塩酸<sup>すうてき</sup>を数滴入れたところ、どちらも気体が発生した。a 発生した気体に、においがあるかどうかを調べた。

表 1 は、実験 1 の③と④の結果をまとめたものである。

図 1

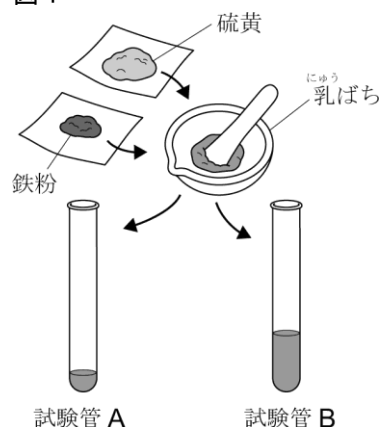


図 2

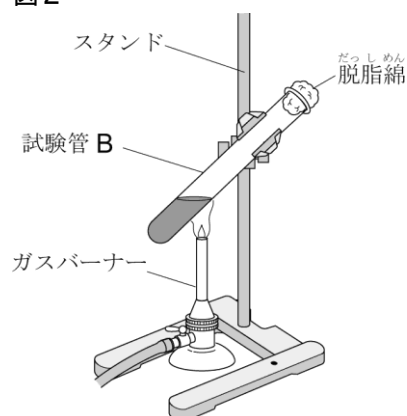


図 3

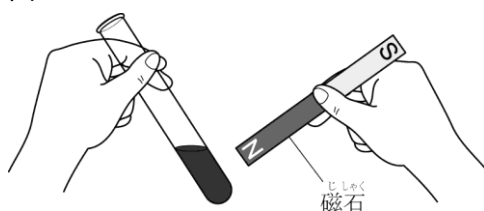


図 4

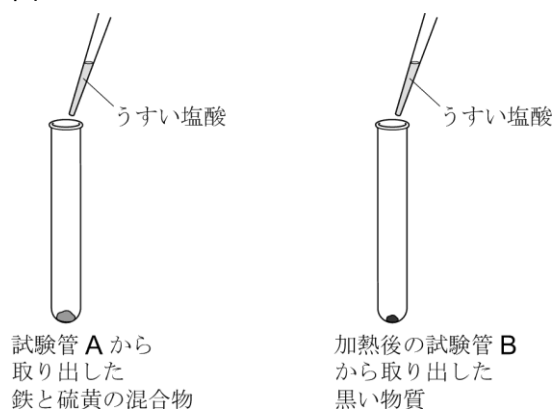


表 1

|                     | 磁石を近づけたとき         | うすい塩酸を数滴入れたとき                                                                                          |
|---------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 鉄と硫黄の混合物<br>(試験管 A) | 磁石に引きつけられた        | においのない気体が発生した                                                                                          |
| 加熱後の黒い物質<br>(試験管 B) | 磁石に引きつけられな<br>かった | <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">x</div> のようなにおいの<br>気体が発生した |

## 実験 2

試験管 C～F を用意し、表 2 に示した質量の鉄粉と硫黄をそれぞれよく混ぜ合わせて各試験管に入れた。次に、実験 1 の②の試験管 B と同様に試験管 C～F を加熱したところ、試験管 C、D、E の鉄と硫黄は完全に反応したが、b試験管 F の鉄と硫黄は、完全には反応せずにどちらか一方の物質が残った。

表 2

|       | 試験管 C | 試験管 D | 試験管 E | 試験管 F |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 鉄粉の質量 | 2.8g  | 4.2g  | 5.6g  | 6.6g  |
| 硫黄の質量 | 1.6g  | 2.4g  | 3.2g  | 3.6g  |

問 1 実験 1 の②で、鉄と硫黄の反応でできた黒い物質の名称と化学式を書きなさい。

問 2 実験 1 の②で、加熱をやめた後も、そのまま反応が進んだのは、この化学変化が発熱反応のためである。次のⅠ～Ⅲの操作における化学変化は、発熱反応と吸熱反応のどちらか。その組み合わせとして最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

|   | Ⅰ 酸化カルシウムに水を加える | Ⅱ 炭酸水素ナトリウムを混ぜた水に、レモン汁またはクエン酸を加える | Ⅲ 塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜる |
|---|-----------------|-----------------------------------|------------------------|
| ア | 発熱反応            | 発熱反応                              | 吸熱反応                   |
| イ | 発熱反応            | 吸熱反応                              | 吸熱反応                   |
| ウ | 吸熱反応            | 発熱反応                              | 発熱反応                   |
| エ | 吸熱反応            | 吸熱反応                              | 発熱反応                   |

問 3 実験 1 の④の下線部 a について、発生した気体のにおいをかぐ方法を簡潔に書きなさい。また、表 1 の 

x

 にあてはまるものとして最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

- ア エタノール
- イ くさった卵
- ウ プールの消毒
- エ こげた砂糖

問 4 実験 2 の下線部 b について、完全には反応せずに残った物質は鉄と硫黄のどちらか、物質名を書きなさい。また、反応せずに残った物質をのぞく、この反応でできた物質の質量は何 g か、書きなさい。

|     |     |   |
|-----|-----|---|
| 問 1 | 名称  |   |
|     | 化学式 |   |
| 問 2 |     |   |
| 問 3 | 方法  |   |
|     | x   |   |
| 問 4 | 物質名 |   |
|     | 質量  | g |

|     |     |              |
|-----|-----|--------------|
| 問 1 | 名称  | 硫化鉄          |
|     | 化学式 | $\text{FeS}$ |
| 問 2 |     | イ            |
| 問 3 | 方法  | 手であおいでかぐ。    |
|     | x   | イ            |
| 問 4 | 物質名 | 鉄            |
|     | 質量  | 9.9 g        |

問 1 鉄と硫黄は化合して硫化鉄ができる。このときの化学反応式は、 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$  となる。

問 2 発熱反応は化学変化により熱を発生する反応で、吸熱反応は化学変化において周囲の熱を吸収する反応である。ⅡとⅢの操作における化学変化は、代表的な吸熱反応である。

問 3 実験により発生する気体には、多量に吸い込むと人体に悪い影響をおよぼすものもあるので、気体のにおいをかぐときは、手であおぐようにしてかぐ。

問 4 試験管 C～E は鉄粉と硫黄が完全に反応していることから、鉄粉と硫黄は質量の比が 7 : 4 で化合することがわかる。試験管 F の硫黄 3.6 g と完全に反応する鉄粉の質量を  $x$  [g] とすると、 $7 : 4 = x : 3.6$  より、 $x = 6.3$  [g]。試験管 F には 6.6 g の鉄粉が入っているので、 $6.6 - 6.3 = 0.3$  [g] の鉄粉が反応せずに残る。よって、この反応でできた物質の質量は、 $(6.6 + 3.6) - 0.3 = 9.9$  [g]

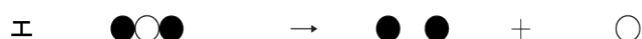
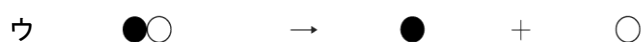
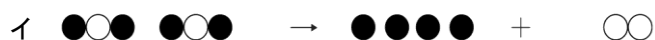
## 【過去問 15】

次の問いに答えよ。

(東京都 2020 年度)

問5 酸化銀を加熱すると、白色の物質が残った。酸化銀を加熱したときの反応を表したモデルとして適切なものは、下のア～エのうちではどれか。

ただし、●は銀原子1個を、○は酸素原子1個を表すものとする。



|    |                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 問5 | <input type="radio"/> ア <input type="radio"/> イ <input type="radio"/> ウ <input type="radio"/> エ |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|

|    |   |
|----|---|
| 問5 | イ |
|----|---|

問5 酸化銀 ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) を加熱すると、銀 ( $\text{Ag}$ ) と酸素 ( $\text{O}_2$ ) に分解され、化学反応式は、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$  となる。式の左辺は銀原子2個と酸素原子1個からなる酸化銀が2個あることを、右辺は銀原子が4個、酸素原子2個からなる酸素分子が1個あることを、それぞれ表している。

## 【過去問 16】

次の問いに答えなさい。

(神奈川県 2020 年度)

問3 次の   は、たたら製鉄についてまとめたものである。文中の ( X ), ( Y ) にあてはまるものの組み合わせとして最も適するものをあとの 1～4 の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

たたら製鉄は、砂鉄から鉄をつくる日本古来の製鉄法である。炉の中で砂鉄と一緒に木炭を燃やすことにより、木炭の炭素が砂鉄を ( X ) し、鉄をつくることができる。

銅の場合も同様の化学反応を利用し、( Y ) のように単体にすることができる。

1 X : 酸化 Y :  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

2 X : 酸化 Y :  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$

3 X : 還元 Y :  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

4 X : 還元 Y :  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 問3 | ① | ② | ③ | ④ |
|----|---|---|---|---|

|    |   |
|----|---|
| 問3 | 3 |
|----|---|

問3 酸化物から酸素を取り去ることを還元という。

## 【過去問 17】

二酸化炭素，水素，アンモニアの性質を調べるために，それぞれの気体を別々の乾いた試験管にとった後，ゴム栓をして，次の**実験 1～3**を行った。この実験に関して，あとの**問 1～問 3**に答えなさい。

(新潟県 2020 年度)

**実験 1** 二酸化炭素が入った試験管のゴム栓をはずし，を加え，再びゴム栓をしてよく振ったところ，は白く濁った。

**実験 2** 水素が入った試験管のゴム栓をはずし，試験管の口にマッチの炎を近づけたところ，ポンと音をたてて燃えた。

**実験 3** アンモニアが入った試験管を，フェノールフタレイン溶液を加えた水の中で，試験管の口を下に向けて立て，ゴム栓をはずしたところ，試験管の中に勢いよく水が入り，試験管の中の水の色は赤くなった。

**問 1** **実験 1**について，にあてはまる液体として，最も適当なものを，次の**ア～エ**から一つ選び，その符号を書きなさい。

**ア** 食塩水

**イ** 石灰水

**ウ** 砂糖水

**エ** 炭酸水

**問 2** **実験 2**について，次の①，②の問いに答えなさい。

① この実験で生じた物質は何か。その物質の化学式を書きなさい。

② 水素を発生させる方法として，最も適当なものを，次の**ア～エ**から一つ選び，その符号を書きなさい。

**ア** 石灰石にうすい塩酸を加える。

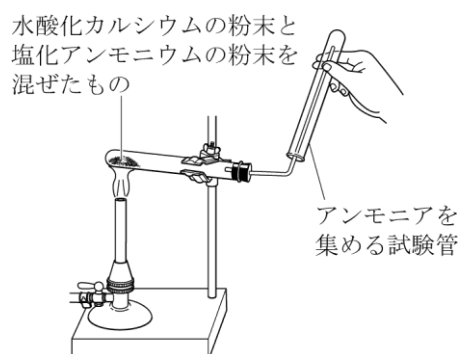
**イ** 二酸化マンガンをオキシドールを加える。

**ウ** 亜鉛にうすい硫酸を加える。

**エ** 酸化銀を加熱する。

問3 実験3について、次の①、②の問いに答えなさい。

- ① 下線部分のことからわかるアンモニアの性質を、書きなさい。
- ② 右の図のように、水酸化カルシウムの粉末と塩化アンモニウムの粉末を混ぜたものを、乾いた試験管に入れて十分に加熱し、発生するアンモニアを乾いた試験管に集めることができる。このようにして集めるのは、アンモニアのどのような性質のためか。書きなさい。



|    |   |
|----|---|
| 問1 |   |
| 問2 | ① |
|    | ② |
| 問3 | ① |
|    | ② |

|    |   |                                     |
|----|---|-------------------------------------|
| 問1 |   | イ                                   |
| 問2 | ① | H <sub>2</sub> O                    |
|    | ② | ウ                                   |
| 問3 | ① | 例 水に溶けるとアルカリ性を示す。                   |
|    | ② | 例 アンモニアが水に非常に溶けやすく、かつ、空気より密度が小さいため。 |

問2 ① 水素が入った試験管のゴム栓をはずすと空気が混じるため、炎を近づけると空気中の酸素によって水素が燃焼して、水ができる。

② アでは二酸化炭素、イ、エでは酸素、ウでは水素が、それぞれ気体として発生する。

問3 ① アンモニアは、水に溶けるとアルカリ性を示す気体である。フェノールフタレイン溶液は、アルカリ性の水溶液と反応して赤色になる。

② 乾いた試験管を用いるのは、アンモニアが水に非常に溶けやすいためである。したがって、アンモニアは水上置換法で集めることができない。また、試験管の口を下にして上方置換法で集めるのは、アンモニアが空気よりも密度が小さい気体であり、空気よりも軽く、空気中では上昇するためである。上方置換法で集めると、気体のアンモニアが上昇することで試験管の中の空気を下に押し出すため、試験管の中にはほぼ純粋なアンモニアの気体を集めることができる。

## 【過去問 18】

酸化銅から銅を取り出す実験を行った。あとの問いに答えなさい。

(富山県 2020 年度)

〈実験〉

- ㉞ 酸化銅 6.00 g と炭素粉末 0.15 g をはかり取り、よく混ぜた後、試験管 A に入れて図 1 のように加熱したところ、ガラス管の先から気体が出てきた。
- ㉟ 気体が出なくなった後、ガラス管を試験管 B から取り出し、ガスバーナーの火を消してからピンチコックでゴム管をとめ、試験管 A を冷ました。
- ㊱ 試験管 A 中の物質の質量を測定した。
- ㊲ 酸化銅の質量は 6.00 g のまま、炭素粉末の質量を変えて同様の実験を行い、結果を図 2 のグラフにまとめた。

図 1

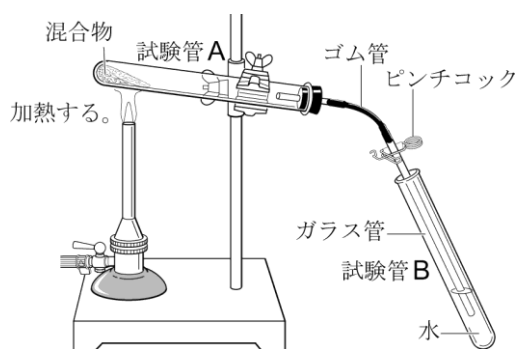
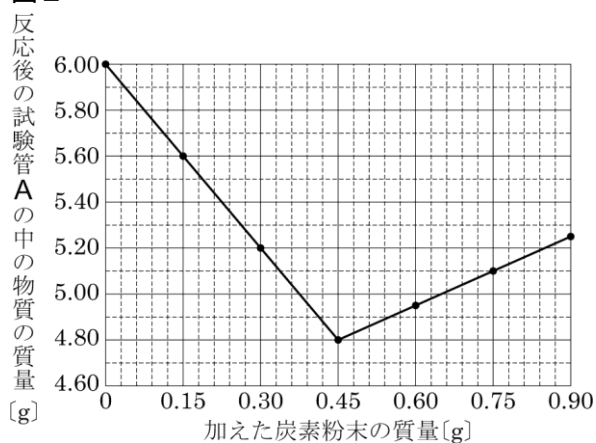
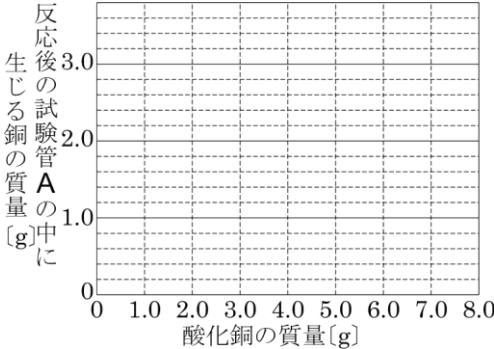


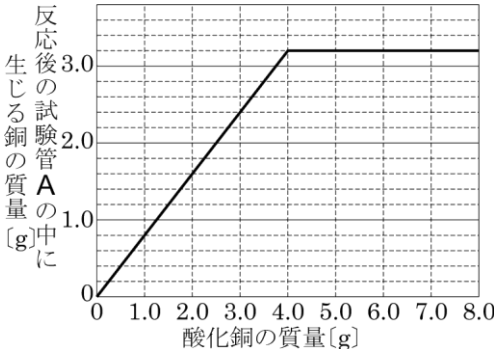
図 2



- 問 1 ㉟において、下線部の操作を行うのはなぜか。「銅」ということばを使って簡単に書きなさい。
- 問 2 試験管 A で起こった化学変化を化学反応式で書きなさい。
- 問 3 酸化銅は、銅と酸素が一定の質量比で化合している。この質量比を最も簡単な整数比で書きなさい。
- 問 4 ㊲において、炭素粉末の質量が 0.75 g のとき、反応後に試験管 A 中に残っている物質は何か、すべて書きなさい。また、それらの質量も求め、例にならって答えなさい。
- 例 ○○が××g, □□が△△g
- 問 5 試験管 A に入れる炭素粉末の質量を 0.30 g にし、酸化銅の質量を変えて実験を行った場合、酸化銅の質量と反応後の試験管 A 中に生じる銅の質量との関係はどうなるか。グラフにかきなさい。



|     |                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 問 1 |                                                                                   |
| 問 2 |                                                                                   |
| 問 3 | 銅 : 酸素 =                      :                                                   |
| 問 4 |                                                                                   |
| 問 5 |  |

|     |                                                                                     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 問 1 | ガラス管から空気が入って、銅と反応しないようにするため。                                                        |
| 問 2 | $2\text{CuO} + \text{C} \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$                   |
| 問 3 | 銅 : 酸素 =                      4 : 1                                                 |
| 問 4 | 銅が 4.80 g<br>炭素粉末が 0.30 g                                                           |
| 問 5 |  |

問 2 酸化銅 (CuO) と炭素粉末 (C) を混ぜ合わせて加熱すると、酸化銅は還元されて銅 (Cu) に、炭素粉末は酸化して二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) となる。

問 3 図 2 から、化学反応が過不足なく行われたのは、炭素粉末を 0.45 g 加えたときで、その際に酸化銅から還元された酸素の質量は、 $6.00 - 4.80 = 1.20$  [g] となる。よって、酸化銅は、銅と酸素が  $4.80 : 1.20 = 4 : 1$  の質量の比で化合していることがわかる。

問 4 炭素粉末の質量が 0.75 g のとき、反応後に試験管に残る質量は 5.10 g だが、問 3 で求めたとおり、そのうちの 4.80 g が銅である。つまり、 $5.10 - 4.80 = 0.30$  g は反応しなかった炭素粉末である。

問 5 問 3 から、炭素粉末 0.30 g と過不足なく反応する酸化銅の質量は、 $6.00$  [g]  $\times \frac{0.30}{0.45} = 4.00$  [g] である。

また、酸化銅は銅と酸素が 4 : 1 の質量の比で結びついているので、酸化銅 4.00 g を還元すると 4.00 [g]  $\times \frac{4}{4+1} = 3.20$  [g] の銅を生じる。よって、グラフでは、原点から酸化銅の質量が 4.0 g のところまでは生じる銅が比例して増加し、それ以上は酸化銅の質量を増やしても、生じる銅の質量は変わらない。

## 【過去問 19】

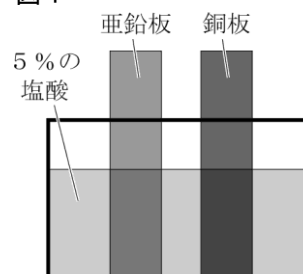
太郎さんと花子さんの所属する科学部では、塩酸を使って、次の実験を行った。これらをもとに、以下の各問に答えなさい。ただし、塩酸の濃度は質量パーセント濃度を表すものとする。

(石川県 2020 年度)

〔実験Ⅰ〕 岩石A、Bは、石灰岩、チャートのいずれかである。岩石A、Bにそれぞれ、5%の塩酸をスポイトで3滴かけたところ、岩石Aのみ気体が発生した。

〔実験Ⅱ〕 図1のように、5%の塩酸が入った水そうに亜鉛板と銅板を入れたところ、塩酸の中の亜鉛板の表面では気体が発生したが、銅板の表面では気体が発生しなかった。

図1



問1 塩酸の溶質は何か、名称を書きなさい。

問2 5%の塩酸50gに水を加えて2%の塩酸をつくった。このとき、加えた水の質量は何gか、求めなさい。

問3 実験Ⅰについて、岩石Aについて述べたものはどれか、次のア～エから最も適切なものを1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア 岩石Aは、石灰岩で、炭酸カルシウムが多く含まれている。
- イ 岩石Aは、石灰岩で、鉄くぎで表面に傷をつけることができないくらいかたい。
- ウ 岩石Aは、チャートで、炭酸カルシウムが多く含まれている。
- エ 岩石Aは、チャートで、鉄くぎで表面に傷をつけることができないくらいかたい。

問4 実験Ⅱについて、次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 次の文は、この実験について書かれたものである。文中の①、②にあてはまる内容の組み合わせを、下のア～エから1つ選び、その符号を書きなさい。

塩酸と亜鉛との化学反応は、熱を( ① )反応であり、反応後の物質がもつ化学エネルギーは、反応前の物質がもつ化学エネルギーより( ② )。

- |             |       |             |       |
|-------------|-------|-------------|-------|
| ア ①：周囲からうばう | ②：大きい | イ ①：周囲からうばう | ②：小さい |
| ウ ①：周囲に与える  | ②：大きい | エ ①：周囲に与える  | ②：小さい |

- (2) 太郎さんは、反応のようすを観察していたところ、図2のように液面を境に亜鉛板も銅板も左にずれて見えることに気づいた。図3は、太郎さんが点Xの位置から水そうの中の銅板を見たとき、銅板の点Yが点Y'に見えたことを説明するための図である。点Yで反射した光が点Xに届くまでの光の道すじを、解答用紙の図にかき入れなさい。なお、は、銅板の見かけの位置を表している。また、水そうのガラスの厚さは考えないものとする。

図2

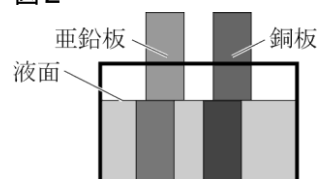
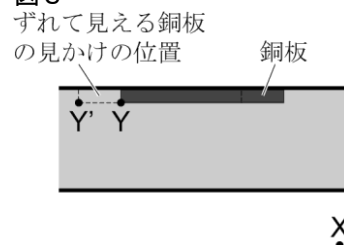
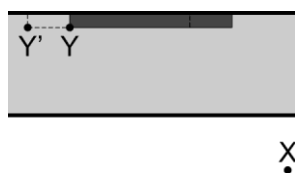


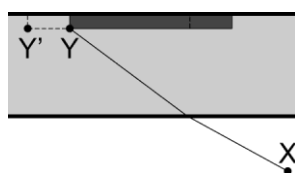
図3



|    |     |
|----|-----|
| 問1 |     |
| 問2 | g   |
| 問3 |     |
| 問4 | (1) |
|    | (2) |

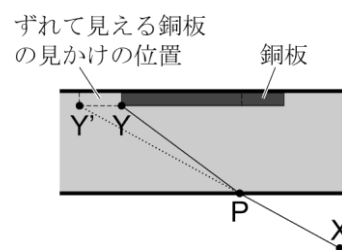


|    |       |
|----|-------|
| 問1 | 塩化水素  |
| 問2 | 75 g  |
| 問3 | ア     |
| 問4 | (1) エ |
|    | (2)   |



- 問2 質量パーセント濃度5%の塩酸 50 gに含まれる塩化水素は、 $50 \times \frac{5}{100} = 2.5$  [g] である。2.5 gの塩化水素がとけている2%の塩酸の質量を  $x$  g とすると、 $\frac{2.5 \text{ [g]}}{x \text{ [g]}} \times 100 = 2$  [%] より、 $x = 125$  [g] となる。よって、 $125 - 50 = 75$  [g] の水を加えればよい。
- 問3 石灰岩は、生物の死がいなどが堆積してできた岩石で、炭酸カルシウムを多く含んでおり、塩酸をかけると二酸化炭素が発生する。チャートも生物の死がいなどからなる岩石だが、石灰岩よりもかたく、傷つきにくい。
- 問4 (1) 塩酸と亜鉛の反応は、発熱反応である。このとき、もともと物質がもっていた化学エネルギーの一部が熱となって失われるので、反応後の方が反応前より物質がもつ化学エネルギーは小さい。

- (2) 右の図のように、まずXとY'を直線(点線)で結び、水そうと空気の境界と、この直線が交わる点をPとする。このPとYを結んだ直線が解答となる。これは、Yから出た光が、Pで屈折し、Xに届いたために、XからはY'の位置にYがあるように見えることを示している。



## 【過去問 20】

物質を加熱して起こる化学変化について調べるために、次の実験を行った。□は実験の結果をまとめた文章である。問1～問5に答えなさい。

(山梨県 2020 年度)

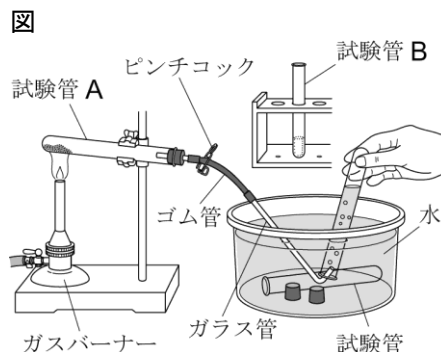
〔実験〕 ① 試験管A、Bを用意し、試験管Aには酸化銅とよく乾燥させた炭素粉末の混合物、試験管Bには炭酸水素ナトリウムを入れた。

② 図のような装置で、試験管A、Bをそれぞれ加熱し、発生した気体を別の試験管に2本ずつ集めた。

③ 試験管Aから発生した気体を集めた2本の試験管のうち、はじめに気体を集めた試験管は使用せず、2本目の試験管に石灰水を入れてよく振った。また、試験管Bについても同様の操作を行った。

④ 加熱後の試験管Aの中に残った固体をろ紙の上にとり出して色を確認し、乳棒でこすった。

⑤ 加熱後の試験管Bの内側にできた液体を、塩化コバルト紙につけた。また、試験管Bの中に残った固体を水に溶かし、フェノールフタレイン液を入れた。



〔実験〕の③では、試験管A、Bから発生した気体を集めた試験管は、どちらも石灰水が白くにごった。

〔実験〕の④では、残った固体の色は赤く、こすると光沢がみられた。〔実験〕の⑤では、塩化コバルト紙の色は□a□，残った固体は水に□b□。また、フェノールフタレイン液を入れた水溶液の色は□c□。

問1 〔実験〕の②で、試験管Aから気体を集めた後の操作は、どのような順で行えばよいか。次のア～ウを最も適当な順に並べて、記号で書きなさい。

- ア ゴム管をピンチコックで閉じる。      イ ガスバーナーを試験管Aから遠ざけてから火を消す。  
ウ ガラス管を水の中からとり出す。

問2 次の文は、〔実験〕の③の下線部の理由について述べたものである。□に入る適当な言葉を書きなさい。

理由：はじめに出てくる気体には、□ ふくまれるため。

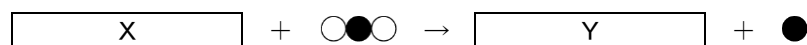
問3 □の文章について、□a□～□c□に当てはまる言葉の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～カから一つ選び、その記号を書きなさい。

- |   |          |           |           |
|---|----------|-----------|-----------|
| ア | ① 赤く変化した | ② 溶けやすかった | ③ 赤く変化した  |
| イ | ① 赤く変化した | ② 溶けにくかった | ③ 青く変化した  |
| ウ | ① 赤く変化した | ② 溶けやすかった | ③ 変化しなかった |
| エ | ① 青く変化した | ② 溶けにくかった | ③ 赤く変化した  |
| オ | ① 青く変化した | ② 溶けやすかった | ③ 青く変化した  |
| カ | ① 青く変化した | ② 溶けにくかった | ③ 変化しなかった |

問4 [実験]の結果から、試験管Aを加熱すると酸化と還元が起こったと考えられる。次の文は、加熱によって起こった酸化と還元の様子について述べたものである。酸化と還元によってできる二つの物質名と、「酸化されて」、「還元されて」という二つの語句を使って、に入る適当な言葉を書きなさい。

試験管Aを加熱することで、に変化した。

問5 二酸化炭素中でマグネシウムを燃焼させても酸化と還元が起こる。この化学変化では、マグネシウムと二酸化炭素が反応することで、酸化マグネシウムと炭素ができる。次の式は、この化学変化を原子のモデルで表そうとしたものである。このとき、マグネシウム原子を◎，酸素原子を○，炭素原子を●のモデルで表すと、どのようになるか。XとYに当てはまるモデルをそれぞれかきなさい。ただし、酸化マグネシウムの化学式はMgOであり、反応の前後で原子の種類と数は変わらないものとする。



|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 問1 |   | → | → |
| 問2 |   |   |   |
| 問3 |   |   |   |
| 問4 |   |   |   |
| 問5 | X |   |   |
|    | Y |   |   |

|    |   |                           |
|----|---|---------------------------|
| 問1 |   | ウ → イ → ア                 |
| 問2 | 例 | 試験管Aの中に入っていた空気が多く         |
| 問3 |   | ア                         |
| 問4 | 例 | 炭素が酸化されて二酸化炭素に、酸化銅が還元されて銅 |
| 問5 | X | ◎ ◎                       |
|    | Y | ○○ ○○                     |

問3 炭酸水素ナトリウム ( $\text{NaHCO}_3$ ) を加熱すると、炭酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )、二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) に分解 (熱分解) する。したがって、この実験で加熱後に試験管 **A**に残った固体は炭酸ナトリウム、試験管 **B**の内側にできた液体は水である。水は、青色の塩化コバルト紙を赤色 (桃色) に変える。炭酸ナトリウムは水にとけやすく、水溶液はアルカリ性を示す物質である。

問5 この化学変化を化学反応式で表すと、 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$  となる。

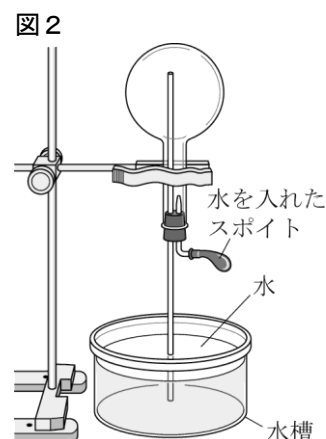
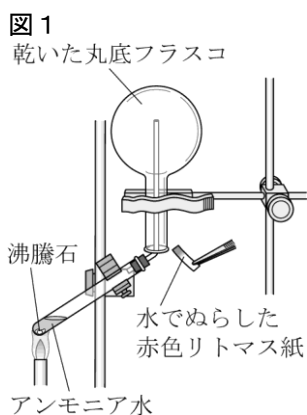


## 【過去問 21】

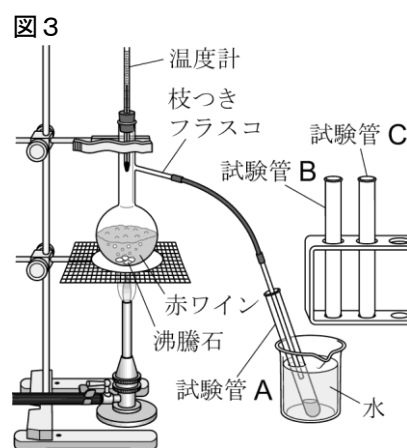
混合物を分ける実験 1, 2 を行った。問 1～問 8 に答えなさい。

(岐阜県 2020 年度)

〔実験 1〕 図 1 のように、試験管にアンモニア水約 10cm<sup>3</sup> と沸騰石を入れ、弱火で熱して出てきた気体を乾いた丸底フラスコに集めた。このとき、丸底フラスコの口のところに、水でぬらした赤色リトマス紙を近づけると青くなった。次に、気体を集めた丸底フラスコを用いて図 2 のような装置を作り、スポイトの中には水を入れた。スポイトを押して丸底フラスコの中に水を入れると、水槽の水が吸い上げられ、噴水が見られた。



〔実験 2〕 図 3 のような装置を作り、枝つきフラスコにエタノールの濃度が 10% の赤ワイン 30cm<sup>3</sup> と沸騰石を入れ、弱火で熱し、出てきた液体を約 2cm<sup>3</sup> ずつ試験管 A, B, C の順に集めた。次に、A～C の液体をそれぞれ蒸発皿に移し、マッチの火をつけると、A, B の液体は燃えたが、C の液体は燃えなかった。



問 1 実験 1 で、水でぬらした赤色リトマス紙を青色に変化させた気体は何か。化学式で書きなさい。

問 2 次の  の (1), (2) に当てはまる正しい組み合わせを、ア～エから 1 つ選び、符号で書きなさい。

実験 1 で集めた気体は、空気より密度が  (1), 水に  (2) 性質をもつため、上方置換法で集める必要がある。

ア (1) 大きく (2) 溶けにくい

イ (1) 大きく (2) 溶けやすい

ウ (1) 小さく (2) 溶けにくい

エ (1) 小さく (2) 溶けやすい

問 3 実験 1 で、図 2 の水槽の水に BTB 溶液を加えて実験を行うと、噴水は何色になるか。ア～オから最も適切なものを 1 つ選び、符号で書きなさい。

ア 無色

イ 赤色

ウ 青色

エ 黄色

オ 緑色

問 4 実験 1 と同じ気体を発生させるには、塩化アンモニウムと何を反応させればよいか。ア～オから 2 つ選び、符号で書きなさい。

ア 水酸化カルシウム

イ 二酸化マンガン

ウ 水酸化バリウム

エ 酸化鉄

オ 塩酸

問 5 図 3 で、温度計の球部を、枝つきフラスコの枝のつけ根の高さにした理由を、簡潔に説明しなさい。

問6 実験2で、A、Cの液体の密度の説明として最も適切なものを、ア～ウから1つ選び、符号で書きなさい。

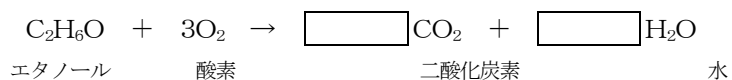
ただし、エタノールの密度を  $0.79 \text{ g/cm}^3$ 、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

ア Aの液体よりCの液体の方が密度は大きい。

イ Aの液体よりCの液体の方が密度は小さい。

ウ Aの液体とCの液体の密度は同じである。

問7 実験2で、エタノール ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) が燃えたときの化学変化を化学反応式で表すと、次のようになる。それぞれの  に当てはまる整数を書き、化学反応式を完成させなさい。ただし、同じ数字とは限らない。



問8 アンモニア水や赤ワインのように、いくつかの物質が混じり合った物を混合物という。ア～オから混合物を全て選び、符号で書きなさい。

ア 炭酸水素ナトリウム      イ 食塩水      ウ ブドウ糖      エ 塩酸      オ みりん

|    |                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 問1 |                                                                                           |
| 問2 |                                                                                           |
| 問3 |                                                                                           |
| 問4 |                                                                                           |
| 問5 |                                                                                           |
| 問6 |                                                                                           |
| 問7 | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |
| 問8 |                                                                                           |

|    |                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 問1 | $\text{NH}_3$                                                                                 |
| 問2 | エ                                                                                             |
| 問3 | ウ                                                                                             |
| 問4 | ア                  ウ                                                                          |
| 問5 | 出てくる蒸気（「出てくる気体」も可。）の温度を測るため。                                                                  |
| 問6 | ア                                                                                             |
| 問7 | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ |
| 問8 | イ, エ, オ                                                                                       |

問1 アンモニア水を加熱すると、アンモニアの気体が発生する。アンモニアの気体は水に溶けるとアルカリ性を示し、赤色リトマス紙を青色に変化させる。

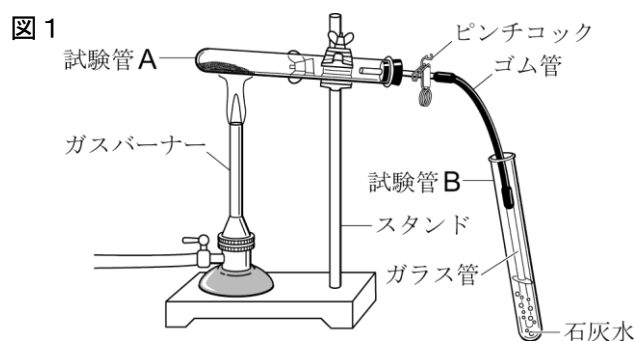
問2 空気より密度が小さく水に溶けやすい気体は、上方置換法で集める。

- 問4 水酸化ナトリウム，水酸化カルシウム，水酸化バリウムなどの物質は，塩化アンモニウムと反応するとアンモニアの気体が発生する。
- 問6 エタノールの沸点は水の沸点よりも低いため，赤ワインが沸騰したとき，はじめに出てくる気体はエタノールを多く含んでいるが，加熱を続けると水蒸気を多く含む気体になる。したがって，はじめに出てきた気体を冷やして得られた**A**の液体よりも，後から出てきた気体を冷やして得られた**C**の液体の方が水を多く含むため，密度は大きくなる。
- 問7 化学反応式の左側でエタノールに含まれる炭素原子の数は2，水素原子の数は6となっている。化学反応式の右側では左側と原子の数が等しくなるので，炭素原子の数が1の二酸化炭素分子の数を2，水素原子の数が2の水分子の数を3にする。

## 【過去問 22】

酸化銅の反応について調べるため、次の〔実験〕を行った。

- 〔実験〕① 黒色の酸化銅 2.40 g に、乾燥した黒色の炭素粉末 0.12 g を加え、よく混ぜてから試験管 A に全てを入れた。
- ② 図 1 のような装置をつくり、①の試験管 A をスタンドに固定した後、ガスバーナーで十分に加熱して気体を発生させ、試験管 B の石灰水に通した。
- ③ 気体が発生しなくなったら、ガラス管を試験管 B から取り出し、その後、ガスバーナーの火を消してから、空気が試験管 A に入らないようにピンチコックでゴム管をとめた。
- ④ その後、試験管 A を室温になるまで冷やしてから、試験管 A の中に残った物質の質量を測定した。
- ⑤ 次に、酸化銅の質量は 2.40 g のままにして、炭素粉末の質量を 0.15 g, 0.18 g, 0.21 g, 0.24 g, 0.27 g, 0.30 g に変えて、①から④までと同じことを行った。



〔実験〕の②では、石灰水が白く濁った。

また、〔実験〕の⑤で、加えた炭素粉末が 0.15 g, 0.18 g, 0.21 g, 0.24 g, 0.27 g, 0.30 g のいずれかのとき、酸化銅と炭素がそれぞれ全て反応し、気体と赤色の物質だけが生じた。この赤色の物質を葉さじで強くこすると、金属光沢が見られた。

表は、〔実験〕の結果をまとめたものである。ただし、反応後の試験管 A の中にある気体の質量は無視できるものとする。

表

|                          |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 酸化銅の質量 [g]               | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 |
| 加えた炭素粉末の質量 [g]           | 0.12 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| 反応後の試験管 A の中にある物質の質量 [g] | 2.08 | 2.00 | 1.92 | 1.95 | 1.98 | 2.01 | 2.04 |

次の問 1 から問 4 に答えなさい。

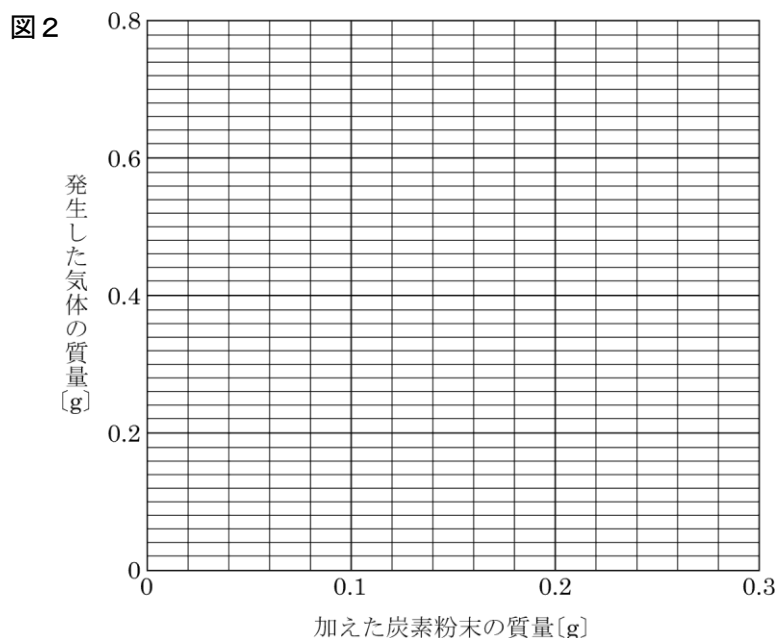
(愛知県 2020 年度 A)

問1 〔実験〕で起こった化学変化について説明した文として最も適当なものを、次のアからエまでの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

- ア 酸化銅は酸化され、同時に炭素も酸化された。
- イ 酸化銅は還元され、同時に炭素も還元された。
- ウ 酸化銅は酸化され、同時に炭素は還元された。
- エ 酸化銅は還元され、同時に炭素は酸化された。

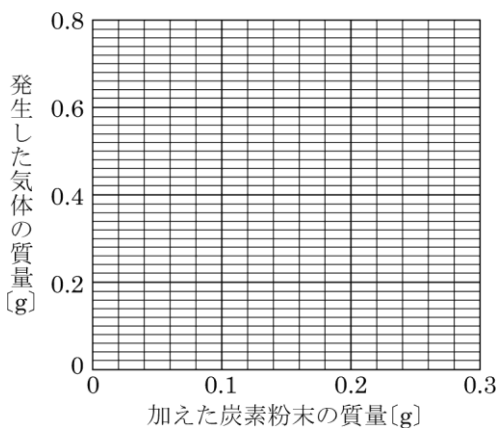
問2 〔実験〕では、黒色の酸化銅と黒色の炭素粉末が反応して、気体と赤色の物質が生じた。このときの化学変化を表す化学反応式を書きなさい。

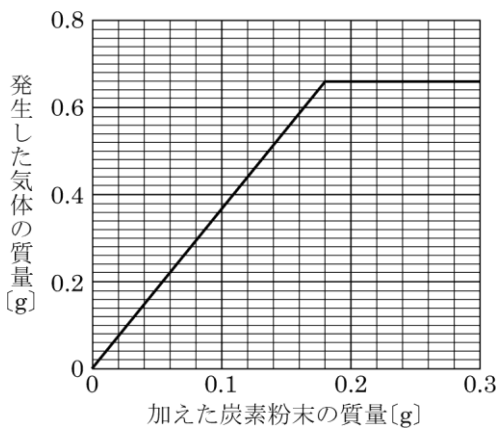
問3 酸化銅の質量を 2.40 g のままにして、加える炭素粉末の質量を 0 g から 0.30 g までの間でさまざまに変えて、〔実験〕と同じことを行なったとき、加えた炭素粉末の質量と発生した気体の質量との関係はどのようなになるか。横軸に加えた炭素粉末の質量を、縦軸に発生した気体の質量をとり、その関係を表すグラフを解答欄の図2に書きなさい。



問4 酸化銅の質量を 3.60 g、加える炭素粉末の質量を 0.21 g に変えて、〔実験〕と同じことを行なった。このとき、気体と赤色の物質が生じたほか、黒色の物質が一部反応せずに残っていた。反応後の試験管中の赤色の物質と黒色の物質はそれぞれ何 g か。次のアからシまでの中から、それぞれ最も適当なものを選んで、そのかな符号を書きなさい。

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| ア 0.69 g | イ 0.80 g | ウ 0.99 g | エ 1.20 g |
| オ 1.36 g | カ 1.52 g | キ 1.65 g | ク 1.76 g |
| ケ 2.00 g | コ 2.24 g | サ 2.40 g | シ 2.88 g |

|     |                                                                                              |       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 問 1 |                                                                                              |       |
| 問 2 | →                                                                                            |       |
| 問 3 | <p>図 2</p>  |       |
| 問 4 | 赤色の物質                                                                                        | 黒色の物質 |
|     |                                                                                              |       |

|     |                                                                                                |       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 問 1 | Ⅱ                                                                                              |       |
| 問 2 | $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$                                  |       |
| 問 3 | <p>図 2</p>  |       |
| 問 4 | 赤色の物質                                                                                          | 黒色の物質 |
|     | コ                                                                                              | イ     |

問 1 酸化とは、物質が酸素と化合することで、還元とは物質から酸素が離れる化学反応をいう。

問 2 化学反応後により生じた赤色の物質は銅、気体は二酸化炭素である。よって、酸化銅 ( $\text{CuO}$ ) と炭素 ( $\text{C}$ ) の粉末が反応して、銅 ( $\text{Cu}$ ) と二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) が生じる化学反応を化学反応式で表すと、 $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$  となり、矢印の左右で原子の数を合わせて、 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$  となる。

問 3 発生した気体の質量は、(酸化銅の質量+加えた炭素粉末の質量)－反応後の試験管 A の中にある物質の質量で求めることができる。

問 4 問 3 のグラフから、酸化銅 2.40 g と炭素 0.18 g が過不足なく反応し、そのとき生じる銅の質量は 1.92 g だと

わかる。よって、酸化銅 3.60 g と過不足なく反応する炭素の質量は、 $0.18 \times \frac{3.60}{2.40} = 0.27$  g となるが、過不足なく反応するには炭素粉末の質量が足りていないので、反応せずに残った黒色の物質は酸化銅である。次に、炭素 0.21 g と過不足なく反応する酸化銅の質量を求めると、

$2.40 \times \frac{0.21}{0.18} = 2.80$  g なので、 $3.60 - 2.80 = 0.80$  [g] の酸化銅（黒色の物質）が残ることがわかる。また、2.40 g の酸化銅は還元すると 1.92 g の銅を生じるので、2.80 g の酸化銅では、

$2.80 \times \frac{1.92}{2.40} = 2.24$  [g] の銅が生じる。

## 【過去問 23】

次の文は、マグネシウムをガスバーナーで加熱した実験を振り返ったときの、やすおさんと先生の会話文と、その後、やすおさんが疑問に思ったことを別の実験で確かめ、ノートにまとめたものである。これらを読んで、あとの各問いに答えなさい。

(三重県 2020 年度)

## ① 【やすおさんと先生の会話】

先生： マグネシウムをガスバーナーで加熱すると、どのような化学変化が起きましたか。

やすお： 加熱した部分から燃焼が始まり、加熱をやめても燃焼し続けました。マグネシウムがあんなに激しく反応するとは予想していなかったので驚きました。

先生： そうでしたね。では、燃焼した後の物質のようすはどうでしたか。

やすお： 燃焼後は、マグネシウムが白い物質になりました。マグネシウムが空気中の酸素と結びついたと考え、白い物質は酸化マグネシウムだと思います。

先生： そのとおりです。ほかに調べてみたいことはありますか。

やすお： マグネシウムが空気中の酸素と結びついたということから、燃焼前のマグネシウムと燃焼後の酸化マグネシウムの質量を比べると、結びついた酸素の分だけ質量が増加していると思います。マグネシウムが酸化マグネシウムに化学変化するときの、マグネシウムと酸素の質量の比について、実験で調べてみたいです。

また、マグネシウムは空気中で燃焼し続けましたが、二酸化炭素で満たした集気びんに、燃焼しているマグネシウムを入れるとどのようなになるのか、実験で調べてみたいです。

② やすおさんは、マグネシウムが酸化マグネシウムに化学変化するときの、マグネシウムと酸素の質量の比について調べる実験を行い、次のようにノートにまとめた。

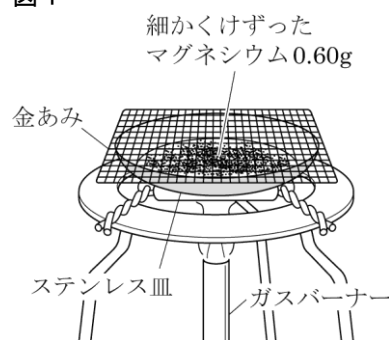
## 【やすおさんのノートの一部】

〈課題〉 マグネシウムが酸化マグネシウムに化学変化するときの、マグネシウムと酸素の質量の比はどのようなのだろうか。

〈方法〉 図1のように、細かくけずったマグネシウム 0.60 g をステンレス皿全体にうすく広げ、加熱したときにマグネシウムが飛び散るのを防ぐために、ステンレス皿に金あみでふたをして、ガスバーナーで一定時間加熱した。加熱後、ステンレス皿全体をよく冷ましてから、加熱後の物質の質量を測定した。

測定後、ステンレス皿の中の物質をよくかき混ぜてからふたたび加熱し、冷ましてから質量を測定する操作を、質量が増えることなく一定になるまでくり返した。加熱後の物質の質量は、加熱後の金あみをふくめた皿全体の質量から、金あみと皿の質量を引いて求めた。

図 1





〈結果〉 加熱回数ごとの加熱後の物質の質量は、次の表のようになった。

表

| 加熱回数         | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 | 4 回目 | 5 回目 | 6 回目 | 7 回目 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 加熱後の物質の質量(g) | 0.86 | 0.88 | 0.94 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

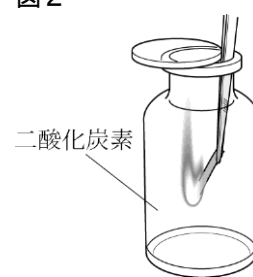
③ やすおさんは、二酸化炭素で満たした集気びんの中に燃焼しているマグネシウムを入れるとどのようになるのか実験で調べ、次のようにノートにまとめた。

【やすおさんのノートの一部】

〈課題〉 二酸化炭素で満たした集気びんの中でもマグネシウムは燃焼し続けるのだろうか。

〈方法〉 空気中でマグネシウムをガスバーナーで加熱し、燃焼しているマグネシウムを、図2のように、二酸化炭素で満たした集気びんに入れた。

図2



〈結果〉 二酸化炭素で満たした集気びんの中でも、マグネシウムは燃焼し続けた。燃焼後、集気びんの中には、酸化マグネシウムと同じような白い物質のほか、黒い物質もできていた。

問1 ①について、次の(a), (b)の各問いに答えなさい。

- (a) マグネシウムを空気中で加熱したときに起きた化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか、書きなさい。  
ただし、できた酸化マグネシウムは、マグネシウムと酸素の原子が1 : 1の割合で結びついたものとする。
- (b) 次の文は、燃焼について説明したものである。文中の( A ), ( B )に入る最も適当な言葉は何か、それぞれ漢字で書きなさい。

燃焼とは、( A )や( B )を出して、激しく酸化する化学変化のことである。

問2 ②について、次の(a), (b)の各問いに答えなさい。

- (a) マグネシウムと酸素が結びついて酸化マグネシウムができるとき、マグネシウムと酸素の質量の比はどうか、最も簡単な整数の比で表しなさい。
- (b) マグネシウムの加熱回数が1回目のとき、加熱後の物質にふくまれる酸化マグネシウムは何gか、求めなさい。

問3 ③について、次の(a), (b)の各問いに答えなさい。

- (a) 二酸化炭素で満たした集気びんの中で、マグネシウムが燃焼したときにできる黒い物質は何か、その名称を漢字で書きなさい。
- (b) 二酸化炭素で満たした集気びんの中で、マグネシウムが燃焼したときに、二酸化炭素に起きる化学変化を何というか、書きなさい。

|     |     |                 |  |   |  |
|-----|-----|-----------------|--|---|--|
| 問 1 | (a) |                 |  |   |  |
|     | (b) | A               |  | B |  |
| 問 2 | (a) | マグネシウム : 酸素 = : |  |   |  |
|     | (b) | g               |  |   |  |
| 問 3 | (a) |                 |  |   |  |
|     | (b) |                 |  |   |  |

|     |     |                                                   |   |   |   |
|-----|-----|---------------------------------------------------|---|---|---|
| 問 1 | (a) | $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ |   |   |   |
|     | (b) | A                                                 | 熱 | B | 光 |
| 問 2 | (a) | マグネシウム : 酸素 = 3 : 2                               |   |   |   |
|     | (b) | 0.65 g                                            |   |   |   |
| 問 3 | (a) | 炭素                                                |   |   |   |
|     | (b) | 還元                                                |   |   |   |

- 問 2 (a) 表より, 加熱して 5 回目以降は質量が変化しなくなったので, 0.60 g のマグネシウムが全て反応して, 1.00 g の酸化マグネシウムが生成したと考えられる。このときマグネシウムと結合した酸素は, 増加した分の  $1.00 - 0.60 = 0.40$  [g] であるから, 質量の比は,  $0.60 : 0.40 = 3 : 2$  である。
- (b) 1 回目に増加した質量は, 0.26 g であり, これは 0.60 g のマグネシウムの一部と結合した酸素の質量である。また, (a) より, 酸素と結合したマグネシウムの質量は, 酸素の質量の  $\frac{3}{2}$  倍であることがわかる。したがって, 結合したマグネシウムは  $0.26 \times \frac{3}{2} = 0.39$  g となり, 酸化マグネシウムの質量は, これらの合計である  $0.39 + 0.26 = 0.65$  [g] となる。
- 問 3 マグネシウムは酸化されやすく, 二酸化炭素に結合していた酸素を奪って反応し, 酸化マグネシウムが生成する。このとき, 二酸化炭素は還元されて, 単体の炭素ができる。

## 【過去問 24】

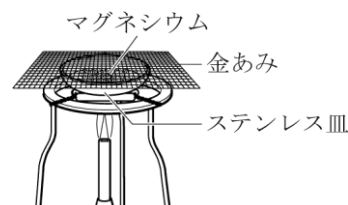
次の〈実験〉に関して、問1～問3に答えよ。ただし、〈実験〉においてステンレス皿と金あみは加熱の前後で他の金属や空気と反応したり、質量が変化したりしないものとする。また、ステンレス皿上の物質は加熱時に金あみから外へ出ることはないものとする。

(京都府 2020 年度)

## 〈実験〉

操作① ステンレス皿と金あみの質量を測定する。また、マグネシウム 0.3 g をはかりとってステンレス皿にのせる。

操作② ステンレス皿の上に金あみをのせ、右の図のように2分間加熱する。



操作③ ステンレス皿が冷めてから、金あみをのせたままステンレス皿の質量をはかり、ステンレス皿上の物質の質量を求める。

操作④ ステンレス皿上の物質をよくかき混ぜて再び2分間加熱し、冷めた後にステンレス皿上の物質の質量を求める。これを質量が変化しなくなるまでくり返し、変化がなくなったときの質量を記録する。

操作⑤ ステンレス皿にのせるマグネシウムの質量を変えて、操作②～④を行う。

## 【結果】

|                                        |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 加熱前のステンレス皿上のマグネシウムの質量[g]               | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 1.5 |
| 加熱をくり返して質量の変化がなくなったときのステンレス皿上の物質の質量[g] | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |

問1 〈実験〉においてマグネシウムと化合した物質は、原子が結びついてできた分子からできている。次の(ア)～(オ)のうち、分子であるものをすべて選べ。

(ア)  $\text{H}_2\text{O}$       (イ)  $\text{Cu}$       (ウ)  $\text{NaCl}$       (エ)  $\text{N}_2$       (オ)  $\text{NH}_3$

問2 【結果】から考えて、加熱をくり返して質量の変化がなくなったときの物質が7.0 g得られるとき、マグネシウムと化合する物質は何 g になるか求めよ。

問3 マグネシウム 2.1 g と銅の混合物を用意し、ステンレス皿にのせて操作②～④と同様の操作を行った。このとき、加熱をくり返して質量の変化がなくなったときの混合物が5.5 g得られたとすると、最初に用意した混合物中の銅は何 g か求めよ。ただし、銅だけを加熱すると、加熱前の銅と加熱をくり返して質量の変化がなくなったときの物質との質量比は4 : 5になるものとする。また、金属どうしが反応することはないものとする。

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 問1 | ア      イ      ウ      エ      オ |
| 問2 | g                             |
| 問3 | g                             |

|    |                 |
|----|-----------------|
| 問1 | ア      エ      オ |
| 問2 | 2.8 g           |
| 問3 | 1.6 g           |

問1 (ウ)の塩化ナトリウムは、分子をつくらない化合物である。

問2 マグネシウムを加熱すると、空気中の酸素と化合して酸化マグネシウムができる。【結果】より、マグネシウムと化合する酸素の質量の比は、 $0.3 : (0.5 - 0.3) = 3 : 2$ なので、加熱して酸化マグネシウムが7.0 gできるとき、化合した酸素の質量は、 $7.0 \times \frac{2}{3+2} = 2.8$  [g] となる。

問3 【結果】より、マグネシウム2.1 gを加熱してできる酸化マグネシウムの質量は、

$2.1 \times \frac{2}{3+2} = 3.5$  [g] なので、加熱後の混合物中に含まれる銅を加熱してできる酸化銅の質量は、

$5.5 - 3.5 = 2.0$  [g] である。また、銅と酸化銅の質量比は4 : 5なので、加熱前の混合物中の銅の質量は、

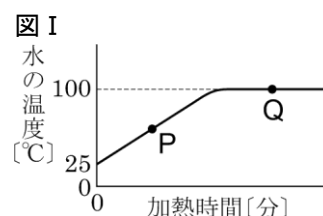
$2.0 \times \frac{4}{5} = 1.6$  [g] となる。

## 【過去問 25】

身近な液体の性質に興味をもったCさんは、水とエタノールについて調べた。また、Y先生と一緒に水とエタノールの混合溶液からエタノールを分ける実験を行い、蒸留について考察した。次の問いに答えなさい。

(大阪府 2020 年度)

問1 図Iは、25℃の水を加熱したときの、加熱時間と水の温度との関係を表したグラフであり、P、Qはグラフ上の点である。



- (1) Pにおける水の状態は何か。次のア～ウのうち、最も適しているものを一つ選び、記号を○で囲みなさい。

ア 固体                      イ 液体                      ウ 気体

- (2) 次の文中の① [     ], ② [     ] から適切なものをそれぞれ一つずつ選び、記号を○で囲みなさい。

水が純粋な物質であることは、① [ア Pの前後で温度が変化している    イ Qの前後で温度が変化していない] ことから分かる。また、水のような、2種類以上の原子からなる物質は② [ウ 単体    エ 化合物] と呼ばれている。

問2 空気中でエタノールが燃焼すると、水と二酸化炭素が生じる。

- (1) 次のア～エのうち、反応で生じる液体が水であることを確認するために用いるものとして最も適しているものはどれか。一つ選び、記号を○で囲みなさい。

ア pH 試験紙              イ 青色リトマス紙              ウ 赤色リトマス紙              エ 塩化コバルト紙

- (2) 次の文中の [ ① ] に入れるのに最も適しているものを、あとのア～エから一つ選び、記号を○で囲みなさい。

エタノールが燃焼すると二酸化炭素が生じるのは、エタノールが [ ① ] を含んでいるためである。このような [ ① ] を含む物質は有機物と呼ばれている。

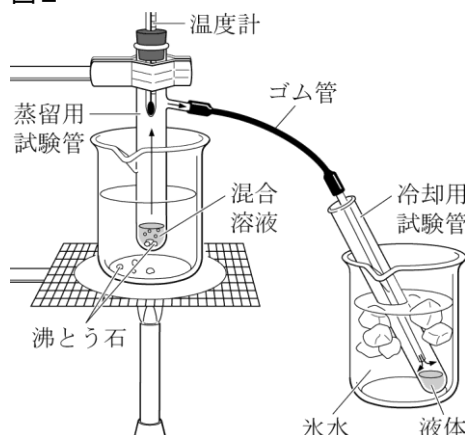
ア 水素原子              イ 炭素原子              ウ 窒素原子              エ 酸素原子

- (3) 2.3 g のエタノールを完全に燃焼させると、二酸化炭素が 4.4 g、水が 2.7 g 生じる。この化学変化では、何 g の酸素がエタノールと反応すると考えられるか、求めなさい。

【実験】エタノール（沸点  $78^{\circ}\text{C}$ ） $8\text{cm}^3$ をはかりとり、水を加えて  $20\text{cm}^3$ とした混合溶液をつくり、図Ⅱのような装置で実験を行った。

- ・混合溶液  $10\text{cm}^3$ をはかりとり、蒸留用試験管で沸とうさせた。発生した蒸気は、ゴム管を通して冷却用試験管に移り、氷水で冷やされて液体になった。図Ⅱ中の矢印は蒸気の流れを表している。冷却用試験管を3本用意し、液体が  $2\text{cm}^3$ 集まるごとに素早く交換した。集めた順に液体(i), (ii), (iii)とし、それぞれの液体を集め始めたときの温度計の値を記録した。
- ・液体(i)～(iii)と蒸留前の混合溶液をそれぞれ  $1\text{cm}^3$ ずつはかりとり、蒸発皿に移してマッチの火を近づけた。

図Ⅱ



表Ⅰは、これらの結果をまとめたものである。

表Ⅰ

|               | 液体(i)                  | 液体(ii)                 | 液体(iii)                | 蒸留前の混合溶液 |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 液体を集め始めたときの温度 | $79.0^{\circ}\text{C}$ | $82.5^{\circ}\text{C}$ | $89.5^{\circ}\text{C}$ |          |
| 火を近づけたときの様子   | 長い間燃えた                 | 小さな炎で短い間燃えた            | 燃えなかった                 | 燃えなかった   |

### 【CさんとY先生の会話】

Cさん：表Ⅰから、液体(i)中のエタノールの割合は、蒸留前の混合溶液中のエタノールの割合よりも①〔ア 大きく イ 小さく〕なったことが分かりました。また、液体(i)～(iii)を比べると、液体を集め始めたときの温度が②〔ウ 高い エ 低い〕液体の方が、エタノールをより多く含んでいたことも分かりました。これは、水とエタノールで沸点が異なることが影響しているのでしょうか。

Y先生：その通りです。実験では、水の沸点よりも低い温度で混合溶液の沸とうが始まり、先に発生していた蒸気ほど、水よりも沸点の低いエタノールを多く含んでいたと考えられます。

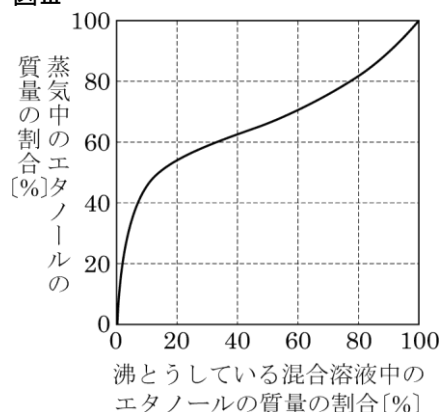
Cさん：多く含んでいたということは、蒸気になっていたのはエタノールだけではなかったのですね。

Y先生：はい。混合溶液が沸とうすると、水とエタノールは同時に蒸気になります。このとき、沸とうしている混合溶液中のエタノールの質量の割合と、蒸気中のエタノールの質量の割合の関係は、図Ⅲのようになることが知られています。

Cさん：では、例えば沸とうしている混合溶液中のエタノールの質量の割合が60%のとき、蒸気中のエタノールの質量の割合は約70%になるのですね。

Y先生：その通りです。次に、その蒸気を氷水で十分に冷却すると、エタノールの質量の割合が70%の液体に変化します。これは、エタノールの蒸気も水の蒸気もすべて液体になるためです。

図Ⅲ



問3 上の文中の①〔 〕, ②〔 〕から適切なものをそれぞれ一つずつ選び、記号を○で囲みなさい。

問4 液体(i)  $1.0\text{cm}^3$ をはかりとり、質量を測定したところ、 $0.88\text{g}$ であった。このとき、液体(i)中のエタノールの質量の割合は何%か。エタノールの密度を  $0.80\text{g}/\text{cm}^3$ 、水の密度を  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ として求めなさい。答えは小数第1位を四捨五入して**整数**で書きなさい。ただし、水とエタノールの混合溶液の体積は、混合前の水とエタノールの体積の和と等しいものとする。

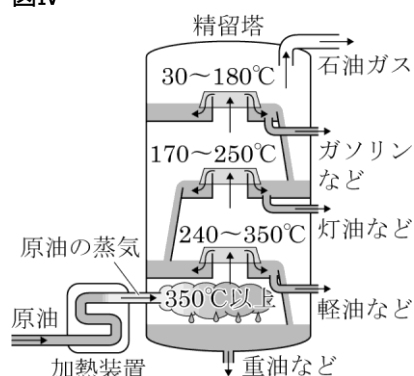
問5 水とエタノールの混合溶液を蒸留し、得られた液体をさらに蒸留することを考える。はじめの混合溶液中のエタノールの質量の割合が10%であるとき、2回の蒸留の後に得られる液体中のエタノールの質量の割合はおよそ何%になると考えられるか。次のア～エのうち、最も適しているものを一つ選び、記号を○で囲みなさい。ただし、それぞれの蒸留において、沸とうしている液体中のエタノールの質量の割合は蒸留中に変化しないものとし、冷却は氷水で十分に行われるものとする。

ア 5%                      イ 50%                      ウ 65%                      エ 90%

問6 蒸留を利用している例として、原油を石油ガスやガソリンなどの物質に分ける精留塔(蒸留塔)がある。図Ⅳは、複数の段からなる精留塔の模式図であり、図Ⅳ中に示した温度は、それぞれの段の温度を表している。次の文中の□に入れるのに適している内容を、「沸点」の語を用いて簡潔に書きなさい。

加熱装置で十分高温にした原油の蒸気は、精留塔に入ると徐々に冷却され、蒸気から液体になる温度が高い物質が下方の段で液体として得られる。液体にならなかった物質は蒸気のままだまり、より温度の低い上方の段に上がる。このため、□物質が上方の段で得られる。

図Ⅳ



|    |                        |                        |          |          |          |
|----|------------------------|------------------------|----------|----------|----------|
| 問1 | (1)                    | ア      イ      ウ        |          |          |          |
|    | (2)                    | ①                      | ア      イ | ②        | ウ      エ |
| 問2 | (1)                    | ア      イ      ウ      エ |          |          |          |
|    | (2)                    | ア      イ      ウ      エ |          |          |          |
|    | (3)                    | g                      |          |          |          |
| 問3 | ①                      | ア      イ               | ②        | ウ      エ |          |
| 問4 | %                      |                        |          |          |          |
| 問5 | ア      イ      ウ      エ |                        |          |          |          |
| 問6 |                        |                        |          |          |          |

|    |                        |                        |          |   |          |
|----|------------------------|------------------------|----------|---|----------|
| 問1 | (1)                    | ア      ①      ウ        |          |   |          |
|    | (2)                    | ②                      | ア      ① | ③ | ウ      ④ |
| 問2 | (1)                    | ア      イ      ウ      ⑤ |          |   |          |
|    | (2)                    | ア      ①      ウ      エ |          |   |          |
|    | (3)                    | 4.8 g                  |          |   |          |
| 問3 | ①                      | ⑥                      | イ        | ⑦ | ウ      ④ |
| 問4 | 55 %                   |                        |          |   |          |
| 問5 | ア      イ      ⑧      エ |                        |          |   |          |
| 問6 | 沸点の低い                  |                        |          |   |          |

問2 (1) 塩化コバルト紙は、水分があると反応して青色から赤色に変わる。エタノールが燃焼すると生じる水は水蒸気になっていることが多いが、これが塩化コバルト紙に吸収されて液体の水に状態が変わったときにも色変化が起こるので、反応で生じる物質が水であることが確認できる。なお、この色変化は、液体が純粋な水であっても水溶液であっても同じように起こるので、正確には、反応で生じる液体に水が含まれていることが確認できる。pH試験紙、青色リトマス紙、赤色リトマス紙は、液体が酸性やアルカリ性の水溶液であることを確認するために用いる。

(3) エタノールを完全に燃焼させるとあるので、反応後にエタノールは残っていないと考える。反応する酸素の質量を  $x$  g とすると、質量保存の法則より、 $2.3+x=4.4+2.7$  が成り立つ。よって、 $x=4.4+2.7-2.3=4.8$  [g] となる。

問3 エタノールに火を近づけたとき、液体のエタノールが燃えるのではなく、蒸発した気体のエタノールが燃えているので、エタノールと水の混合溶液でも、エタノールの割合が大きいほど、蒸発するエタノールが多く燃えやすい。表Ⅰから、蒸留前の混合溶液は燃えなかったが、液体(i)は長い間燃えたので、液体(i)の方がエタノールの割合が大きい。また、液体(i)を集めたときの温度は  $79.0^{\circ}\text{C}$  であり、表Ⅰの中では最も低い温度である。

問4 質量  $0.88$  g の液体(i)  $1.0\text{cm}^3$  において、混合前のエタノールの体積を  $x\text{cm}^3$  とすると、水の体積は  $(1.0-x)\text{cm}^3$  である。また、エタノールの密度が  $0.80\text{ g/cm}^3$ 、水の密度が  $1.0\text{ g/cm}^3$  であることから、液体(i)  $1.0\text{cm}^3$  の質量について、 $0.80\text{ [g/cm}^3\text{]} \times x\text{ [cm}^3\text{]} + 1.0\text{ [g/cm}^3\text{]} \times (1.0-x)\text{ [cm}^3\text{]} = 0.88\text{ [g]}$  が成り立つ。これを解いて、 $x=0.60\text{ [cm}^3\text{]}$  である。この体積のエタノールの質量は、 $0.80\text{ [g/cm}^3\text{]} \times 0.60\text{ [cm}^3\text{]} = 0.48\text{ [g]}$  であるから、液体(i)の  $0.88$  g の中での割合(%)は、 $\frac{0.48}{0.88} \times 100 = 54.5$  [%] となり、小数第1位を四捨五入して整数にすると、55%である。

問5 はじめの混合溶液中のエタノールの質量の割合が10%であるとき、これを沸とうさせると、図Ⅲより、蒸気中のエタノールの質量の割合は約50%になる。この蒸気を冷やして液体にすると、エタノールの質量の割合が約50%の混合溶液になる。2回目の蒸留では、エタノールの質量の割合が約50%のこの混合溶液を沸とうさせることになるので、図Ⅲより、蒸気中のエタノールの質量の割合は約65%になる。この蒸気を冷やして液体にすると、エタノールの質量の割合が約65%の混合溶液になる。

なお、実際には、沸とうしている混合溶液中のエタノールの質量の割合よりも、蒸気中のエタノールの質量の割合の方が大きいので、混合溶液を沸とうさせるとエタノールは水よりも多く蒸発し、沸とうしている混合溶液中のエタノールの質量の割合は少しずつ小さくなる。すると、蒸気中のエタノールの質量の割合も少しずつ小さくなるため、この解説のような一定の濃度の液体は得られない。そこで、「ただし、それぞれの蒸留において、沸とうしている液体中のエタノールの質量の割合は蒸留中に変化しないものとする」という条件が付いている。



## 【過去問 26】

次の問いに答えなさい。

(兵庫県 2020 年度)

問3 気体を発生させる実験について、答えなさい。

- (1) 石灰石にうすい塩酸を加えたとき、発生する気体の化学式として適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア  $\text{CO}_2$

イ  $\text{O}_2$

ウ  $\text{Cl}_2$

エ  $\text{H}_2$

- (2) (1)で発生した気体を水にとかした水溶液の性質として適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア ヨウ素溶液を加えると水溶液は青紫色に変わる。

イ BTB溶液を加えると水溶液は緑色に変わる。

ウ 青色リトマス紙に水溶液をつけると赤色に変わる。

エ フェノールフタレイン溶液を加えると水溶液は赤色に変わる。

|    |     |  |
|----|-----|--|
| 問3 | (1) |  |
|    | (2) |  |

|    |     |   |
|----|-----|---|
| 問3 | (1) | ア |
|    | (2) | ウ |

問3 (1) 石灰石にうすい塩酸を加えると、二酸化炭素(ア)が発生する。イは酸素、ウは塩素、エは水素を表す化学式である。

- (2) 二酸化炭素は、水にとけて酸性を示す気体である。アはデンプン、イは中性の水溶液、ウは酸性の水溶液、エはアルカリ性の水溶液の性質をそれぞれ示している。

## 【過去問 27】

真理さんは、ノーベル化学賞受賞者の吉野彰<sup>よしの あきら</sup>さんが持続可能な社会の実現について語っているニュースを見て、エネルギー資源の有効利用について興味をもち、調べることにした。次の□内は、真理さんが、各家庭に普及し始めている燃料電池システムについてまとめたものである。問いに答えよ。

(奈良県 2020 年度)

家庭用燃料電池システムは、都市ガスなどからとり出した水素と空気中の酸素が反応して水ができる化学変化を利用して、電気エネルギーをとり出す装置である。電気をつくるときに発生する熱を給湯などに用いることで、エネルギーの利用効率を高めることができる。



問1 下線部に関して、水素と酸素が反応して水ができる化学変化を化学反応式で書け。

|    |  |
|----|--|
| 問1 |  |
|----|--|

|    |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|
| 問1 | $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ |
|----|------------------------------------------------------------|

問1 2個の水素分子 ( $2\text{H}_2$ ) と1個の酸素分子 ( $\text{O}_2$ ) から、2個の水分子 ( $2\text{H}_2\text{O}$ ) ができる。

## 【過去問 28】

和美さんたちは、「新聞記事から探究しよう」というテーマで調べ学習に取り組んだ。次の問いに答えなさい。

(和歌山県 2020 年度)

問1 次の文は、和歌山県内初の水素ステーション開設の新聞記事の内容を和美さんが調べ、まとめたものの一部である。(1)～(4)に答えなさい。

水素は宇宙で最も多く存在する原子と考えられており，地球上では，ほとんどが他の原子と結びついた化合物として存在する。水素原子を含む化合物から X の水素を取り出す方法の1つとして，水の電気分解がある(図1)。

一方で，①水の電気分解と逆の化学変化(図2)を利用して水素と酸素から電気エネルギーを取り出す装置がある。この装置を利用した自動車に水素を供給する設備として，水素ステーション(図3)が，2019年に和歌山県内に開設された。水素は，②化石燃料とは異なる新しいエネルギー源としての利用が注目されている。

図1 水の電気分解



図2 水の電気分解と逆の化学変化

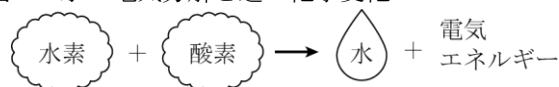


図3 水素ステーション



(1) 文中の X にあてはまる，1種類の原子だけでできている物質を表す語を，次のア～エの中から1つ選んで，その記号を書きなさい。

ア 混合物

イ 酸化物

ウ 純物質

エ 単体

(2) 水の電気分解に用いる電気エネルギーは，太陽光発電で得ることもできる。化石燃料のように使った分だけ資源が減少するエネルギーに対して，太陽光や水力，風力など，使っても減少することがないエネルギーを何というか，書きなさい。

(3) 下線部①の装置を何というか，書きなさい。

(4) 下線部②について，化石燃料を利用するのではなく，水素をエネルギー源にすると，どのような利点があるか。化学変化によって生じる物質に着目して，簡潔に書きなさい。

|     |     |  |
|-----|-----|--|
| 問 1 | (1) |  |
|     | (2) |  |
|     | (3) |  |
|     | (4) |  |

|     |     |             |
|-----|-----|-------------|
| 問 1 | (1) | エ           |
|     | (2) | 再生可能エネルギー   |
|     | (3) | 燃料電池        |
|     | (4) | 有害な物質を出さない。 |

- 問 1 (1) 水素と酸素が結びついた水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) のように、複数の種類の原子からできている物質を化合物、水素 ( $\text{H}_2$ ) や酸素 ( $\text{O}_2$ ) のように 1 種類の原子だけでできている物質を単体という。
- (4) 化石燃料を利用すると、二酸化炭素などの物質を出してしまうが、燃料電池では水しか発生しない。

## 【過去問 29】

銅と酸化銅のそれぞれの変化について調べるために、A～Dの班ごとに、次の実験1，実験2を行った。あとの各問いに答えなさい。

(鳥取県 2020 年度)

**実験 1**

操作1 銅の粉末を3.2 gはかりとり、図1のようにステンレス皿にうすく広げるように入れ、皿をふくめた全体の質量をはかる。

操作2 図2のように、強い火で皿ごと5分間加熱する。

操作3 加熱をやめ、皿がじゅうぶん冷めてから、図3のように皿をふくめた全体の質量をはかる。質量をはかった後、粉末をよくかき混ぜる。

操作4 質量の変化がなくなるまで、操作2と操作3を繰り返す。

図1



図2

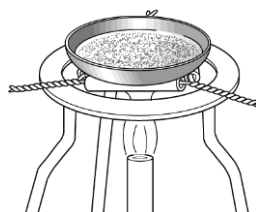
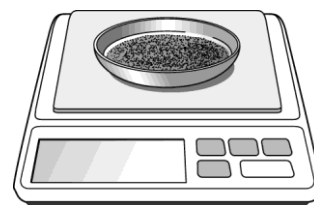


図3



問1 実験1の結果、粉末はすべて酸化銅となり、その質量は4.0 gであった。このとき、銅の質量と、化合した酸素の質量の比として、最も適切なものを、次のア～エからひとつ選び、記号で答えなさい。

ア 5 : 4

イ 4 : 5

ウ 4 : 1

エ 1 : 4

問2 実験1の銅の反応のように、物質が空気中の酸素と化合する化学変化が起こるものとして、最も適切なものを、次のア～エからひとつ選び、記号で答えなさい。

ア 酸化銀を加熱する。

イ 二酸化マンガンにうすい過酸化水素水を加える。

ウ 塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜ合わせる。

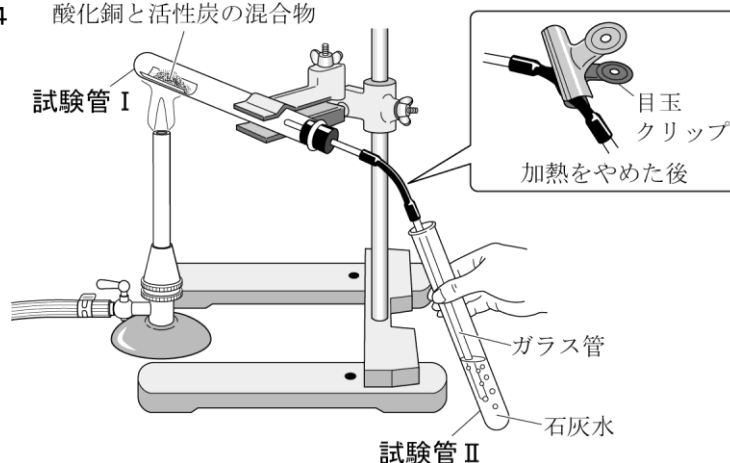
エ 鉄粉に活性炭と少量の塩化ナトリウム水溶液を加え、混ぜ合わせる。

**実験 2**

実験1で得られた酸化銅 4.0 g に、班ごとに質量を変えた活性炭(粉末)をよく混ぜ合わせ、図4のように、試験管Ⅰに入れて加熱した。しばらくすると、気体が発生して試験管Ⅱの中の石灰水が白くにごった。気体の発生が終わった後、ガラス管を石灰水から引きぬき、火を消した。その後、目玉クリップでゴム管を閉じて、試験

管Ⅰがじゅうぶん冷めてから試験管Ⅰに残った物質の質量をはかった。

図4 酸化銅と活性炭の混合物



次の表は、実験2の結果をまとめたものである。なお、B班では、試験管Ⅰの中の酸化銅と活性炭がすべて反応し、赤色の物質だけが残っていた。この赤色の物質は銅であった。

表

| 班                 | A     | B    | C    | D    |
|-------------------|-------|------|------|------|
| 活性炭の質量 [g]        | 0.15  | 0.30 | 0.45 | 0.60 |
| 試験管Ⅰに残った物質の質量 [g] | ( ① ) | 3.20 | 3.35 | 3.50 |

問3 実験2について、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 下線部の操作を行った理由を答えなさい。
- (2) 酸化銅と活性炭を混ぜ合わせて加熱したときの化学変化を、化学反応式で表しなさい。
- (3) 表の ( ① ) にあてはまる数字を答えなさい。なお、試験管Ⅰの中では、酸化銅と活性炭との反応以外は起こらないものとする。

|    |     |
|----|-----|
| 問1 |     |
| 問2 |     |
| 問3 | (1) |
|    | (2) |
|    | (3) |

|     |     |                                                               |
|-----|-----|---------------------------------------------------------------|
| 問 1 | ウ   |                                                               |
| 問 2 | エ   |                                                               |
| 問 3 | (1) | 例<br>試験管 I に空気（酸素）が入り，銅が酸化されて酸化銅に戻るのを防ぐため。                    |
|     | (2) | $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ |
|     | (3) | 3.60                                                          |

問 1 操作 1 の銅の質量 3.2 g と酸化銅の質量 4.0 g の差の 0.8 g が，銅と化合した酸素の質量である。よって，銅と酸素の質量の比は， $3.2 : 0.8 = 4 : 1$  である。

問 2 アは，酸化銀が酸素と銀に分解する。イは，過酸化水素が酸素と水に分解する。ウは，塩化アンモニウムと水酸化バリウムが反応して，アンモニアと水と塩化バリウムが生成する。エは，鉄が空気中の酸素と化合して酸化鉄が生成する。活性炭と塩化ナトリウムには，鉄が酸素と化合しやすくするはたらきがあり，これらの物質の組み合わせは，食品に同封される脱酸素剤などに利用されている。

問 3 (3) 表より，酸化銅と活性炭がすべて反応した B 班では，酸化銅 4.0 g と活性炭 0.30 g から赤色の物質（銅）3.20 g が生成したので，活性炭が B 班の半分の量の A 班は，酸化銅 4.0 g と活性炭 0.15 g を用いると，酸化銅も 4.0 g の半分の 2.0 g だけ反応し，銅 1.60 g が生成する。酸化銅は 2.0 g が反応していないので，試験管 I には生成した銅 1.60 g と，未反応の酸化銅 2.0 g が残り，それらの質量の合計は， $1.60 + 2.0 = 3.60$  [g] である。

## 【過去問 30】

中学生の洋さんは、近所にできた水素ステーションとそれを利用する自動車を見て、興味をもち、放課後に先生と実験を行った。次は、そのときのレポートの一部である。問1～問4に答えなさい。

(岡山県 2020 年度)

## 水素の反応 ～燃料電池～

### 1 はじめに

図1

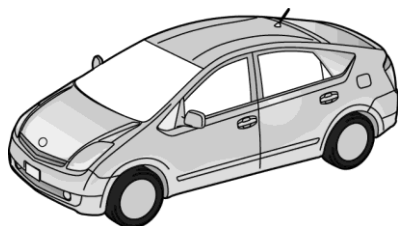
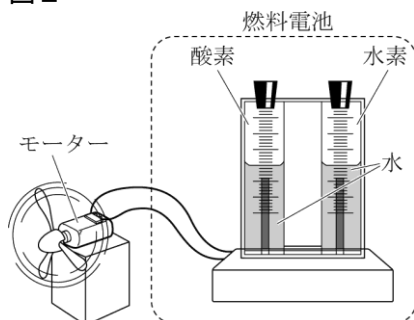


図1は、燃料電池によってモーターを回転させて動く自動車である。水素ステーションで供給された水素と空気中の酸素が反応し、水ができるときに電気を生み出す。水素と酸素がどのような比で反応するかについて、燃料電池を用いて調べた。

### 2 実験と結果

図2の模式図のような燃料電池で、水を満たした容器の一方に水素、もう一方に酸素を入れるとモーターが動き、容器内の気体が減少した。6 cm<sup>3</sup>の水素に対して入れる酸素の量を変え、モーターが動いた時間と反応後に残った気体の体積を測定した。表はこのとき行った実験A～Dをまとめたものである。

図2



表

| 実験                          | A | B | C | D |
|-----------------------------|---|---|---|---|
| 水素の体積 [cm <sup>3</sup> ]    | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 酸素の体積 [cm <sup>3</sup> ]    | 1 | 3 | 5 | 7 |
| 残った気体の体積 [cm <sup>3</sup> ] | 4 | 0 | 2 | 4 |
| モーターが動いた時間 [分]              | 2 | 6 | 6 | 6 |

### 3 考察

実験Aでは水素が残り、実験C、実験Dではそれぞれ酸素が残った。実験Bでは気体が残らなかったことから、水素と酸素がすべて反応したことがわかった。このことから、水の電気分解のときに発生する水素と酸素の体積の比と同様に、反応する水素と酸素の体積比は2 : 1であることがわかった。また、実験結果から考えると、実験A～Dで反応によってできる水の量は図3のようになると予想できる。

図3





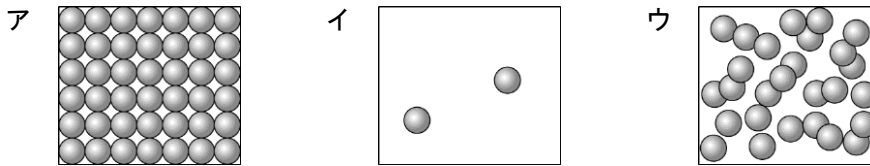
問1 水素の発生について述べた次の文の (あ), (い) に当てはまる語として最も適当なのは, ア～クのうちではどれですか。それぞれ一つ答えなさい。

水素は (あ) に (い) を加えることによって発生する。

- |         |          |       |           |
|---------|----------|-------|-----------|
| ア 銅     | イ 石灰石    | ウ 亜鉛  | エ 二酸化マンガン |
| オ うすい塩酸 | カ 過酸化水素水 | キ 食塩水 | ク 水       |

問2 水素の貯蔵方法の一つに, 水素を液体にする方法がある。(1), (2)に答えなさい。

(1) 次のア～ウは固体, 液体, 気体のいずれかにおける粒子の集まりを表したモデルである。液体と気体のモデルとして最も適当なのは, ア～ウのうちではどれですか。それぞれ一つ答えなさい。



(2) 気体の水素を液体にして貯蔵する利点を「質量」「体積」という語を使って説明しなさい。

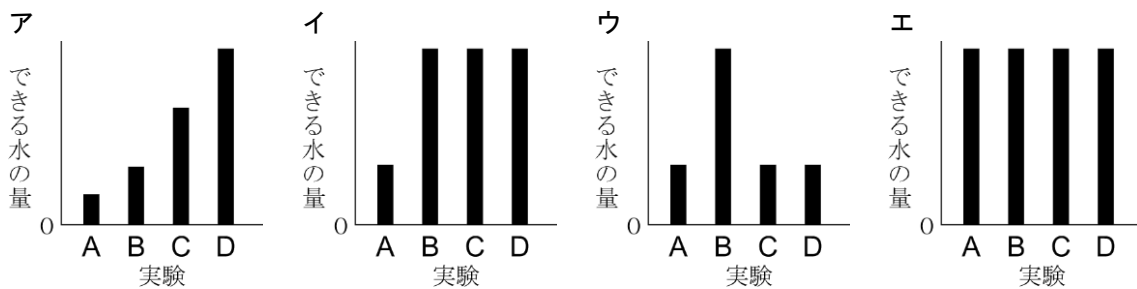
問3 下線部について, 蒸留水に少量の水酸化ナトリウムなどを加える場合がある。(1), (2)に答えなさい。

(1) 水の電気分解で, 水酸化ナトリウムを加える理由を説明した次の文の (う) に当てはまる適当なことを書きなさい。

水に (う) するため。

(2) 質量パーセント濃度5%の水酸化ナトリウム水溶液200gに水を加えて, 質量パーセント濃度2%の水溶液をつくるとき, 加える水の質量は何gですか。

問4 図3の(X)に当てはまる, 洋平さんが正しく予想して作成したグラフとして最も適当なのは, ア～エのうちではどれですか。一つ答えなさい。



|     |     |    |  |     |    |  |  |
|-----|-----|----|--|-----|----|--|--|
| 問 1 | (あ) |    |  | (い) |    |  |  |
| 問 2 | (1) | 液体 |  |     | 気体 |  |  |
|     | (2) |    |  |     |    |  |  |
| 問 3 | (1) |    |  |     |    |  |  |
|     | (2) | g  |  |     |    |  |  |
| 問 4 |     |    |  |     |    |  |  |

|     |     |                                             |   |     |    |   |
|-----|-----|---------------------------------------------|---|-----|----|---|
| 問 1 | (あ) | ウ                                           |   | (い) | オ  |   |
| 問 2 | (1) | 液体                                          | ウ |     | 気体 | イ |
|     | (2) | 同じ質量の場合、液体にすると気体よりも体積が小さくなるので、より多くの量を貯蔵できる。 |   |     |    |   |
| 問 3 | (1) | 電流を流しやすく                                    |   |     |    |   |
|     | (2) | 300 g                                       |   |     |    |   |
| 問 4 | イ   |                                             |   |     |    |   |

問 1 水素は、亜鉛にうすい塩酸を加えることで発生する。これ以外では、石灰石にうすい塩酸を加えると二酸化炭素が、二酸化マンガンを過酸化水素水を加えると酸素が、それぞれ発生する。

問 2 (1) せまい間隔で粒子が並んでいる **A** は固体、広い間隔で粒子が自由に動き回っている **イ** は気体、粒子の間隔がやや広く、ある程度動いている **ウ** は液体を表している。

問 3 (2) 5 % の水酸化ナトリウム水溶液 200 g に含まれる水酸化ナトリウムの質量は、

$$200 \times \frac{5}{100} = 10 \text{ [g]} \text{ である。} 10 \text{ g の水酸化ナトリウムを含む } 2 \% \text{ の水酸化ナトリウム水溶液の質量は、} 10 \times \frac{100}{2} = 500 \text{ [g]} \text{ なので、} 500 - 200 = 300 \text{ [g]} \text{ の水を加えればよい。}$$

問 4 **B**、**C**、**D** はいずれも  $6 \text{ cm}^3$  の水素がすべて反応しているので、できる水の量は同じになる。**A** は水素が  $2 \text{ cm}^3$  しか反応していないので、できる水の量も **B**、**C**、**D** の  $\frac{1}{3}$  になると考えられる。

## 【過去問 31】

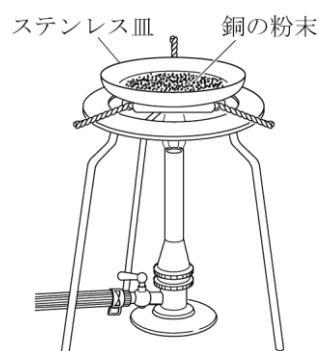
ある学級の理科の授業で、雅人さんたちは、化学変化の前後における物質の質量の変化を調べる実験をして、それぞれでレポートにまとめました。次に示した【レポート】は、雅人さんのレポートの一部です。あとの問いに答えなさい。

(広島県 2020 年度)

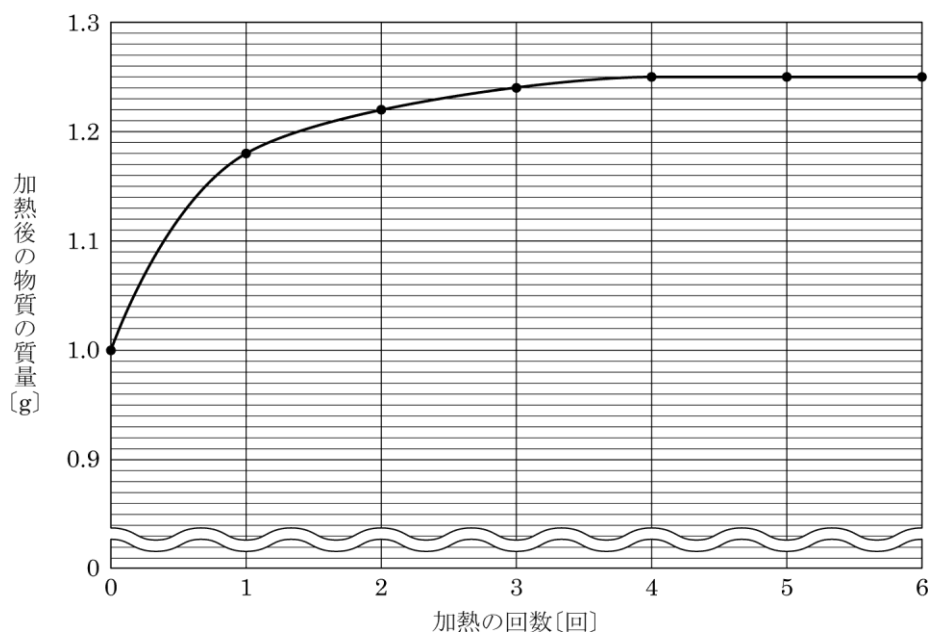
問5 雅人さんたちは、その後の理科の授業で、金属を空気中で熱して酸素と化合させたとき、加熱後の物質の質量がどのように変化するかを調べる実験をしました。次に示したものは、その方法と結果です。下の(1)～(3)に答えなさい。

## 〔方法〕

- I ステンレス皿の質量をはかった後、銅の粉末 1.00 g をステンレス皿に入れる。
- II 右の写真のように、ステンレス皿に入っている銅の粉末をガスバーナーで5分間加熱する。
- III よく冷ました後、ステンレス皿全体の質量をはかる。
- IV II・IIIの操作を6回繰り返す。
- V 結果をグラフに表す。



## 〔結果〕



(1) 〔結果〕のグラフから、1回目の加熱で、銅に化合した酸素の質量は何gだと考えられますか。次のア～エの中から適切なものを選び、その記号を書きなさい。

ア 0.18

イ 0.25

ウ 1.18

エ 1.25

(2) 〔結果〕のグラフについて、加熱を繰り返すと、ある加熱の回数から、加熱後の物質の質量が変化しなくなりました。加熱後の物質の質量が変化しなくなった理由を、簡潔に書きなさい。

- (3) 雅人さんたちは、この実験を、銅の粉末の質量を 1.00 g から 0.80 g に変えて行いました。その結果、1.00 g のときと同じように、ある加熱の回数から、加熱後の物質の質量が変化しなくなりました。このとき、銅に化合した酸素の質量は何 g だと考えられますか。〔結果〕のグラフを基に求め、その値を書きなさい。

|     |     |   |
|-----|-----|---|
| 問 5 | (1) |   |
|     | (2) |   |
|     | (3) | g |

|     |     |                           |
|-----|-----|---------------------------|
| 問 5 | (1) | ア                         |
|     | (2) | 一定量の銅に化合する酸素の質量には限界があるため。 |
|     | (3) | 0.20 g                    |

問 5 (1) 〔結果〕のグラフにおいて、1 回目の加熱で物質の質量は 1.18 g になったので、銅に化合した酸素の質量は、 $1.18 - 1.00 = 0.18$  [g] である。このとき、銅 1.00 g がすべて酸素と化合したのではなく、一部の銅は酸素と反応せずに銅のまま残っている。

- (3) 〔結果〕のグラフにおいて、加熱後の物質の質量が変化しなくなるのは、4 回目の加熱から後であり、これ以降の物質の質量は 1.25 g になっている。質量が変化しなくなったのは、銅 1.00 g がすべて酸素と化合したためであり、このときの化合した酸素の質量は、 $1.25 - 1.00 = 0.25$  [g] である。したがって、銅と酸素が化合するときの質量の比は  $1.00 : 0.25 = 4 : 1$  になるため、銅 0.80 g がすべて酸素と化合するときの酸素の質量は、0.20 g となる。

## 【過去問 32】

AさんとBさんは、消化を促す胃腸薬にタンパク質を分解する消化酵素が含まれていることを知り、そのはたらきを調べようと考え、次の作業と実験を行った。あとの問1～問4に答えなさい。

(山口県 2020 年度)

胃腸薬と、(ア)タンパク質を主成分とする脱脂粉乳(牛乳からつくられる加工食品)を用意し、胃腸薬のはたらきについて次の仮説を立て、下の作業と実験を行った。

〈仮説Ⅰ〉白くにごった脱脂粉乳溶液は、胃腸薬によって徐々に分解され透明になる。

## 〔作業〕

液の「透明の度合い」を測定するために、図1のような二重十字線をかいた標識板をつくり、図2のようにメスシリンダーの底に標識板をはりつけた「装置」をつくった。

この装置で透明の度合いを測定する手順を図3のようにまとめた。

図1

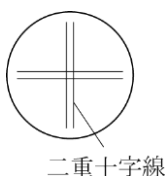


図2

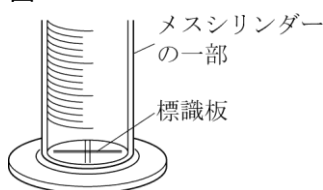


図3

〈透明の度合いを測定する手順〉

- 1 下の図のように、矢印の方向から標識板を見ながら、装置に液を注ぐ。
- 2 二重十字線がはっきり見えなくなったところで注ぐのをやめる。
- 3 このときの液の深さをものさしではかって透明の度合いとする。

→ 深いほど、透明の度合いが大きい。



## 〔実験1〕

- ① 三角フラスコに水と胃腸薬を入れてよく混ぜ、「酵素液」とした。
- ② ビーカーに水 90mL と脱脂粉乳 0.5 g を入れてよく混ぜ「脱脂粉乳溶液」とし、図4のように、①の三角フラスコと一緒に 40℃の水を入れた水そうに入れた。
- ③ 酵素液 10mL を②のビーカーに加え、よく混ぜると同時にストップウォッチのスタートボタンを押した。
- ④ 0分、1分、2分、・・・、10分経過したときに、ビーカーからとった液の透明の度合いを、〔作業〕でつくった装置を用いて測定した。
- ⑤ 結果を表1にまとめた。透明の度合いは、時間の経過とともに大きくなった。

図4

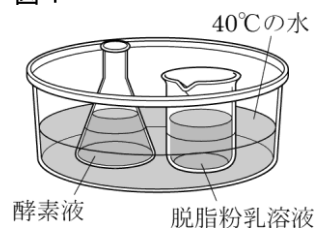


表1

| 経過した時間[分]  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 透明の度合い[mm] | 8 | 8 | 8 | 9 | 11 | 13 | 16 | 20 | 25 | 31 | 37 |

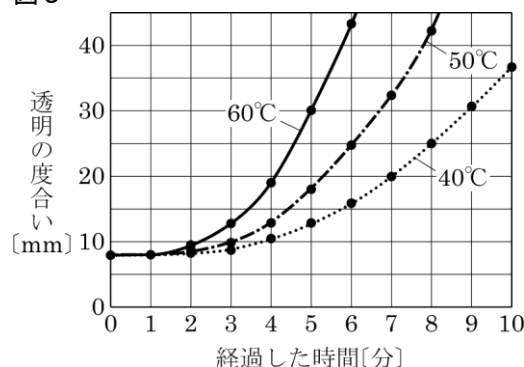
AさんとBさんは、さらに、次の仮説を立て、下の実験を行った。

〈仮説Ⅱ〉胃腸薬のはたらきの強さは、温度が高いほど大きくなる。

〔実験2〕

- ① 〔実験1〕の②の水そうの水温を50℃、60℃にかえて、〔実験1〕と同様の操作を行った。
- ② 結果を、〔実験1〕の結果と合わせて、図5のようにまとめた。

図5



問1 下線(ア)は有機物であり、砂糖やほかの有機物と同じように、燃やすとある気体を発生する。酸素が十分ある条件下で有機物を燃やしたときに、水蒸気以外に共通して発生する気体を化学式で書きなさい。

問2 脱脂粉乳溶液が白くにごって見えるのは、脱脂粉乳溶液にタンパク質の分子が多数集まってできた粒子が含まれており、この粒子に光が当たっていろいろな方向にはね返るためである。光がでこぼこした面に当たって、いろいろな方向にはね返ることを何というか。答えなさい。

問3 〈仮説Ⅰ〉を正しく検証するためには、〔実験1〕の対照実験を行う必要がある。次の文が、その対照実験の計画を示したものとなるように、**あ**に入る物質と、**い**に入る適切な語句を書きなさい。

〔実験1〕の③においてビーカーに加える液を **あ** 10mL にかえ、②～④の操作と同様の操作を行い、ビーカー内の液が **い** であることを確かめる。

問4 AさんとBさんは、図5をもとに、〈仮説Ⅱ〉が正しいと言えるかどうかについて、次の□のような会話をした。Bさんの発言が、〈仮説Ⅱ〉が正しいと言える根拠を示したものとなるように、図5をもとにして、□に入る適切な語句を書きなさい。

Aさん： 胃腸薬のはたらきの強さは、透明の度合いが変化するのにかかる時間を比較することで判断することができるよね。

Bさん： はい。例えば、透明の度合いが20mmから30mmになるまでの時間は、□ ね。

Aさん： そうだね。だから、仮説Ⅱは正しいと言えるね。

|    |   |
|----|---|
| 問1 |   |
| 問2 |   |
| 問3 | あ |
|    | い |
| 問4 |   |

|    |                 |          |
|----|-----------------|----------|
| 問1 | CO <sub>2</sub> |          |
| 問2 | 乱反射             |          |
| 問3 | あ               | 水        |
|    | い               | 白くにごったまま |
| 問4 | 温度が高いほど短い       |          |

問1 有機物に含まれる炭素と空気中の酸素が結びつき、二酸化炭素ができる。

問3 対照実験では、調べたい事柄以外を共通にする。[実験1]の対照実験を設定するので、胃腸薬の有無以外の条件を同じくするため、胃腸薬が入っていない同量の水を加え、白いにごりが透明にならないことを確かめるとよい。

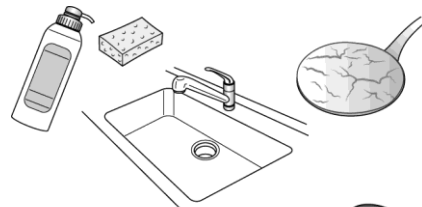
問4 図5より、40℃のときは、透明の度合いが20mmから30mmになるまでの時間は2分であるとわかる。これが50℃では2分より短くなり、60℃では1分未満となっている。

## 【過去問 33】

ひろきさんたちは、炭酸水素ナトリウムの利用について考えた。問1～問5に答えなさい。

(徳島県 2020 年度)

ひろきさん 炭酸水素ナトリウムを使ってカルメ焼きをつくりましたが、炭酸水素ナトリウムは汚れを落とすときに使うこともあるという話を聞きました。どうして汚れを落とすときに使うことができるのでしょうか。



ちなつさん 炭酸水素ナトリウムを加熱して炭酸ナトリウムと二酸化炭素、水に変化させる実験をしましたね。そのときの実験結果と関係があるのかもしれませんが。



なおみさん もう一度実験をして考えてみましょう。

### 実験

- ① 図1のような装置で、炭酸水素ナトリウム 2.0 g を乾いた試験管 X に入れて加熱し、発生した気体を水上置換法で試験管に集めた。
- ② 発生した気体のうち、はじめに出てくる試験管 1 本分の気体は捨て、続いて発生する気体を 3 本の試験管 A～C に集め、ゴム栓をした。
- ③ さらに気体の発生が終わるまで加熱を続けた後、⑦ ガラス管を水そうからぬき、火を消した。このとき、試験管 X の口のあたりには水滴がついていた。
- ④ 図2のように、3 本の試験管 A～C に集めた気体の性質を調べた。
- ⑤ 試験管 X 中の加熱後の炭酸ナトリウムをとり出し、十分に乾燥させて質量を測定したところ、1.3 g であった。
- ⑥ 炭酸水素ナトリウムと加熱後の炭酸ナトリウムを 0.5 g ずつ、それぞれ水 5 cm<sup>3</sup> にとかして、とけ方のちがいを見た後、フェノールフタレイン溶液を 1, 2 滴加えた。表はその結果をまとめたものである。

図 1

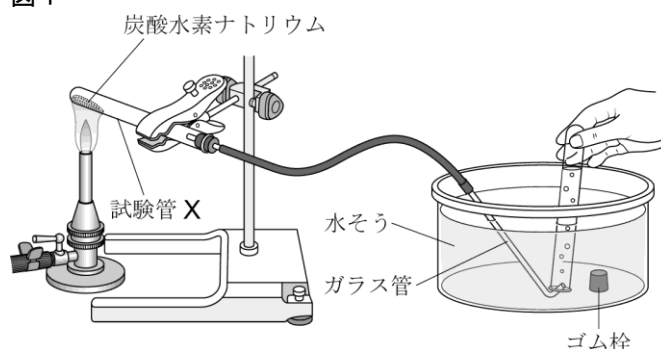
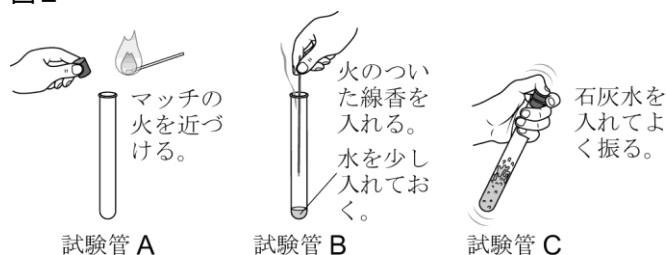


図 2



表

|                                                   | 炭酸水素ナトリウム  | 炭酸ナトリウム   |
|---------------------------------------------------|------------|-----------|
| 水へのとけ方<br>(物質0.5gに<br>水 5 cm <sup>3</sup> を加えたとき) | とけ残った。     | すべてとけた。   |
| フェノールフタレイン溶液を加えたとき<br>のようす                        | うすい赤色になった。 | 濃い赤色になった。 |

問1 炭酸水素ナトリウムが、炭酸ナトリウムと二酸化炭素、水に変化したように、1 種類の物質が 2 種類以上の物質に分かれる化学変化を何というか、書きなさい。



問2 下線部㉑について、ガラス管を水そうからぬいた後に火を消すのはなぜか、その理由を書きなさい。

問3 次の文は、**実験**④の結果をもとに、発生した気体について考察したものである。正しい文になるように、文中の①～③について、ア・イのいずれかをそれぞれ選びなさい。

試験管Aでは、① [ア 気体が音を立てて燃え イ 変化がなく]、試験管Bでは、② [ア 線香が激しく燃え イ 線香の火が消え]、試験管Cでは、③ [ア 石灰水が白くにごった イ 変化がなかった] ことから、この気体は二酸化炭素であると考えられる。

問4 炭酸水素ナトリウム 4.0 g について **実験**①と同様の操作を行ったが、気体の発生が終わる前に加熱をやめた。試験管に残った物質を十分に乾燥させたところ、質量は 3.2 g であった。このとき、反応せずに残っている炭酸水素ナトリウムの質量は何 g か、小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで求めなさい。

ひろきさん 炭酸水素ナトリウムを加えると、加熱したときに発生した二酸化炭素によってカルメ焼きがふくらむと教わりましたが、汚れを落とすときには、炭酸水素ナトリウムはどのようなはたらきをするのでしょうか。

なおみさん 炭酸水素ナトリウムで汚れを落とすことができるのは、炭酸水素ナトリウムの水溶液がアルカリ性を示すからです。アルカリ性の水溶液には、油やタンパク質の汚れを落とすはたらきがあります。アルカリ性が強いほど汚れが落ちるのですが、アルカリ性が強すぎると、肌や衣類をいためてしまいます。㉒実験結果から考えると、炭酸水素ナトリウムは、肌や衣類をいためる心配は少なそうですね。

ちなつさん 私の家では、汚れを落とすときに炭酸水素ナトリウムを粉のまま使っています。キッチンの汚れているところに炭酸水素ナトリウムの粉を多めに振りかけて、ぬれたスポンジでこすって、粉で汚れをけずり落としています。このような使い方は、実験結果と関係がありますか。

なおみさん 実験結果から炭酸水素ナトリウムが（ ）ことがわかりましたね。この性質を利用しているのです。

問5 汚れを落とすときの炭酸水素ナトリウムのはたらきについて、(a)・(b)に答えなさい。

(a) 下線部㉑について、炭酸水素ナトリウムが肌や衣類をいためる心配が少ないと考えた理由を、その根拠となる **実験**⑥の結果を具体的に示して書きなさい。

(b) ( ) にあてはまる、炭酸水素ナトリウムの性質を書きなさい。

|     |     |  |   |  |   |
|-----|-----|--|---|--|---|
| 問 1 |     |  |   |  |   |
| 問 2 |     |  |   |  |   |
| 問 3 | ①   |  | ② |  | ③ |
| 問 4 | g   |  |   |  |   |
| 問 5 | (a) |  |   |  |   |
|     | (b) |  |   |  |   |

|     |                         |                                                                |   |   |     |
|-----|-------------------------|----------------------------------------------------------------|---|---|-----|
| 問 1 | 分解                      |                                                                |   |   |     |
| 問 2 | 水そうの水が試験管に逆流しないようにするため。 |                                                                |   |   |     |
| 問 3 | ①                       | イ                                                              | ② | イ | ③ ア |
| 問 4 | 1.7 g                   |                                                                |   |   |     |
| 問 5 | (a)                     | 炭酸水素ナトリウム水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えたとき、うすい赤色になったため、アルカリ性が弱いことがわかったから。 |   |   |     |
|     | (b)                     | 水にとけにくい                                                        |   |   |     |

問 3 炭酸水素ナトリウムの熱分解の化学反応式は、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  となり、発生する気体は二酸化炭素である。二酸化炭素には、石灰水と反応して白くにごらせる性質がある。なお、マッチの火を近づけると気体が音を立てて燃えるのは水素の、火のついた線香を入れると線香が激しく燃えるのは酸素の性質である。

問 4 実験から、炭酸水素ナトリウム 2.0 g を加熱すると、1.3 g の炭酸ナトリウムが試験管に残ることから、完全に熱分解されたとき、発生した水と二酸化炭素の質量の合計は、もとの炭酸水素ナトリウムの質量から反応後の炭酸ナトリウムの質量を引いた、 $2.0 - 1.3 = 0.7$  [g] である。したがって、炭酸水素ナトリウムが熱分解されるとき、もとの炭酸水素ナトリウムと、発生した水と二酸化炭素の合計との質量の比は、 $2.0 : 0.7$  となる。一方、炭酸水素ナトリウム 4.0 g の加熱を途中でやめ、3.2 g の炭酸ナトリウムが試験管に残っている場合を考えると、このとき発生した水と二酸化炭素の質量の合計は  $4.0 - 3.2 = 0.8$  [g] である。このことから、加熱された炭酸ナトリウム 4.0 g のうち

反応した炭酸水素ナトリウムの質量を  $x$  とおくと、 $x : 0.8 = 2.0 : 0.7$  より、 $x = 2.0 \times \frac{0.8}{0.7}$  [g] となる。よって、

炭酸水素ナトリウム 4.0 g のうち、反応せずに残っている分の質量は、

$4.0 - 2.0 \times \frac{0.8}{0.7} = 1.71\cdots$  [g] より、小数第 2 位を四捨五入して 1.7 g となる。

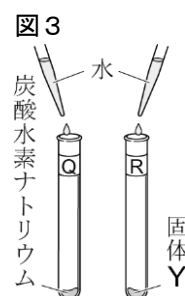
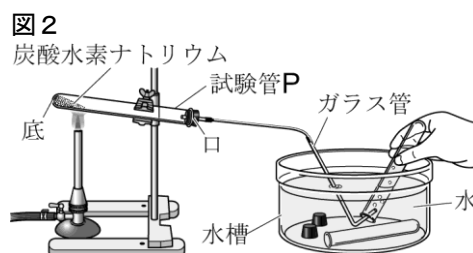
## 【過去問 34】

水溶液とイオン，化学変化に関する次の問いに答えなさい。

(愛媛県 2020 年度)

問2 〔実験2〕図2のように，試験管Pに入れた炭酸水素ナトリウムを加熱し，発生する気体Xを試験管に集めた。しばらく加熱を続け，気体Xが発生しなくなったあと，㉔ある操作を行い，加熱を止めた。加熱後，試験管Pの底には固体Yが残り，口近くの内側には液体Zがついていた。気体Xを集めた試験管に石灰水を加えて振ると，白く濁った。また，液体Zに塩化コバルト紙をつけると，㉕塩化コバルト紙の色が変化したことから，液体Zは水であることが分かった。

〔実験3〕図3のように，試験管Qに炭酸水素ナトリウム 1.0 g，試験管Rに固体Y 1.0 gをとったあと，㉖1回の操作につき，試験管QとRに水を 1.0 cm<sup>3</sup>ずつ加え，20℃での水への溶けやすさを調べた。ある回数この操作を行ったとき，試験管Rの固体Yだけが全て溶けた。次に，この試験管Q，Rに㉗無色の指示薬を加えると，水溶液はどちらも赤色に変化したが，その色の濃さに違いが見られた。これらのことから，固体Yが炭酸ナトリウムであると確認できた。



- (1) 下線部㉔の操作は，試験管Pが割れるのを防ぐために行う。この操作を簡単に書け。
- (2) 次のア～エから，下線部㉕の色の变化として，最も適当なものを1つ選び，その記号を書け。  
 ア 青色→赤色      イ 青色→緑色      ウ 赤色→青色      エ 赤色→緑色
- (3) 実験2では，炭酸水素ナトリウムから炭酸ナトリウムと水と気体Xができる化学変化が起こった。この化学変化を化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の「」に当てはまる化学式をそれぞれ書き，化学反応式を完成させよ。
- (4) 実験3で，試験管Rの固体Y（炭酸ナトリウム）だけが全て溶けたのは，下線部㉖の操作を，少なくとも何回行ったときか。ただし，炭酸ナトリウムは，水 100 g に 20℃で最大 22.1 g 溶けるものとし，20℃での水の密度は 1.0 g/cm<sup>3</sup>とする。
- (5) 下線部㉗の指示薬の名称を書け。また，指示薬を加えたあと，試験管Q，Rの水溶液の色を比べたとき，赤色が濃いのはどちらか。Q，Rの記号で書け。

|     |     |                                                                                                            |    |
|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 問 2 | (1) |                                                                                                            |    |
|     | (2) |                                                                                                            |    |
|     | (3) | $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \boxed{\phantom{Na_2CO_3}} + \boxed{\phantom{H_2O}} + \boxed{\phantom{CO_2}}$ |    |
|     | (4) | 回                                                                                                          |    |
|     | (5) | 指示薬                                                                                                        | 溶液 |
|     |     | 記 号                                                                                                        |    |

|     |     |                                                                                                                 |               |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 問 2 | (1) | ガラス管を水から取り出す。                                                                                                   |               |
|     | (2) | ア                                                                                                               |               |
|     | (3) | $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \boxed{\text{Na}_2\text{CO}_3} + \boxed{\text{H}_2\text{O}} + \boxed{\text{CO}_2}$ |               |
|     | (4) | 5 回                                                                                                             |               |
|     | (5) | 指示薬                                                                                                             | フェノールフタレイン 溶液 |
|     |     | 記 号                                                                                                             | R             |

問 2 (1) ガラス管の先が水の中に入ったままだと、冷えて気圧が下がった試験管 P の中に水が逆流して試験管 P が割れてしまうことがある。

(3) 2 個の炭酸水素ナトリウム ( $2\text{NaHCO}_3$ ) が分解して、炭酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )、二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) ができる。

(4)  $20^\circ\text{C}$  の水 100 g に炭酸ナトリウムは 22.1 g 溶けるので、水 1.0 g ( $1.0\text{cm}^3$ ) には炭酸ナトリウムは 0.221 g 溶ける。操作を 5 回行い、水が合計 5.0 g になると  $0.221 \times 5 = 1.105$  [g] の炭酸ナトリウムを溶かすことができるようになるので、1.0 g の炭酸ナトリウムがすべて溶ける。

(5) フェノールフタレイン溶液は、アルカリ性の液体に反応して赤色を示す。炭酸水素ナトリウムより炭酸ナトリウムの方が、水溶液は強いアルカリ性を示す。

## 【過去問 35】

化学変化と物質の質量の変化との関係調べるために、次の実験Ⅰ・Ⅱを行った。このことについて、下の問1～問5に答えなさい。

(高知県 2020 年度 A)

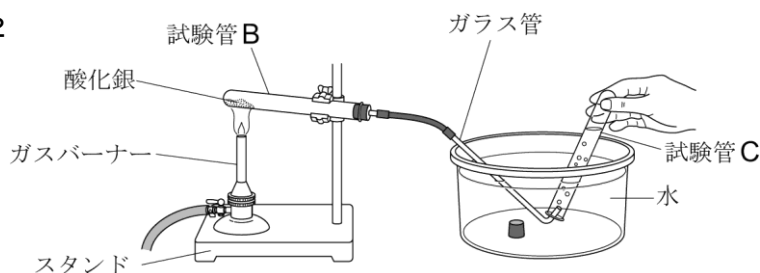
**実験Ⅰ** 図1のように、炭酸水素ナトリウムの粉末の入ったプラスチック容器に、うすい塩酸の入った試験管Aを入れ、ふたで密閉をした後、プラスチック容器全体の質量をはかった。次に、プラスチック容器を密閉したまま傾け、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ合わせると、反応して気体Xが発生した。気体Xが発生しなくなってから、再びプラスチック容器全体の質量をはかると、化学変化の起こる前と質量は変わらなかった。

図1



**実験Ⅱ** 図2のように、試験管Bに酸化銀 1.00 g を入れ、ガスバーナーで加熱をして、発生した気体Yを試験管Cに集めた。気体Yが発生しなくなったら、試験管Bに生じた銀の質量をはかった。同様の実験を、試験管Bに入れる酸化銀の質量を、2.00 g、3.00 g に変えて行った。下の表は、この実験の結果をまとめたものである。

図2



|            |      |      |      |
|------------|------|------|------|
| 酸化銀の質量 [g] | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| 銀の質量 [g]   | 0.93 | 1.86 | 2.79 |

問1 実験Ⅰにおける化学変化を、化学反応式で表せ。



問2 実験Ⅰのように、化学変化の前後で、化学変化に関係する物質全体の質量に変化はないという法則を何とよぶか、書け。

問3 次の文は、実験Ⅰの結果について述べたものである。文中の D・E に当てはまる語の組み合わせとして正しいものを、下のア～エから一つ選び、その記号を書け。

化学変化が起こっても物質全体の質量が変化しなかったのは、化学変化の前後で、原子の D は変化するが、原子の E は変化しないからである。

- |             |           |
|-------------|-----------|
| ア D－組み合わせ   | E－種類や数    |
| イ D－種類や数    | E－組み合わせ   |
| ウ D－種類      | E－数や組み合わせ |
| エ D－数や組み合わせ | E－種類      |

問4 実験Ⅱで発生した気体Yは酸素であると考えられる。気体Yが酸素であることを確かめるためには、どのような実験を行えばよいか、簡潔に書け。

問5 実験Ⅱの結果から考えて、1.70 g の酸化銀から得られる銀と気体Yはそれぞれ何 g か。答えは小数第3位を四捨五入せよ。

|    |                                           |   |
|----|-------------------------------------------|---|
| 問1 | $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ |   |
| 問2 | の法則                                       |   |
| 問3 |                                           |   |
| 問4 |                                           |   |
| 問5 | 銀                                         | g |
|    | 気体Y                                       | g |

|    |                                                                                          |        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 問1 | $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ |        |
| 問2 | 質量保存 の法則                                                                                 |        |
| 問3 | ア                                                                                        |        |
| 問4 | 例<br>火のついた線香を気体Yの中に入れる。                                                                  |        |
| 問5 | 銀                                                                                        | 1.58 g |
|    | 気体Y                                                                                      | 0.12 g |

問1 炭酸水素ナトリウムに塩酸を加えると、塩化ナトリウム (NaCl) と、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) と、水 (H<sub>2</sub>O) の3種類の物質が生成する。

問4 酸素は、ものを燃やすはたらきがある気体なので、火のついた線香などを入れると、線香が激しく燃えることで確かめられる。なお、酸素がもつ、ものを燃やすはたらきを助燃性という。

問5 酸化銀を加熱すると、銀と酸素に分解する。実験結果の表より、1.00 g の酸化銀から 0.93 g の銀が生じるため、分解して生じた酸素は  $1.00 - 0.93 = 0.07$  [g] である。また、酸化銀の質量が 1.00 g の2倍の 2.00 g のとき、生じる銀の質量も 0.93 g の2倍の 1.86 g になっているので、酸化銀の質量がこれらの間である 1.7 倍

の 1.70 g のとき、分解して生じる銀の質量も 1.7 倍となると考えてよく、銀の質量は  $0.93 \times 1.7 = 1.581$  [g] となる。したがって、酸素の質量は  $1.70 - 1.581 = 0.119$  [g] になる。これらの値の小数第 3 位を四捨五入すると、1.58 [g] と 0.12 [g] になる。

## 【過去問 36】

銅と酸素が化合するときの質量の変化を調べるために、銅粉の質量を変え、A～Cの3つの班に分かれて実験を行った。下の□内は、その実験の手順と結果である。

(福岡県 2020 年度)

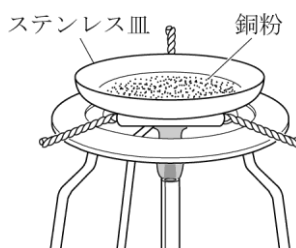
## 【手順】

- ① ステンレス皿の質量をはかる。
- ② ステンレス皿に銅粉をはかりとる。
- ③ 図1のように、銅粉を皿にうすく広げて、ガスバーナーで加熱する。
- ④ 冷ました後、皿をふくめた全体の質量をはかる。
- ⑤ 金属製の葉さじで、皿の中の物質を、こぼさないようによくかき混ぜる。
- ⑥ ③～⑤の操作を、くり返す。

## 【結果】

|                    |     | A班    | B班    | C班    |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|
| 銅粉の質量[g]           |     | 1.20  | 1.60  | 2.00  |
| ステンレス皿の質量[g]       |     | 17.53 | 17.51 | 17.55 |
| 皿をふくめた<br>全体の質量[g] | 1回目 | 18.88 | 19.35 | 19.82 |
|                    | 2回目 | 18.99 | 19.46 | 19.97 |
|                    | 3回目 | 19.03 | 19.51 | 20.03 |
|                    | 4回目 | 19.03 | 19.51 | 20.05 |
|                    | 5回目 | 19.03 | 19.51 | 20.05 |

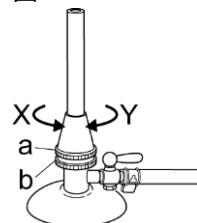
図1



問1 下の□内は、手順③でガスバーナーを操作するとき、点火して生じた赤色(オレンジ色)の炎を、ガスの量を変えずに青色の炎にするための操作について説明したものである。文中の(ア)に、a、bのうち適切な記号を入れよ。また、(イ)に、X、Yのうち適切な記号を入れよ。

図2に示すガスバーナーのねじ(ア)だけを、(イ)の方向に回して調節する。

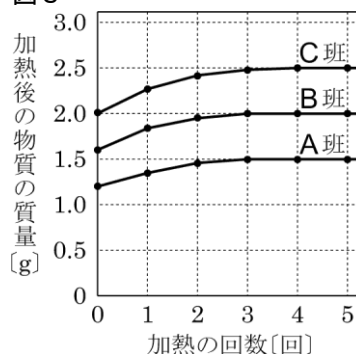
図2



問2 図3は、結果をもとに、加熱の回数と加熱後の物質の質量の関係をグラフに表したものである。また、下の□内は、この実験について考察した内容の一部である。

図3のグラフから、加熱後の物質の質量は、[ ]ので、一定量の銅と化合する酸素の質量には、限界があることがわかった。また、この実験から、銅の質量と化合する酸素の質量との間には、一定の関係があることもわかった。

図3

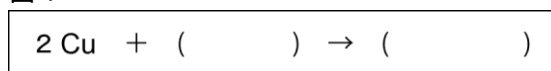


- (1) 文中の[ ]にあてはまる内容を、「加熱の回数」という語句を用いて、簡潔に書け。
- (2) 下線部のことから、C班の2回目の加熱後の皿には、酸素と化合していない銅は、何gあったか。



問3 銅と酸素が化合する化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の図4を完成させよ。

図4



|    |     |                                                  |   |  |
|----|-----|--------------------------------------------------|---|--|
| 問1 | ア   |                                                  | イ |  |
| 問2 | (1) |                                                  |   |  |
|    | (2) | g                                                |   |  |
| 問3 | 図4  | $2 \text{ Cu} + ( \quad ) \rightarrow ( \quad )$ |   |  |

|    |     |                                                           |   |   |
|----|-----|-----------------------------------------------------------|---|---|
| 問1 | ア   | a                                                         | イ | X |
| 問2 | (1) | 例<br>加熱の回数が増えるとともに増加し、やがて変化しなくなった。                        |   |   |
|    | (2) | 0.32 g                                                    |   |   |
| 問3 | 図4  | $2\text{Cu} + ( \text{O}_2 ) \rightarrow ( 2\text{CuO} )$ |   |   |

問1 上にある a が空気調節ねじ、下にある b がガス調節ねじである。炎が赤色（オレンジ色）のときは空気が不足しているので、空気調節ねじを開く。

問2 (1) 加熱によって銅と酸素が化合すると酸化銅となり、加熱前の銅よりも、酸素の分の質量が増加する。十分に加熱し、銅がすべて酸化銅になると、質量が変化しなくなる。

(2) 図3より、加熱前の銅が 2.00 g の C 班では、銅が完全に化合してすべて酸化銅になったとき、質量は 2.50 g になっている。このことから、銅と酸素は  $2.00 : 0.50 = 4 : 1$  の質量比で化合するとわかる。また、C 班の2回目の加熱を行ったとき、皿をふくめた全体の質量は 19.97 g だった。銅粉の質量が 2.00 g、ステンレス皿の質量は 17.55 g なので、 $19.97 - 17.55 - 2.00 = 0.42$  [g] の酸素が銅と化合したとわかる。したがって、2回目の時点では、 $0.50 - 0.42 = 0.08$  [g] の酸素が化合できるだけの銅が残っている。この銅の質量を  $x$  とすると、 $x : 0.08 = 4 : 1$  より、 $x = 0.32$  [g] と求められる。

問3 2個の銅原子 ( $2\text{Cu}$ ) と、1個の酸素分子 ( $\text{O}_2$ ) から、銅原子と酸素原子が  $1 : 1$  の比で結びついた酸化銅 ( $2\text{CuO}$ ) ができる。

## 【過去問 37】

健さん、咲さんと先生の会話文を読んで、あとの問いに答えなさい。

(長崎県 2020 年度)

先 生：今日は化学かいろをつくりましょう。まず、水平な台の上に上皿てんびんを置き、調節ねじで左右をつり合わせたら、鉄粉 6 g、活性炭 3 g、食塩 5 g を正確にはかりとってください。今回は粉末の薬品を使うので薬包紙を使います。では、鉄粉 6 g をはかりとってください。

健さん：A上皿てんびんがつり合ったから、これでいいかな。

咲さん：それだと鉄粉が 6 g より少なくなってしまうから、① 必要があるよ。

先 生：正しく薬品をはかり終えたら、次に 5 % 食塩水をつくりましょう。はかりとった 5 g の食塩に、何 g の水を加えればいいですか。

健さん：( ② ) g です。

先 生：そのとおりです。では、はかりとった鉄粉と活性炭を蒸発皿に入れてよくかき混ぜ、さらに食塩水を 2 cm<sup>3</sup> 加え、ガラス棒でよくかき混ぜたら、温度をはかってください。

咲さん：どんどん温度が上昇していますね。なぜ温度が上昇するのですか。

健さん：( X ) と空気中の ( Y ) が化合し、熱が発生するためじゃないかな。

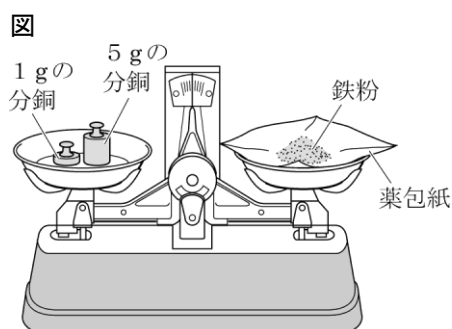
先 生：そうです。市販の化学かいろも同じしくみであたたまっているのですよ。だから使用中の市販の化学かいろを密閉できる袋に入れ、空気をできるだけ抜き、しっかり閉めて保存すれば、発熱を中断させることができますよ。

咲さん：そうなんですね。ところで、B温度が下がる化学反応もありますか。

先 生：塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜ合わせて起こる化学反応がありますよ。このとき C刺激臭のある気体が発生するので、換気に注意して直接かがないでくださいね。

問 1 図は、健さんが下線部 A のように咲さんにたずねたときの上皿てんびんの状態である。会話文中の ① に入る会話文として最も適当なものは、次のどれか。

- ア 鉄粉の下に薬包紙を水でぬらす
- イ 分銅が置いてある皿にも薬包紙をのせる
- ウ 分銅を軽いものにかえる
- エ 鉄粉が置いてある皿にも分銅を置く



問 2 会話文中の ( ② ) に適する数値を入れよ。

問 3 会話文中の ( X ) には適する薬品の名称を、( Y ) には適する気体の名称を入れよ。

問 4 会話文中の下線部 B の化学反応を何というか。

問5 会話文中の下線部Cの気体の性質として最も適当なものは、次のどれか。

- ア 火のついた線香を激しく燃やす。
- イ 漂白や殺菌のはたらきがある。
- ウ 石灰水を白くにごらせる。
- エ 水に溶けやすく、水溶液はアルカリ性である。

|    |   |
|----|---|
| 問1 |   |
| 問2 |   |
| 問3 | X |
|    | Y |
| 問4 |   |
| 問5 |   |

|    |   |      |
|----|---|------|
| 問1 |   | イ    |
| 問2 |   | 95   |
| 問3 | X | 鉄粉   |
|    | Y | 酸素   |
| 問4 |   | 吸熱反応 |
| 問5 |   | エ    |

問2 質量パーセント濃度 [%] =  $\frac{\text{溶質 [g]}}{(\text{溶質} + \text{溶媒}) \text{ [g]}} \times 100$  より、加える水の質量を  $x$  g とすると、5 [%] =  $\frac{5 \text{ [g]}}{(5 + x) \text{ [g]}} \times 100$   $x=95 \text{ [g]}$  となる。

問4 鉄粉と酸素の化合のように、化学変化によって熱が発生する化学反応を発熱反応という。

問5 下線部Cの気体はアンモニアである。アは酸素、イは塩素など、ウは二酸化炭素の性質を述べている。

## 【過去問 38】

次の問いに答えなさい。

(大分県 2020 年度)

問3 マグネシウムの燃焼について調べるために、次の実験を行った。①～③の問いに答えなさい。

① マグネシウムリボンを空気中で燃やすと、白い粉末ができた。

② [図4]のように、二酸化炭素で満たされた集気びんに、火のついたマグネシウムリボンを入れると、すべてよく燃えた。その後、集気びんの底を観察すると白い粉末と黒い粉末が残っていた。

③ ②で、残っていた白い粉末を調べると、①でできた物質と同じであることがわかった。

[図4]

- ① ①で、できた白い粉末は何か。物質名を書きなさい。
- ② 次の化学反応式は、②の化学変化のようすを表したものである。( a ), ( b ) に当てはまる化学式を書きなさい。ただし、( a ) には白い粉末、( b ) には黒い粉末の化学式が入る。
- $$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2( a ) + ( b )$$
- ③ ②で、マグネシウムリボン 2.40 g を燃やすと 4.00 g の白い粉末ができた。このとき、できた黒い粉末の質量は何 g か。四捨五入して小数第二位まで求めなさい。ただし、二酸化炭素分子 100 g にふくまれる炭素原子は 27 g、酸素原子は 73 g とする。

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 問3 | ① |   |  |
|    | ② | a |  |
|    |   | b |  |
|    | ③ | g |  |

|    |   |          |     |
|----|---|----------|-----|
| 問3 | ① | 酸化マグネシウム |     |
|    | ② | a        | MgO |
|    |   | b        | C   |
|    | ③ | 0.59 g   |     |

- 問3 ① マグネシウムが酸素と化合し、酸化マグネシウムになっている。物質が酸素と結びつくことを酸化といい、燃焼は熱や光を出しながら激しく酸化が進む、酸化の一種である。
- ② 火のついたマグネシウムリボン (Mg) を二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の中に入れると、酸化マグネシウム (MgO) と炭素 (C) に化学変化する。このとき、マグネシウムは酸化、炭素は還元されており、反応後に集気びんの底で観察された黒い粉末は、還元されてできた炭素の単体である。
- ③ マグネシウムリボン 2.40 g を燃やすと 4.00 g の酸化マグネシウムの白い粉末ができることから、マグネシウムと化合した酸素の質量は、4.00 - 2.40 = 1.60 [g] である。この質量は、反応前の二酸化炭素にふくまれる酸素原子の質量と等しく、また、二酸化炭素分子において、炭素原子 1 個と酸素原子 2 個の質量比は、27 : 73 なので、できた黒い粉末 (炭素の単体) の質量を x g とすると、

$27 : 73 = x : 1.60$  より,  $x = 0.591 \cdots$  [g] より, 0.59 g となる。

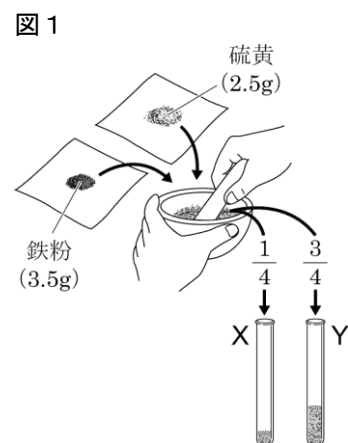
## 【過去問 39】

裕子さんは、鉄と硫黄の混合物を加熱したときの変化を調べるために、次のような実験を行い、結果を表にまとめた。後の問いに答えなさい。

(宮崎県 2020 年度)

## 〔実験〕

① 図1のように、乳ばちと乳棒を用いて、鉄粉3.5gと硫黄2.5gをよく混ぜ合わせ、試験管Xにその $\frac{1}{4}$ を、試験管Yに残りの分をそれぞれ入れた。



② 試験管Xは、試験管立てに立てておいた。

③ 試験管Yに脱脂綿でゆるく栓をし、図2のように、混合物の上部をガスバーナーで加熱した。a色が赤色になりはじめたら、ガスバーナーの火を消し、変化のようすを観察した。

④ 加熱した試験管が冷めたら、図3のように、試験管X、Yに磁石を近づけ、磁石へのつき方をそれぞれ調べた。

⑤ 試験管X、Yの中身を少量ずつ取り出して、別の試験管に入れ、図4のように、それぞれにうすい塩酸を2、3滴加えて、発生した気体のにおいを調べた。

図2

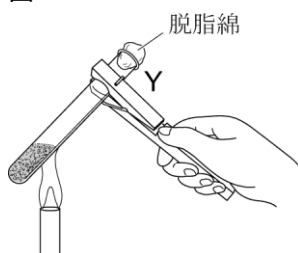


図3

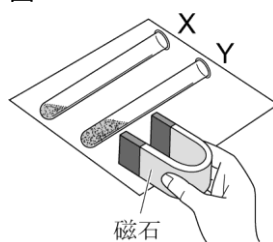
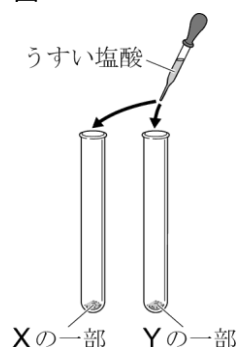


図4



## 表

| 試験管             | 磁石へのつき方    | 発生した気体のにおい |
|-----------------|------------|------------|
| 試験管X (熱する前の混合物) | 引き寄せられた    | cにおいはなかった  |
| b試験管Y (熱した後の物質) | 引き寄せられなかった | 特有のにおいがした  |

問1 下線部aに関して、加熱をやめても反応が続いた。次の文は、いったん反応がはじまると加熱をやめても反応が続いた理由である。A, Bに入る適切な言葉の組み合わせを、下のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

化学変化のときに熱を A したために、まわりの温度が B が起こったから。

ア A : 吸収 B : 上がる吸熱反応

イ A : 吸収 B : 下がる吸熱反応

ウ A : 放出 B : 上がる発熱反応

エ A : 放出 B : 下がる発熱反応

問2 表中の下線部 **b** に関して、試験管 Y 内には黒い物質ができた。試験管 Y を熱した後の黒い物質の説明として、最も適切なものはどれか。次の **ア**～**エ** から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア** 単体で、分子が集まってできている物質である。  
**イ** 単体で、分子というまとまりをもたない物質である。  
**ウ** 化合物で、分子が集まってできている物質である。  
**エ** 化合物で、分子というまとまりをもたない物質である。

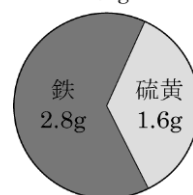
問4 裕子さんは、**実験**の化学変化について、次のようにまとめた。**A** には適切な数値を入れなさい。また、**B** の  内の正しい方を選び、記号で答えなさい。ただし、**A** の答えは、小数第3位を四捨五入して求めなさい。

〔まとめ〕

表より、試験管 Y を熱した後の黒い物質は、もとの鉄や硫黄と性質のちがう物質と考えることができる。

化学変化において、反応する物質の質量の比はつねに一定であり、鉄と硫黄の反応では、**図7**のように、鉄 2.8 g と硫黄 1.6 g が化学反応し、4.4 g の物質をつくる。よって、**実験**の試験管 Y においては、**A** g の **B** **ア** 硫黄 **イ** 鉄 が化学変化せずに残ると考えられる。

**図7**  
反応後の物質  
4.4g



|    |   |   |   |  |
|----|---|---|---|--|
| 問1 |   |   |   |  |
| 問2 |   |   |   |  |
| 問4 | A | g | B |  |

|    |   |        |   |   |
|----|---|--------|---|---|
| 問1 | ウ |        |   |   |
| 問2 | エ |        |   |   |
| 問4 | A | 0.38 g | B | ア |

問1 熱を放出してまわりの温度が上がるのが発熱反応，熱を吸収してまわりの温度が下がるのが吸熱反応である。

問2 鉄と硫黄が化合すると、硫化鉄 (FeS) ができる。この硫化鉄は化合物だが、分子というまとまりをもたない。

問4 鉄と硫黄は、 $2.8 : 1.6 = 7 : 4$ の質量の比で化合する。試験管 Y には、鉄と硫黄のうち、試験管 X に  $\frac{1}{4}$  を入

れた残りである  $\frac{3}{4}$  の質量が入れているため、 $3.5 \times \frac{3}{4} = 2.625$  [g] の鉄と、

$2.5 \times \frac{3}{4} = 1.875$  [g] の硫黄が入っており、これらがちょうど反応するときの硫黄の質量を  $x$  [g] とすると、

$7 : 4 = 2.625 : x$  より、 $x = 1.5$  [g] したがって、硫黄が  $1.875 - 1.5 = 0.375$  [g] 残るので、小数第3位を四捨五入すると 0.38 g となる。

## 【過去問 40】

玲央さんと紗和さんは、ホットケーキがふくらむことや、断面にすきまがたくさんできることに興味を持っていた。そこで先生から「ホットケーキがふくらむ理由は、原材料に含まれる炭酸水素ナトリウムの加熱で起こる化学変化」というアドバイスを受け、次の〈実験Ⅰ〉を行った。

(沖縄県 2020 年度)

## 〈実験Ⅰ〉

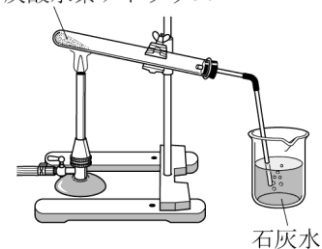
炭酸水素ナトリウム約 2 g を試験管に入れ、図 1 の装置で加熱した。

## 〈結果Ⅰ〉

1. 発生した気体 A がビーカーに入った石灰水を白くにごらせた。
2. 加熱後、気体が発生しなくなって、試験管には白い固体 B が残った。
3. 加熱していた試験管の口の内側には無色の液体 C が付着していた。

図 1

炭酸水素ナトリウム



## 〈考察Ⅰ〉

1. 石灰水が白くにごったことから、発生した気体 A は ( ① ) であることがわかった。この気体が発生することでホットケーキがふくらむことがわかった。
2. 炭酸水素ナトリウムと白い固体 B を比較したところ、水へのとけ方やフェノールフタレイン溶液との反応で違いがみられたため、炭酸水素ナトリウムは違う物質に変化したことがわかった。
3. 無色の液体 C に、青色の ( ② ) を反応させると、うすい赤色 ( 桃色 ) に変わったことから、無色の液体 C は ( ③ ) であることがわかった。

問 1 ( ① ) に当てはまる物質名を答えなさい。

問 2 気体 A についての説明文として誤っているものを、次のア～エの中から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア ペットボトルに水を半分入れ、気体 A をペットボトルの水の入っていない空間に十分に入れた。ふたを閉め、よく振ったところ、ペットボトルが大きくへこんだ。
- イ 気体 A を入れた集気びんに、点火したマグネシウムリボンを入れると、激しく燃えて、びんの中に黒い物質がところどころ付着していた。
- ウ 化石燃料の使用により放出される気体 A は、地球温暖化の原因の 1 つである。化石燃料の使用を減らす取り組みとして、再生可能エネルギーの利用や省エネルギー技術の開発が進められている。
- エ 気体 A のとけた水溶液に pH 試験紙をつけると、pH 7 より大きくなり酸性を示す。また、大気中の気体 A は、雨にとけ強い酸性を示す酸性雨となる。

問 3 次の問いに答えなさい。

- (1) ( ② ) に当てはまる語句を、次のア～エの中から 1 つ選び記号で答えなさい。

ア ベネジクト液      イ BTB 溶液      ウ 塩化コバルト紙      エ ヨウ素溶液

- (2) ( ③ ) に当てはまる物質を化学式で答えなさい。化学式はアルファベットの太文字、小文字、数字を書く位置や大きさに気をつけて答えなさい。



問4 〈考察Ⅰ〉下線部の結果で、最も適当なものを次のア～エの中から1つ選び記号で答えなさい。

|   | 水へのとけ方    |       | フェノールフタレイン溶液との反応 |       |
|---|-----------|-------|------------------|-------|
|   | 炭酸水素ナトリウム | 固体B   | 炭酸水素ナトリウム        | 固体B   |
| ア | 少しとける     | よくとける | 赤色               | うすい赤色 |
| イ | 少しとける     | よくとける | うすい赤色            | 赤色    |
| ウ | よくとける     | 少しとける | 赤色               | うすい赤色 |
| エ | よくとける     | 少しとける | うすい赤色            | 赤色    |

玲央さんと紗和さんは、〈実験Ⅰ〉より炭酸水素ナトリウムはアルカリ性であることがわかった。先生から、炭酸水素ナトリウムを塩酸と反応させたときの質量の関係について調べてみるようにアドバイスを受け、次の〈実験Ⅱ〉を行った。

〈実験Ⅱ〉

図2のように、うすい塩酸 25.00 g に、炭酸水素ナトリウムを加え、反応前後の質量をはかった。これを、炭酸水素ナトリウムの質量を変えて6回おこなった。

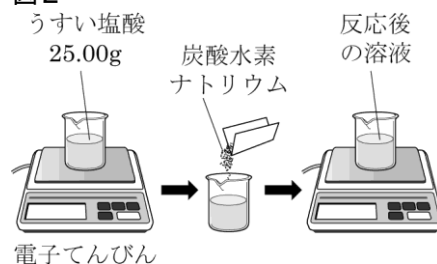
〈結果Ⅱ〉

1. 塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えたところ、気体が発生した。
2. それぞれの反応前後の質量は表1のとおりであった。

表1

| 回数                            | 1回目   | 2回目   | 3回目   | 4回目   | 5回目   | 6回目   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| うすい塩酸 25.00g を入れたビーカー全体の質量[g] | 85.50 | 85.50 | 85.50 | 85.50 | 85.50 | 85.50 |
| 加えた炭酸水素ナトリウムの質量[g]            | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 4.00  | 5.00  | 6.00  |
| 反応後のビーカー全体の質量[g]              | 86.00 | 86.50 | 87.00 | 87.75 | 88.75 | 89.75 |

図2



問5 次の文は玲央さんと紗和さんが〈結果Ⅱ〉をふまえて〈考察〉を行ったときの会話の一部である。なお、反応によって発生した気体はすべて空気中に出ていったものとする。

玲央 反応後のビーカー全体の質量は、うすい塩酸 25.00 g を入れたビーカー全体の質量と炭酸水素ナトリウムを合わせた質量に比べると、減っているよ。

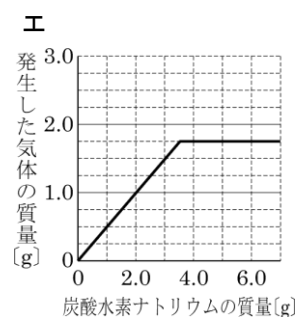
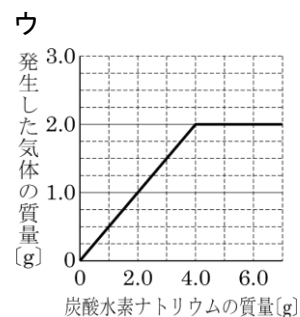
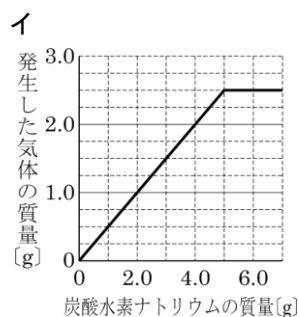
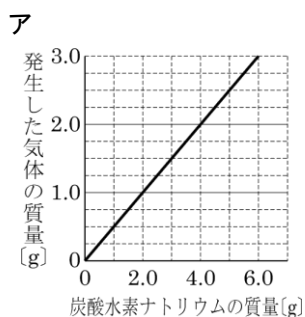
紗和 発生した気体がビーカーの外に出ていったから、反応後の質量は減っているんだね。

玲央 炭酸水素ナトリウムの質量を変えると、発生する気体の質量も変わることがわかるね。

紗和 炭酸水素ナトリウムの質量と、発生した気体の質量の関係を表すグラフを作成してみるね。  
グラフでは炭酸水素ナトリウムの質量と、発生した気体の質量は、途中まで比例しているよ。

玲央 今回は実験しなかったけど、もし、炭酸水素ナトリウム 7.00 g をすべて反応させるとしたら、同じ濃度のうすい塩酸が最低  g 以上必要ってことが計算でわかるね。

(1) 会話文中のグラフとして、最も適当なものを次のア～エの中から1つ選び記号で答えなさい。



(2) 会話文中の  に入る適切な数値を、次のア～クの中から1つ選び記号で答えなさい。

ア 25.00

イ 30.00

ウ 35.00

エ 40.00

オ 45.00

カ 50.00

キ 55.00

ク 60.00

|    |     |
|----|-----|
| 問1 |     |
| 問2 |     |
| 問3 | (1) |
|    | (2) |
| 問4 |     |
| 問5 | (1) |
|    | (2) |

|     |       |                  |
|-----|-------|------------------|
| 問 1 | 二酸化炭素 |                  |
| 問 2 | エ     |                  |
| 問 3 | (1)   | ウ                |
|     | (2)   | H <sub>2</sub> O |
| 問 4 | イ     |                  |
| 問 5 | (1)   | エ                |
|     | (2)   | カ                |

問 2 pHの値が7となるときは中性を示しており，数字が小さくなるほど酸性が強い。

問 3 (1) 青色の塩化コバルト紙に水をつけると，うすい赤色（桃色）に変わることから，水の有無を検出する際に利用される。**ア**のベネジクト液はブドウ糖や麦芽糖などの小さな糖に反応して赤褐色の沈殿を生じる指示薬，**イ**のBTB溶液は酸性で黄色，中性で緑色，アルカリ性で青色を示す指示薬，**エ**のヨウ素溶液はデンプンに反応して青紫色になる指示薬である。

問 4 炭酸水素ナトリウムを熱分解してできた**固体B**は炭酸ナトリウムで，炭酸水素ナトリウムと比べて水によくとけ，強いアルカリ性を示す。

問 5 (1) うすい塩酸 25.00 g を入れたビーカー全体の質量を①，加えた炭酸水素ナトリウムの質量を②，反応後のビーカー全体の質量を③とすると，この実験ではビーカーを密閉しておらず，発生した気体は空気中に逃げるため，発生した気体の質量は①+②-③で求めることができる。この式をもとに計算をすると，発生した気体の質量は，表 1 の 1 回目から順に，0.50 g，1.00 g，1.50 g，1.75 g，1.75 g となる。

(2) (1)より，炭酸水素ナトリウム 1.00 g で気体が 0.50 g 発生しているので，気体が 1.75 g 発生したときに反応した炭酸水素ナトリウムの質量は， $1.00 \times \frac{1.75}{0.5} = 3.5$  [g] である。したがって，うすい塩酸 25.00 g に対し炭酸水素ナトリウム 3.5 g が過不足なく反応することから，炭酸水素ナトリウム 7.00 g をすべて反応させることができるうすい塩酸の質量は， $25.00 \times \frac{7.00}{3.5} = 50.00$  [g] である。