

# 11 化学変化と熱

## 1 化学変化と熱

(1) **化学変化の利用** 天然ガスなどの燃料を燃焼させて得られる熱を調理などに利用している。

**例** メタン(CH<sub>4</sub>)の燃焼  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

\* エタノールもメタンと同じように炭素と水素をふくむ有機物なので、燃焼させると二酸化炭素と水ができる。

### 実験 化学変化による温度変化

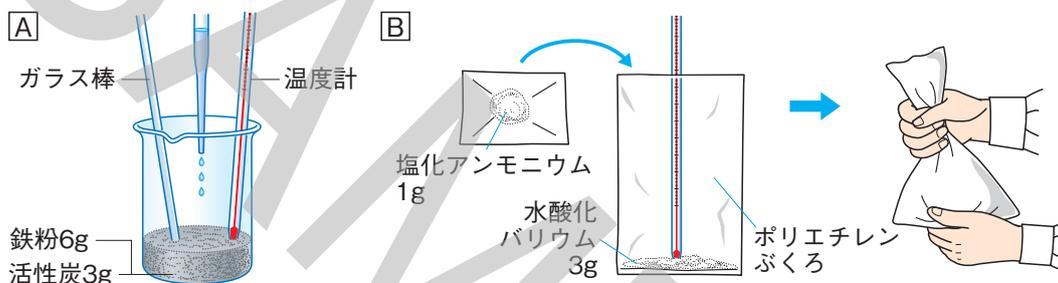
実験 13 p.67

**方法** **A**鉄粉の酸化(化学かいろ)

鉄粉 6g と活性炭 3g を混ぜ、食塩水を数滴たらし、かき混ぜながら 1 分ごとに温度をはかる。

**B**アンモニアの発生

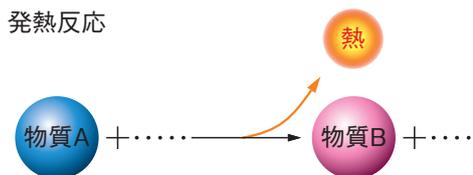
ポリエチレンぶくろに水酸化バリウム 3g を入れて温度を確認し、塩化アンモニウム 1g を加える。ぶくろの口を閉じ、ぶくろをもんで中を混ぜ合わせながら、1 分ごとに温度をはかる。



**結果** **A**(反応前)20.0℃→(反応後)75.0℃      **B**(反応前)18.0℃→(反応後)2.0℃

**考察** 化学変化では、温度が上がる場合と下がる場合がある。

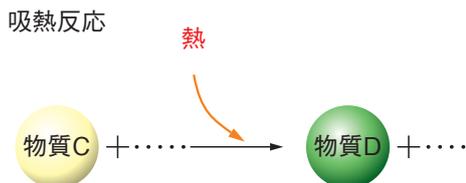
(2) **発熱反応** 熱を周囲に出す化学変化。温度が上がる。



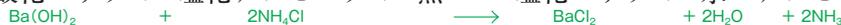
**例** 鉄 + 酸素 → 酸化鉄 + 熱      化学かいろなどに利用。

酸化カルシウム + 水 → 水酸化カルシウム + 熱      あたためる弁当などに利用。

(3) **吸熱反応** 熱を周囲からうばう化学変化。温度が下がる。



**例** 水酸化バリウム + 塩化アンモニウム + 熱 → 塩化バリウム + 水 + アンモニア



炭酸水素ナトリウムとクエン酸を入れたビーカーに水を数滴たらし、ビーカーの底が冷たく感じる。

(4) **化学エネルギー** 物質がもっているエネルギー。化学変化によって熱などとしてとり出すことができる。

確認問題

学習日

月

日

1 化学変化と熱

- (1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。
  - ① 家庭用の燃料の多くは〔 〕なので、燃焼させると二酸化炭素と水ができる。
  - ② 鉄粉と活性炭を混ぜ、食塩水を数滴たらしたときに熱が発生し、温度が上がる反応を利用したものを〔 〕という。
  - ③ 水酸化バリウムと塩化アンモニウムを混ぜて反応させると〔 〕が発生して、温度が下がる。
  - ④ 酸化カルシウムに水を加えると〔 〕ができる。  
この反応では〔 〕するため、食品の加熱などに利用されている。
  - ⑤ 炭酸水素ナトリウムとクエン酸を入れたビーカーに水を数滴たらし、ビーカーの底をさわると、〔 〕感じる。
  - ⑥ 化学変化が起こるときには〔 〕の出入りがともなっている。
  - ⑦ 熱を周囲に出す化学変化を〔 〕という。  
この化学変化では、温度が〔 〕。
  - ⑧ 熱を周囲からうばう化学変化を〔 〕という。  
この化学変化では、温度が〔 〕。
  - ⑨ 化学変化によって、熱などとしてとり出すことのできる、物質がもっているエネルギーを〔 〕という。

□(2) ガスバーナーは、都市ガスなどが燃焼するときに出る熱を利用している。

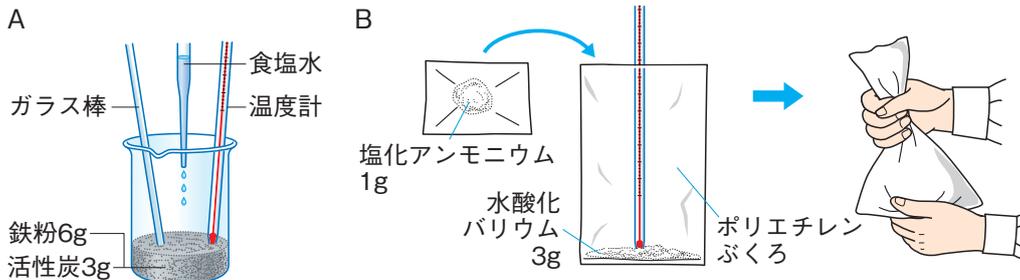
- ① ガスバーナーにはガス調節ねじのほかに空気調節ねじがついている。空気にふくまれている、都市ガスなどの燃焼に必要な物質は何か。化学式で書きなさい。〔 〕
- ② 都市ガスには、化学式 $\text{CH}_4$ で示される気体が多くふくまれている。この物質は何か。物質名を書きなさい。〔 〕
- ③ ②の気体 $\text{CH}_4$ の燃焼を表す化学反応式を答えなさい。  
〔 〕



□(3) 2つの化学変化A、Bによる温度変化について調べた。

A：鉄粉と活性炭の混合物に食塩水をたらした。

B：水酸化バリウムと塩化アンモニウムの粉末をポリエチレンぶくろに入れ、混ぜ合わせた。



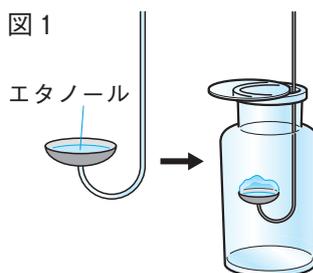
- ① 温度が上がる化学変化はどちらか。〔 〕
- ② 熱を周囲からうばう化学変化はどちらか。〔 〕

# 基本問題

学習日 月 日

① 【有機物の燃焼】 エタノールを使って、有機物の燃焼について、次の実験を行った。

[実験]① 図1のように、燃焼さじにエタノールを入れて火をつけ、乾いた集気びんの中で燃焼させたところ、しばらくして火が消え、集気びんの内側が白くもった。

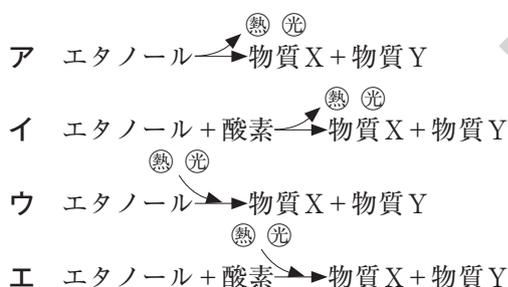


② 燃焼さじを取り出した後、図2のように、青色の塩化コバルト紙を白くもった部分につけると、塩化コバルト紙が桃色に変化した。



③ 集気びんの中に石灰水を入れてよくふったところ、石灰水が白くにごった。

- (1) 実験の②で、塩化コバルト紙の色を変えた物質は何か。
- (2) 実験の③で、石灰水を白くにごらせた気体の性質を次のようにまとめた。  
( )の①、②について、適切なものをそれぞれ選び、記号で答えなさい。  
水に①(ア 非常によくとけ イ 少しとけ)、密度は空気より②(ア 小さい イ 大きい)。
- (3) エタノールの燃焼を表したものとして適切なものはどれか。次から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、石灰水を白くにごらせた物質をX、塩化コバルト紙の色を変えた物質をYとする。

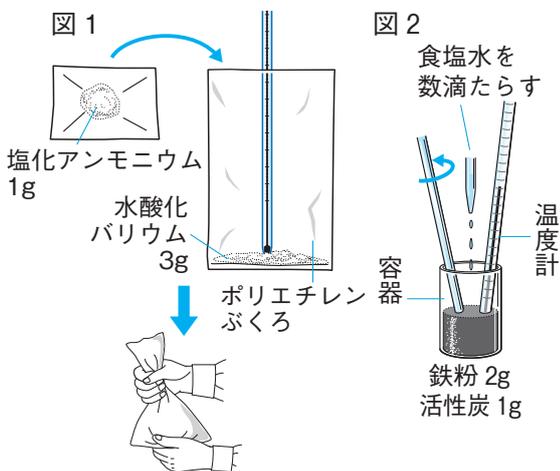


- (4) (3)の物質Xと物質Yの化学式をそれぞれ答えなさい。

② 【化学変化による熱の出入り】

図1、2のような装置で実験し、その温度変化を調べた。

- (1) 図1の実験で発生した気体は何か。
- (2) ①図1、②図2の実験で、それぞれの温度はどのように変化したか。
- (3) ①図1、②図2のような熱の出入りの化学変化を、それぞれ何というか。



①

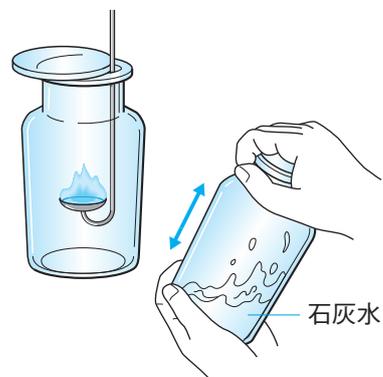
- (1) \_\_\_\_\_
- (2)① \_\_\_\_\_
- ② \_\_\_\_\_
- (3) \_\_\_\_\_
- (4)X \_\_\_\_\_
- Y \_\_\_\_\_

②

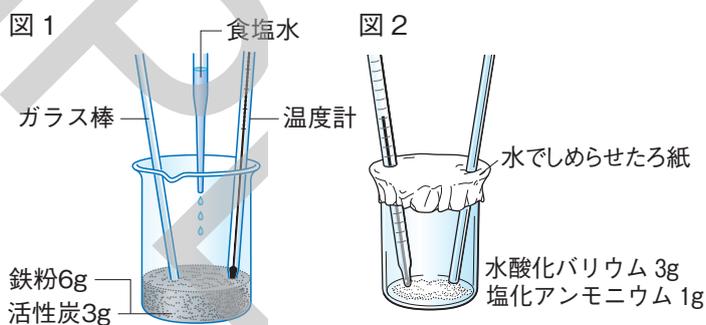
- (1) \_\_\_\_\_
- (2)① \_\_\_\_\_
- ② \_\_\_\_\_
- (3)① \_\_\_\_\_
- ② \_\_\_\_\_

1 有機物とその燃焼について、次の問いに答えなさい。

- (1) 有機物に必ずふくまれる元素は何か。 ( )
- (2) (1)の元素以外で、ほとんどの有機物にふくまれる元素は何か。 ( )
- (3) 図のように、集気びんの中でエタノールを燃焼させた。びんが冷えてくるとびんの内側が白くもった。その後、びんに石灰水を入れてよくふったところ、ある変化が見られた。
- ① 白くもった部分に塩化コバルト紙をつけると何色に変化するか。 ( )
- ② 白いくもりをつくっている物質は何か。 ( )
- ③ 石灰水はどのように変化したか。簡潔に書きなさい。 ( )
- ④ ③の変化は何という物質によるものか。 ( )
- (4) 有機物や無機物の分類や特徴について説明した次の文のうち、適当なものはどれか。全て選び、記号で答えなさい。 ( )
- ア 金属は全て無機物である。
- イ ガラスは有機物である。
- ウ 二酸化炭素は無機物である。
- エ 有機物の燃焼のほとんどは吸熱反応である。



2 図1のように、ビーカーに鉄粉6gと活性炭3gを入れ、少量の食塩水を加えてからガラス棒で混ぜ、温度の変化を調べた。また、図2のように、ビーカーに塩化アンモニウム1gと水酸化バリウム3gを入れ、水で湿らせたろ紙をかぶせてからガラス棒で混ぜ、温度の変化を調べた。



- (1) 図2において、水でしめらせたろ紙をビーカーにかぶせたのはなぜか。簡潔に書きなさい。 ( )
- (2) 図1で、活性炭を入れたのは、何と反応させやすくするためか。 ( )
- (3) 化学変化によって熱などとしてとり出せる、物質がもつエネルギーを何というか。 ( )
- (4) 周囲から熱をうばう化学変化が起こっているのは、図1、図2のどちらか。 ( )
- (5) 化学変化による温度の変化を利用していないものはどれか。次から1つ選び、記号で答えなさい。 ( )
- ア 炭酸水素ナトリウムとクエン酸と水が入った冷却パック
- イ ふくろの中に、鉄粉や活性炭の入った化学かいろ
- ウ 底に生石灰(酸化カルシウム)と水を入れ、必要に応じて生石灰に水をかけてあたためる弁当
- エ 紙おむつなどにも使われる吸水性ポリマーに水をたくわえ、何度も氷にできるようにした保冷剤

# トレーニング

学習日 月 日

□(1)【元素記号】 次の元素記号を答えなさい。

- |           |          |          |
|-----------|----------|----------|
| □① 水素     | □② 酸素    | □③ 炭素    |
| ( )       | ( )      | ( )      |
| □④ 窒素     | □⑤ ナトリウム | □⑥ 銀     |
| ( )       | ( )      | ( )      |
| □⑦ マグネシウム | □⑧ 銅     | □⑨ 鉄     |
| ( )       | ( )      | ( )      |
| □⑩ 硫黄     | □⑪ 塩素    | □⑫ カルシウム |
| ( )       | ( )      | ( )      |
| □⑬ バリウム   | □⑭ カリウム  | □⑮ 亜鉛    |
| ( )       | ( )      | ( )      |

□(2)【化学式の表す物質名】 次の化学式が表す物質の名称を答えなさい。

- |              |               |             |
|--------------|---------------|-------------|
| □① $H_2$     | □② $O_2$      | □③ $Cl_2$   |
| ( )          | ( )           | ( )         |
| □④ $H_2O$    | □⑤ $CO_2$     | □⑥ $NH_3$   |
| ( )          | ( )           | ( )         |
| □⑦ $NaHCO_3$ | □⑧ $Na_2CO_3$ | □⑨ $Ag_2O$  |
| ( )          | ( )           | ( )         |
| □⑩ $MgO$     | □⑪ $CuO$      | □⑫ $FeS$    |
| ( )          | ( )           | ( )         |
| □⑬ $CuS$     | □⑭ $BaCl_2$   | □⑮ $NaCl$   |
| ( )          | ( )           | ( )         |
| □⑯ $HCl$     | □⑰ $Ba(OH)_2$ | □⑱ $NH_4Cl$ |
| ( )          | ( )           | ( )         |

□(3)【化学式】 次の物質の化学式を答えなさい。

- |              |            |             |
|--------------|------------|-------------|
| □① 水素        | □② 酸素      | □③ 塩素       |
| ( )          | ( )        | ( )         |
| □④ 水         | □⑤ 二酸化炭素   | □⑥ アンモニア    |
| ( )          | ( )        | ( )         |
| □⑦ 炭酸水素ナトリウム | □⑧ 炭酸ナトリウム | □⑨ 酸化銀      |
| ( )          | ( )        | ( )         |
| □⑩ 酸化マグネシウム  | □⑪ 酸化銅     | □⑫ 硫化鉄      |
| ( )          | ( )        | ( )         |
| □⑬ 硫化銅       | □⑭ 塩化バリウム  | □⑮ 塩化ナトリウム  |
| ( )          | ( )        | ( )         |
| □⑯ 塩化水素(塩酸)  | □⑰ 水酸化バリウム | □⑱ 塩化アンモニウム |
| ( )          | ( )        | ( )         |

□(4)【化学反応式】 次の化学変化を化学反応式で表しなさい。

□① 炭酸水素ナトリウムの熱分解

{

□② 酸化銀の熱分解

{

□③ 水の電気分解

{

□④ 鉄と硫黄が結びつく化学変化

{

□⑤ 銅と硫黄が結びつく化学変化

{

□⑥ 水素と酸素が結びつく化学変化

{

□⑦ 炭素の燃焼

{

□⑧ 銅の酸化

{

□⑨ マグネシウムの燃焼

{

□⑩ マグネシウムの二酸化炭素中での燃焼

{

□⑪ 酸化銅の炭素による還元

{

□⑫ 酸化銅の水素による還元

{

□⑬ 硫酸と塩化バリウム水溶液の反応

{

□⑭ 炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応

{

□(5)【メタンの燃焼】 メタンは、天然ガスの主成分で、都市ガスに利用されている有機物である。メタン $\text{CH}_4$ を燃焼(酸化)させると、水と二酸化炭素ができる。この反応を化学反応式で表しなさい。

{

□(6)【エタノールの燃焼】 エタノールの化学式は、 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ である。エタノールが燃焼して、水と二酸化炭素ができる反応を化学反応式で表しなさい。

{

□(7)【アンモニアの発生】 水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2$ と塩化アンモニウム $\text{NH}_4\text{Cl}$ を混ぜると、塩化バリウム $\text{BaCl}_2$ と水ができ、アンモニアが発生する。この反応を化学反応式で表しなさい。

{

□(8)【酸化カルシウムと水との反応】 酸化カルシウム $\text{CaO}$ に水を混ぜると、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ができる。水酸化カルシウムの水溶液は石灰水として知られている。

□① 酸化カルシウムと水が反応して、水酸化カルシウムができる化学変化を化学反応式で表しなさい。

{

□② 二酸化炭素を石灰水(水酸化カルシウム水溶液)に通すと、白くにごる(炭酸カルシウム $\text{CaCO}_3$ の白い沈殿ができる)。この反応を化学反応式で表しなさい。

{

□(9)【化学変化のモデル】 水素原子を⊗、酸素原子を○、銅原子を●、炭素原子を◎で表すとき、次の化学変化をモデルで表しなさい。

□① 水素の燃焼

{

□② 酸化銅の炭素による還元

{

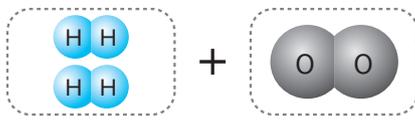
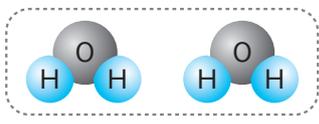
# 基本のまとめ

学習日 月 日

● 重要図解整理 図の□に当てはまる語句や数値を入れて、基本事項を整理しよう。

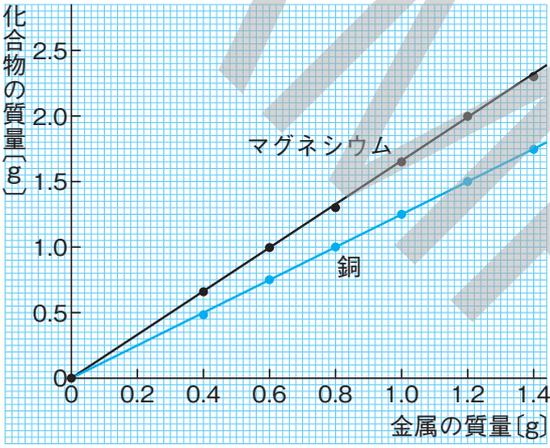
9 化学変化と質量の変化

◆質量保存の法則

	反応前	反応後
モデル		
原子数	水素原子 ① 個 酸素原子 ② 個	水素原子 ③ 個 酸素原子 ④ 個
質量例	水素1.0g、酸素8.0g	水 ⑤ g
	水素4.0g、酸素 ⑥ g	水36.0g

10 化学変化する物質ごとの質量の関係

◆金属の酸化と質量



グラフは、① を通る直線  
→金属の質量と化合物(酸化物)の質量は  
② する。

質量の比は、  
マグネシウム：酸化マグネシウム：酸素  
= 3 : 5 : ③

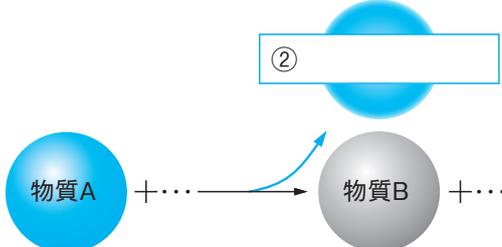
銅：酸化銅：酸素  
= 4 : ④ : 1

11 化学変化と熱

◆温度が上がる反応

周囲に熱を出す

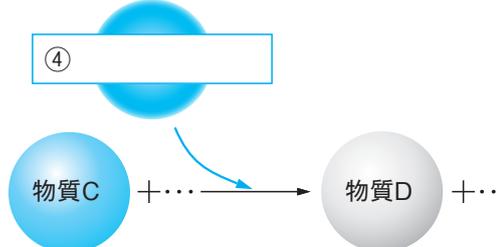
①



◆温度が下がる反応

周囲から熱をうばう

③



58

## ● 基本事項の確かめ

### 【化学変化と質量の変化】

- ① 水溶液にとけきれなくなつてにごつたり、しずんだりした物質を何というか。 ① \_\_\_\_\_
- ② 硫酸と塩化バリウム水溶液の反応でできる沈殿は何か。 ② \_\_\_\_\_
- ③ 炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応でできる気体は何か。 ③ \_\_\_\_\_
- ④ 化学変化の前後で、物質全体の質量は変わらないことを何の法則というか。 ④ \_\_\_\_\_
- ⑤ 水素 1g が燃えて水 9g ができた。水素と結びついた酸素は何gか。 ⑤ \_\_\_\_\_
- ⑥ 10g の砂糖を 100g の水にとかしてできる砂糖水は何gか。 ⑥ \_\_\_\_\_
- ⑦ 氷 100g がとけてできる水は何gか。 ⑦ \_\_\_\_\_

### 【化学変化する物質どうしの質量の関係】

- ① 銅の酸化物は何か。化学式で書きなさい。 ① \_\_\_\_\_
- ② 金属の質量と、その金属の酸化物の質量の間にはどのような関係があるか。 ② \_\_\_\_\_
- ③ 金属の質量と、金属と結びつく酸素の質量の間にはどのような関係があるか。 ③ \_\_\_\_\_
- ④ 銅 4.0g から酸化銅 5.0g ができた。酸化銅 2.0g を還元してできる銅は何gか。 ④ \_\_\_\_\_

### 【化学変化と熱】

- ① 燃料として使われるメタンは炭素をふくむ。このような物質を何というか。 ① \_\_\_\_\_
- ② 物体の温度変化の原因となるもののことを何というか。 ② \_\_\_\_\_
- ③ 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。 ③ \_\_\_\_\_
- ④ 化学変化が起こるときに温度が下がる反応を何というか。 ④ \_\_\_\_\_
- ⑤ 化学かいろに应用されている化学変化は、鉄の酸化・還元のどちらか。 ⑤ \_\_\_\_\_

## ● 記述の練習

### 【化学変化と質量の変化】

- ① 化学変化で、質量保存の法則がなり立つ理由の 1 つは、物質をつくっているそれぞれの原子の質量が変わらないことである。そのほかの理由は何か。簡潔に書きなさい。

### 【化学変化する物質どうしの質量の関係】

- ① 金属を酸化させて質量の変化を調べる実験を行うとき、金属のかたまりではなく粉末を用いたり、よくかき混ぜながら行ったりするのはなぜか。簡潔に書きなさい。

### 【化学変化と熱】

- ① 硫黄の粉末と鉄粉が結びつく化学反応をさせるとき、最初は加熱するが、反応が始まると加熱をやめても反応が進むのはなぜか。「熱」という語句を用いて簡潔に書きなさい。

## 1 物質のなり立ち

- (1) \_\_\_\_\_ もとの物質とはちがう物質ができる変化。
- (2) \_\_\_\_\_ 1種類の物質が2種類以上の物質に分かれる化学変化。
- (3) \_\_\_\_\_ 物質に熱を加えて分解すること。
- (4) \_\_\_\_\_ 水にとけにくい気体を、水と置きかえて集める方法。
- (5) \_\_\_\_\_ 二酸化炭素の検出に使う薬品。水酸化カルシウム水溶液。
- (6) \_\_\_\_\_ 水の検出に使う青色の試験紙。水にふれると、桃色に変化する。
- (7) \_\_\_\_\_ 水溶液のアルカリ性を検出する薬品。アルカリ性の水溶液で赤色に変化する。
- (8) \_\_\_\_\_ 金属をみがくと光る特有のかがやき。
- (9) \_\_\_\_\_ 物質に電流を流して分解すること。
- (10) \_\_\_\_\_ それ以上分割することのできない最小の粒子。
- (11) \_\_\_\_\_ 原子説を唱えたイギリスの学者。
- (12) \_\_\_\_\_ 原子の種類のこと。
- (13) \_\_\_\_\_ 元素を表す1文字、または2文字のアルファベットからなる記号。
- (14) \_\_\_\_\_ 性質をもとに元素を整理した表。
- (15) \_\_\_\_\_ いくつかの原子が結びついた、物質の性質を示す最小単位。
- (16) \_\_\_\_\_ 分子説を提唱したイタリアの学者。
- (17) \_\_\_\_\_ 元素記号を用いて物質を表したもの。
- (18) \_\_\_\_\_ 1種類の元素からできている物質。
- (19) \_\_\_\_\_ 2種類以上の元素からできている物質。
- (20) \_\_\_\_\_ 1種類の物質からできているもの。
- (21) \_\_\_\_\_ 2種類以上の物質が混じり合っている物。

## 2 物質どうしの化学変化

- (1) \_\_\_\_\_ 化学式を組み合わせて、化学変化を化学式で表した式。

## 3 酸素がかかわる化学変化

- (1) \_\_\_\_\_ 物質が酸素と結びつくこと。
- (2) \_\_\_\_\_ 酸化によってできる物質。
- (3) \_\_\_\_\_ 酸化の中でも特に、物質が熱や光を出しながら激しく酸化されること。
- (4) \_\_\_\_\_ 金属が空気中の酸素とゆっくり結びついてできる酸化物。
- (5) \_\_\_\_\_ 酸化物から酸素がうばわれる化学変化。

## 4 化学変化と物質の質量

- (1) \_\_\_\_\_ 化学変化の前後で物質全体の質量が変わらないこと。

## 5 化学変化とその利用

- (1) \_\_\_\_\_ 周囲に熱を出す化学変化。
- (2) \_\_\_\_\_ 周囲から熱をうばう化学変化。
- (3) \_\_\_\_\_ 物質がもっているエネルギー。

## 1 物質のなり立ち

- (1) 化学変化[化学反応]
- (2) 分解
- (3) 熱分解
- (4) 水上置換法
- (5) 石灰水
- (6) 塩化コバルト紙
- (7) フェノールフタレイン溶液
- (8) 金属光沢
- (9) 電気分解
- (10) 原子
- (11) ドルトン
- (12) 元素
- (13) 元素記号
- (14) 元素の周期表
- (15) 分子
- (16) アボガドロ
- (17) 化学式
- (18) 単体
- (19) 化合物
- (20) 純粋な物質
- (21) 混合物

## 2 物質どうしの化学変化

- (1) 化学反応式

## 3 酸素がかかわる化学変化

- (1) 酸化
- (2) 酸化物
- (3) 燃焼
- (4) さび
- (5) 還元

## 4 化学変化と物質の質量

- (1) 質量保存の法則

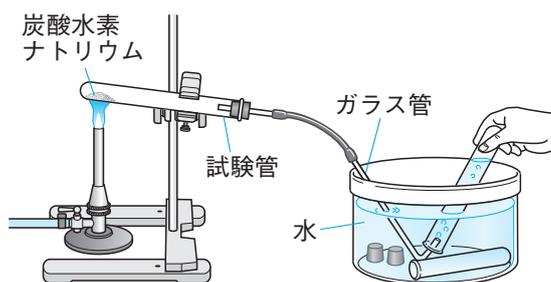
## 5 化学変化とその利用

- (1) 発熱反応
- (2) 吸熱反応
- (3) 化学エネルギー

## 実験1 炭酸水素ナトリウムを加熱したときの变化

教科書 p.17

**方法** ① 炭酸水素ナトリウム 3g をかわいた試験管に入れ、図のような装置を組み立て加熱する。このとき、[できた液体が加熱部分に流れて試験管が割れないように、口を少し下げて加熱する。]



- ② 発生した気体を水上置換法で3本の試験管に集める。このとき、[もともと試験管内にあった空気が出る]ので、1本目の試験管に集めた気体は[捨てる]。また、加熱をやめるときには、[水が試験管に逆流しないように、ガラス管を水からぬいてから火を消す]。
- ③ 試験管に集めた気体に対して、次の操作を行い、性質を調べる。  
 i : 石灰水を入れてよくふる。 ii : 火のついた線香を入れる。 iii : マッチの火を近づける。
- ④ 加熱した試験管の口についた液体に青色の[塩化コバルト紙]をつける。
- ⑤ 炭酸水素ナトリウムと加熱後に残った物質を少量水にとかし、i : とけ方のちがいをみる。また、ii : それぞれの水溶液にフェノールフタレイン溶液を1、2滴加え、色の変化を調べる。

**結果** ③ 発生した気体は、石灰水を入れてよくふると、[白くにごった]。

また、線香の火を入れると火が消え、マッチの火を近づけても何も起こらなかった。

- ④ 青色の塩化コバルト紙の色が[桃色]に変化した。
- ⑤ i 炭酸水素ナトリウム…水に[少しだけとけた]。残った物質…水に[よくとけた]。  
 ii 炭酸水素ナトリウム水溶液…[うすい赤色]。残った物質の水溶液…[こい赤色]。

**考察** ③の結果から、発生した気体は[二酸化炭素]、④の結果から、できた液体は[水]であり、⑤の結果から、加熱後に残った物質は、炭酸水素ナトリウムとは異なる物質であることがわかる。

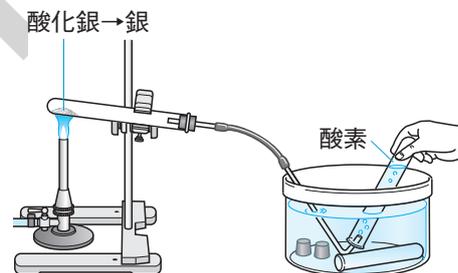
**まとめ** 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、二酸化炭素と水が発生し、炭酸ナトリウムが残る。



## 実験2 酸化銀を加熱したときの变化

教科書 p.19

- 方法** ① 酸化銀を乾いた試験管に入れ、加熱し、発生した気体を水上置換法で集める。
- ② 集めた気体に火のついた線香を入れる。
- ③ 試験管に残った物質をとり出し、葉さじでこすったり、金づちでたたいたりする。また、電流を通すかどうか調べる。



**結果** ② 線香が[炎をあげて激しく燃えた]。

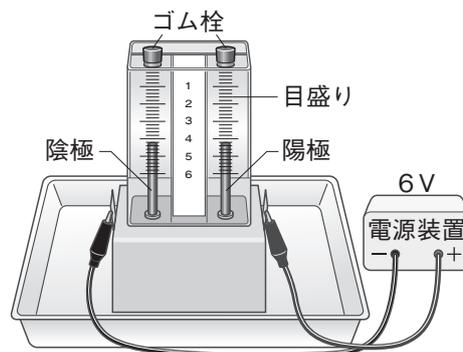
- ③ 葉さじでこすると[金属光沢]が出て、金づちでたたくと広がった。また、電流を[よく通した]。

**考察** 酸化銀を加熱すると、[酸素]が発生し、銀が残る。酸化銀 → [銀] + [酸素]

**まとめ** もとの物質とはちがう物質ができる変化を[化学変化]または[化学反応]という。

化学変化のうち、1種類の物質が2種類以上の別の物質に分かれる変化を、[分解]といい、加熱による分解を、特に[熱分解]という。

- 方法** ① [ 電流を通しやすくするため ] に、水 100cm<sup>3</sup> に [ 水酸化ナトリウム ] を 5g とかした水溶液を用意し、電気分解装置に入れる。電源装置につないで、6V で電流を流し、水を電気分解する。
- ② どちらか一方の気体が目盛り 4 までたまったら、電源を切って集まった気体の量を比べる。
- ③ 陰極側のゴム栓をとって、たまった気体にマッチの火を近づける。次に、陰極側にゴム栓をしてから、陽極側のゴム栓をとって、たまった気体の中に火のついた線香を入れる。



- 結果** ② 陰極側に目盛り 4 まで気体がたまったとき、陽極側には [ 目盛り 2 ] まで気体がたまった。
- ③ 陰極側の気体は [ 音を立てて燃え ]、陽極側の気体では、[ 線香が炎を上げて燃えた ]。

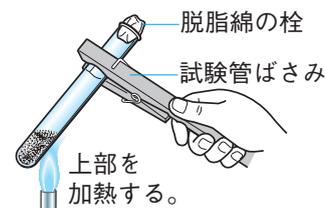
**考察** 水に電流を通すと、陰極側に [ 水素 ]、陽極側に [ 酸素 ] が、体積でおよそ [ 2 : 1 ] の比で発生する。

**まとめ** 水酸化ナトリウム水溶液に電流を通すと、水が電気分解され、水酸化ナトリウムはそのまま水溶液中に残る。したがって、電気分解が進むと、水酸化ナトリウム水溶液の濃度は高くなっていく。電気による分解を [ 電気分解 ] という。水は電気分解によって、水素と酸素に分かれる。このとき、水素と酸素は、体積の比 2 : 1 で発生する。

水 → [ 水素 ] + [ 酸素 ]

実験4 鉄と硫黄が結びつく変化

- 方法** ① 鉄粉 3.5g と硫黄の粉末 2.0g を乳鉢でよく混ぜ合わせ、その  $\frac{1}{4}$  を試験管 A に、残りを試験管 B に入れる。試験管 B の混合物の上部を加熱し、[ 加熱部が赤くなり始めたら加熱をやめ ]、反応が終わるまで変化のようすを観察する。試験管 B を加熱するときには、脱脂綿で栓をし、[ 発生する気体が外に出るのを防ぐ ]。
- ② 2 本の試験管 A、B に磁石を近づけ、引き寄せられ方を比べる。また、試験管 A、B の中身を少量とり出し、それぞれにうすい塩酸を 2、3 滴加え、発生する気体を [ 手であおいでにおいを調べる ]。



- 結果** ① 加熱部が赤くなると、加熱をやめても発生する熱によって反応が進み、黒い物質ができた。
- ② 試験管 A では磁石が引き寄せられたが、B では引き寄せられなかった。また、うすい塩酸を加えると、両方の試験管から気体が発生し、試験管 A の物質から発生した気体にはにおいがなかったが、B の物質から発生した気体には、独特のにおい(腐卵臭)があった。

**考察** 鉄と硫黄の混合物を加熱してできた黒い物質は、鉄や硫黄とは性質の異なる別の物質である。

**まとめ** 鉄と硫黄を加熱すると、[ 硫化鉄 ] というもの物質とは異なる物質ができる。



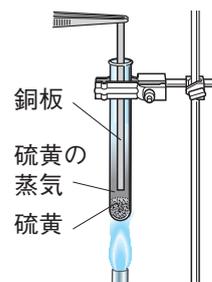
なお、試験管 A で磁石が引き寄せられたのは、混合物中の鉄が引き寄せられたためである。また、うすい塩酸を加えたとき、試験管 A では混合物中の鉄と塩酸が反応して水素が、試験管 B では硫化鉄と塩酸が反応して硫化水素 H<sub>2</sub>S という有毒な気体が発生する。

このように、2 種類以上の物質が結びつくと [ 化合物 ] ができる。

### 実験5 銅と硫黄の反応

教科書 p.40

- 方法** ① 試験管に硫黄の粉末を入れて加熱し、発生した硫黄の蒸気の中に銅板を入れる。
- ② 反応後の物質の見ためや弾力性を、反応前の銅板と比べる。
- 結果** ① 硫黄の蒸気に銅板をかざすと、赤くなって激しく反応した。
- ② 反応後の物質は青黒い色をして、金属光沢がなくなっていた。また、反応前の銅板とちがいで、曲げると折れた。



**考察** 反応後の物質は銅とは別の物質である。

**まとめ** 銅を加熱した硫黄の蒸気の中に入れると、銅と硫黄が結びついて[ **硫化銅** ]という化合物ができる。鉄と硫黄の反応、銅と硫黄の反応は、次のように表すことができる。

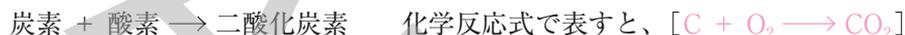


物質どうしが結びつく化学変化には、ほかに次のようなものがある。

水素と酸素の混合気体に火をつけると、爆発して水ができる。



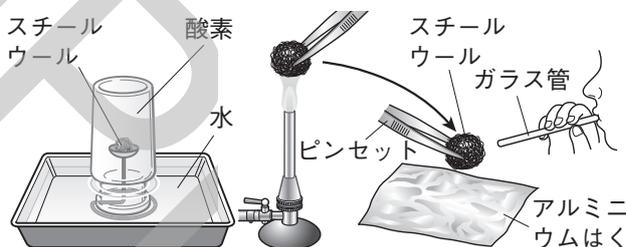
炭素を燃やすと二酸化炭素ができる。



### 実験6 鉄を燃やしたときの変化

教科書 p.50

- 方法** ① まるめたスチールウールに火をつけ、酸素をじゅうぶんに入れた集気びんをかぶせて、ようすを観察する。
- ② 燃やす前の物質と燃やした後の物質の性質を次のように調べる。
- i 電流の流れ方
  - ii うすい塩酸に入れたときの反応
- ③ まるめたスチールウールの質量をはかった後、ガスバーナーで火をつけ、アルミニウムはくの上でガラス管を使って火のついたスチールウールをふいて、じゅうぶんに燃やす。冷めてから燃やした後の物質の質量をはかる。



- 結果** ① 激しく燃え、集気びんの水面が上昇したことから、[ **酸素が使われた** ]ことがわかった。
- ② i 燃やす前の物質には電流が流れたが、燃やした後の物質には[ **電流が流れにくくなった** ]。
- ii 燃やす前の物質ではさかんに気体が発生したが、燃やした後の物質では[ **気体が発生しにくくなった** ]。
- ③ 燃やした後の質量は、燃やす前の質量より[ **増加していた** ]。

**考察** 鉄が燃えると、燃えた後の物質の[ **質量は増加** ]し、このとき[ **酸素と結びついている** ]。また、燃やした後の物質の性質は、鉄の性質とはちがっている。

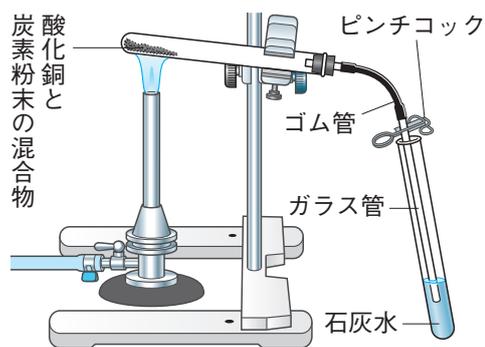
**まとめ** 鉄が燃えた後の物質は、鉄と酸素が結びついてできた酸化鉄である。鉄 + 酸素 → [ **酸化鉄** ]  
物質が酸素と結びつくことを[ **酸化** ]といい、酸化によってできた物質を[ **酸化物** ]という。  
物質が、熱や光を出しながら激しく酸化されることを[ **燃焼** ]という。



### 実験7 酸化銅から酸素をとる化学変化

教科書 p.57

- 方法** ① 酸化銅 1.3gと炭素粉末 0.1gを乳鉢でよく混ぜ合わせて試験管に入れ、ガスバーナーで加熱し、混合物の変化や石灰水の変化を観察する。
- ② 気体が発生し終わったら、[石灰水が試験管に逆流しないようにガラス管を石灰水から引きぬき]、火を消す。その後、[試験管内に空気が入って、できた銅が再び酸化されないように]、ピンチコックで[ゴム管を閉じる]。



試験管が冷めてから、残った物質をとり出し、葉さじでこすって、加熱前後の色の変化や金属光沢を調べる。

**結果** 気体を通した石灰水が白くにごり、黒色の酸化銅が、金属光沢のある赤色の銅に変化した。

**考察** 酸化銅と炭素の混合物を加熱すると、[銅]と[二酸化炭素]ができる。

**まとめ** 酸化銅と炭素の混合物を加熱すると、酸化銅から酸素がうばわれ、炭素がその酸素と結びつく。

酸化銅 + 炭素  $\rightarrow$  銅 + 二酸化炭素 化学反応式で表すと、[  $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$  ] 酸化物から酸素がうばわれる化学変化を[還元]という。[還元と酸化は同時に起こる]。

### 実験8 水素を使って酸化銅を還元する方法

教科書 p.59

- 方法** 逆さに立てた試験管の底に水素ポンベのノズルを入れて、水素をふきこむ。銅線をガスバーナーの炎の中に入れて熱し、銅線が黒くなった物を試験管に入れたり出したりする。

**結果** 銅線が黒くなった物がもとの赤色の銅になった。また、試験管の底に水滴がついた。

**考察** 銅線は、炎の中で熱した結果、表面に酸化銅ができて黒くなったが、水素の中に入れるともとの銅にもどり、このとき、水ができた。

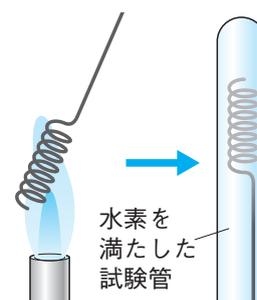
このことから、酸化銅は[水素]によって[還元]され、水素は[酸化されて水になった]ことがわかる。

酸化銅の水素による還元 酸化銅 + 水素  $\rightarrow$  銅 + 水 [  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$  ]

**まとめ** 酸化物は、その物質よりも[酸化されやすい物質と反応]させると、[還元]される。

酸化銅は、炭素や水素以外でも、銅より酸化されやすい物質と反応させると、還元される。

例えば、デンプン、砂糖、ブドウ糖、エタノールなどの有機物や、一酸化炭素でも還元が起こる。



### 実験9 マグネシウムを二酸化炭素の中で燃やす

教科書 p.60

- 方法** ① 長さ 10cmのマグネシウムリボンに空気中で火をつけ、二酸化炭素を満した集気びんの中に入れてすばやくふたをし、少しずつ下へおろしていき、燃焼のしかたを観察する。
- ② 燃焼後の集気びんにうすい塩酸を加え、ようすを観察する。

**結果** マグネシウムリボンは空気中と同じように燃え、白い酸化マグネシウムに変化した。集気びんにうすい塩酸を加えると酸化マグネシウムがとけ、中に黒い炭素の粒が観察できた。

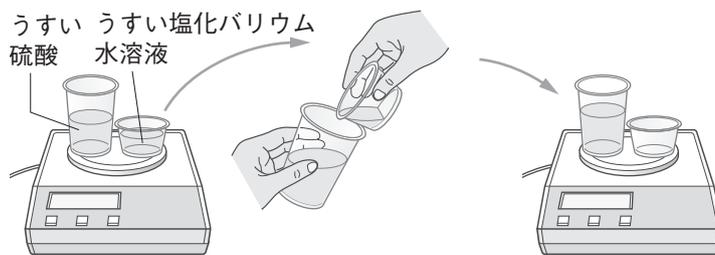
**考察** 二酸化炭素はマグネシウムによって[還元]されて[炭素]になり、マグネシウムは酸化された。

二酸化炭素+マグネシウム $\rightarrow$ 炭素+酸化マグネシウム [  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$  ]

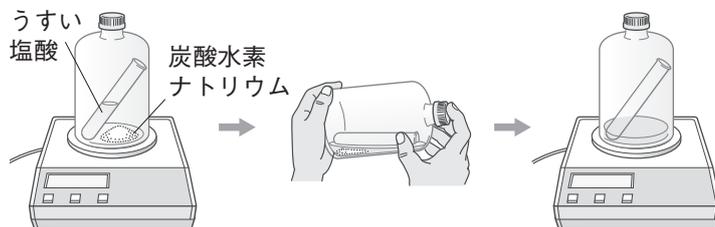
**実験10** 化学変化の前と後の質量の変化

教科書 p.65

**方法** ① 5%硫酸と5%塩化バリウム水溶液を別々の容器に入れ、いっしょに質量をはかった後、混ぜ合わせて変化のようすを観察し、反応後の全体の質量をはかる。



② プラスチックの容器に、炭酸水素ナトリウム 1.5gと5%塩酸 5 cm<sup>3</sup>を入れた試験管を入れ、ふたを閉めた後質量をはかる。容器をかたむけて、塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ合わせてようすを観



察した後、反応後の質量をはかる。次に、容器のふたをあけてからもう一度ふたを閉め、質量をはかる。

- 結果** ① 混ぜ合わせると容器内に[白い沈殿]ができた。[反応後の質量は反応前と変化がなかった]。  
 ② 混ぜ合わせると[気体]が発生した。[反応後の質量は反応前と変化がなかった]が、ふたをあけると[気体が外に出ていき、質量は反応前より減っていた]。

**考察** 物質の出入りのない状態では、化学変化が起こっても全体の質量に変化はない。

**まとめ** 化学変化の前後で、物質全体の質量は変わらない。これを[質量保存の法則]という。これは、化学変化では物質をつくる[原子の組み合わせが変化する]だけで、[全体の元素やそれぞれの原子の個数には変化がない]ことからなり立つ。

**実験11** 金属を熱したときの質量の変化

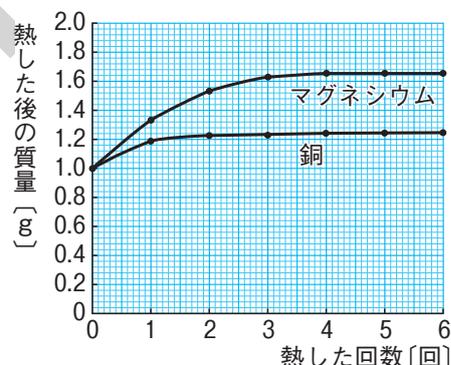
教科書 p.68

**方法** ① 銅粉 1.0gをステンレス皿に入れて質量をはかり、[空気とよくふれ合うように]、銅粉を皿全体にうすく広げてから、ガスバーナーで5分間熱し、冷めた後質量をはかる。皿の粉末をよくかき混ぜ、皿全体にうすく広げて再び5分間熱し、冷めた後質量をはかる。この操作を、皿全体の質量が変化しなくなるまでくり返す。



② マグネシウムの粉末 1.0gについても、銅粉と同様の実験を行う。

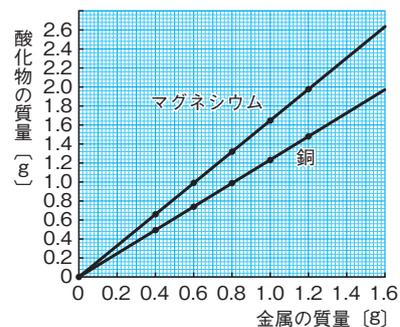
- 結果** ① 熱した部分が黒色に変わり、質量がふえたが、何回か熱するうちに、質量がふえなくなった。  
 ② 熱した部分が白色に変わり、質量がふえたが、何回か熱するうちに、質量がふえなくなった。  
 それぞれ熱した回数と熱した後の質量との関係は、グラフのようになった。



**考察** 金属を空気中で熱すると、金属は酸化されて質量がふえるが、ふえる質量には限界がある。

[質量保存の法則]から、[ふえた質量は結びついた酸素の質量]であるから、次のことがいえる。  
 [一定量の金属と結びつく酸素の質量は決まっている]。

- 方法** ① 銅粉 0.4g を熱し、質量が変化しなくなるまで熱したときの熱した後の質量をはかる。銅粉の質量を 0.6g、0.8g、1.2g にかえて、それぞれ熱したときの熱した後の質量をはかる。
- ② マグネシウム 0.4g を熱し、質量が変化しなくなるまで熱したときの熱した後の質量をはかる。マグネシウムの質量を 0.6g、0.8g、1.2g にかえて、それぞれ熱したときの熱した後の質量をはかる。



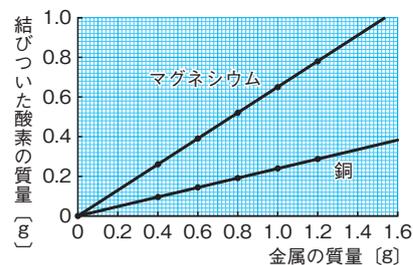
**結果** 実験 11 と合わせて、金属とその酸化物との質量との関係は、グラフのようになった。

**考察** グラフから、酸化物の質量は、もとの[ 金属の質量に比例する ]ことがわかる。

**まとめ** 金属の質量とできる酸化物の質量の比は一定で、銅とマグネシウムではおよそ次のようになる。

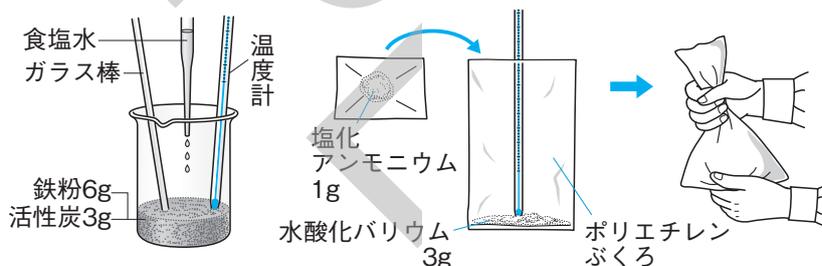
銅：酸化銅 = [ 4 : 5 ]      マグネシウム：酸化マグネシウム = [ 3 : 5 ]

質量保存の法則から、金属が酸化されるときにふえる質量は、結びついた酸素の質量であるから、もとの金属の質量と結びついた酸素の質量の関係は、グラフのようになる。グラフから、金属と結びつく酸素の質量は、もとの金属の質量に比例することがわかる。つまり、金属の質量と結びついた酸素の質量の比は一定で、銅とマグネシウムではおよそ次のようになる。



銅：酸素 = [ 4 : 1 ]      マグネシウム：酸素 = [ 3 : 2 ]

- 方法** ① 鉄粉 6g と活性炭 3g を混ぜ、そのときの温度を確認する。次に、食塩水を 5～6 滴たらし、ガラス棒でかき混ぜ、1 分ごとに温度をはかる。

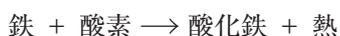


- ② ポリエチレンぶくろに水酸化バリウム 3g を入れて温度を確認し、塩化アンモニウム 1g を加える。ぶくろの口を閉じ、ぶくろをもんで中を混ぜ合わせながら、1 分ごとに温度をはかる。

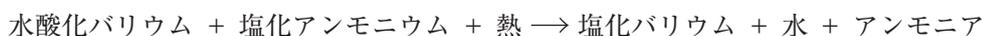
**結果** ① 反応前：20.0℃ → 反応後：75.0℃

② 反応前：18.0℃ → 反応後：2.0℃

**考察** ① 化学かいろでは、鉄の酸化によって、周囲に熱を放出した。



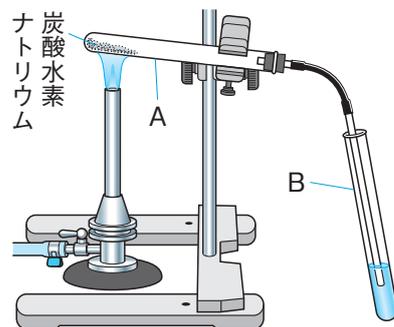
② 水酸化バリウムと塩化アンモニウムの反応では、周囲から熱を吸収した。



**まとめ** 温度が上がる反応を [ 発熱反応 ] といい、化学変化のときに [ 周囲に熱を放出する ]。温度が下がる反応を [ 吸熱反応 ] といい、化学変化のときに [ 周囲から熱を吸収する ]。

【化学変化と分解】

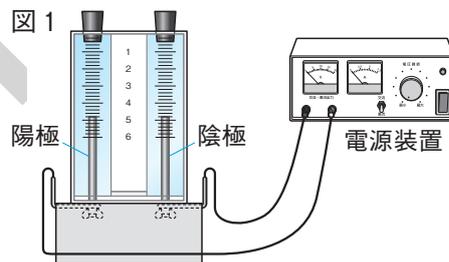
① 炭酸水素ナトリウムを乾いた試験管Aに入れて熱し、発生した気体を図のようにして試験管Bの液体に通したところ、液体が白くにごった。そのまま、気体が発生しなくなるまで加熱し続けたところ、試験管Aに白い固体(炭酸ナトリウム)が残った。また、冷えた試験管Aの口付近に液体がたまっていた。



- ④(1) この実験で、加熱をやめる前に必ず行う作業は何か。簡潔に書きなさい。 ( )
- ④(2) 試験管Bに入れた液体は何か。 ( )
- ④(3) ある試験紙を用いて調べたところ、試験管Aの口付近についた液体は水であることがわかった。この試験紙は何か。 ( )
- ④(4) 炭酸水素ナトリウムを加熱するとき、図のように試験管の口を少し下げしておくのはなぜか。その理由を説明した次の文の空欄をうめなさい。  
( ) 試験管Aが割れるのを防ぐため。
- ④(5) 次の文は、炭酸水素ナトリウムと炭酸ナトリウムの性質を調べる方法と結果を述べたものである。それぞれの物質を同じ量だけとって少量の水にとかすと、炭酸ナトリウムの方が水に [a]。また、それぞれの水溶液に溶液Xを加えると、炭酸ナトリウム水溶液の方が [b] 赤色になる。  
④① a、bに当てはまる語をそれぞれ答えなさい。 a( ) b( )  
④② 溶液Xは何か。 ( )
- ④(6) この実験で起こった化学変化を何というか。 ( )
- ④(7) この実験で起こった化学変化を、化学反応式で表しなさい。  
( )

【原子・分子】

② 電気分解装置にうすい水酸化ナトリウム水溶液を満し、図1のように電源装置をつないだ。



- ④(1) 水酸化ナトリウム水溶液に電流を流し続けると、そのこさはどうなるか。 ( )
- ④(2) 水酸化ナトリウムを表す化学式を書きなさい。  
( )
- ④(3) 水酸化ナトリウム水溶液に電流を流し続けると、①陽極側と②陰極側にそれぞれ気体がたまった。たまった気体は何か。物質名を書きなさい。 ①( ) ②( )
- ④(4) 図2は、水酸化ナトリウム水溶液に電流を流したときに起こった化学変化を表そうとしたものである。①、②に当てはまるモデルをかきなさい。  

図2

→

① 陽極

+

② 陰極
- ④(5) 水酸化ナトリウム水溶液に電流を流したときに起こった化学変化を表す化学反応式を書きなさい。  
( )

**【異なる物質の結びつき】**

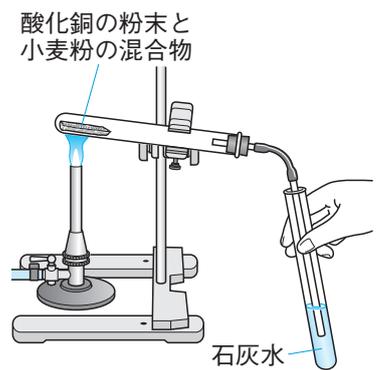
③ 鉄粉 3.5gと硫黄 2.0gをよく混ぜ合わせたものを2つ作り、それらを試験管A、Bにそれぞれ入れた。2本の試験管のうち、Aだけを図のように加熱し、反応が始まったところで加熱をやめたが、反応はそのまま進み、鉄粉と硫黄は全て結びついて黒い物質に変化した。この黒い物質を少量とって、うすい塩酸に入れたところ、においのある気体が発生した。また、加熱していない方の試験管Bの混合物を少量とってうすい塩酸を2、3滴加えたところ、においのない気体が発生した。



- (1) 鉄と硫黄が結びついてできた黒い物質は何か。その名称を答えなさい。 ( )
- (2) 鉄と硫黄が結びつく化学変化を、化学反応式で表しなさい。 ( )
- (3) この実験で、安全に気体のにおいを調べるにはどのようにすればよいか。その方法を簡潔に書きなさい。 ( )
- (4) この実験で、反応後の試験管Aの物質にうすい塩酸を入れたとき発生した気体と、試験管Bの混合物に入れたとき発生した気体を、それぞれ化学式で答えなさい。 A( ) B( )
- (5) この実験では、反応前の物質と反応後の物質が異なることを、塩酸を加えることで確認したが、これ以外に確認する方法とその結果を1つ簡潔に書きなさい。 ( )
- (6) 硫黄は鉄だけでなく、銅とも結びつきやすい物質である。銅と硫黄が結びついてできる物質は何か。その名称を答えなさい。また、銅と硫黄が結びつく化学変化を化学反応式で表しなさい。 名称( ) 化学反応式( )

**【酸素がかかわる化学変化】**

④ 酸化銅 2.0gと小麦粉 0.5gをよく混ぜ、アルミニウムはくでつくった皿にのせ、物質の色を観察してから図のように加熱した。加熱が進むと、混合物の色が変化するとともに、①石灰水が白くにごり、混合物の入っていた試験管の口付近に②小さな水滴がつくのが観察された。



- (1) 下線部①、②の変化から、小麦粉にふくまれていることがわかる元素はそれぞれ何か。元素記号で書きなさい。 ①( ) ②( )
- (2) この実験で、酸化銅の色が変わった。
  - ① 酸化銅の色は何色から何色に変わったか。 ( )
  - ② 色が変わったとき、酸化銅の質量はどのように変化したか。 ( )
  - ③ この実験で、酸化銅の受けた化学変化を何というか。 ( )
- (3) この実験において、酸化銅を小麦粉と混ぜて加熱したことによって、酸化銅に変化が起きたことから、銅と(1)で答えた元素に関して、どのようなことがわかるか。簡潔に書きなさい。 ( )

## 【化学変化と質量の変化】

5 質量保存の法則がなり立つことを確かめるため、実験を行った。まず、うすい塩酸  $10\text{cm}^3$  を試験管にとり、炭酸水素ナトリウム  $1.0\text{g}$  を炭酸飲料用のペットボトルに入れた。

- (1) ペットボトルは、ふたをしめて密閉できるものを用いたのはなぜか。簡潔に書きなさい。  
〔 〕
- (2) 炭酸水素ナトリウムを炭酸飲料用のペットボトルに入れた後、どのような手順で実験を進めるとよいか。正しい手順となるように、次のア～エを並び替え、記号で答えなさい。〔 〕  
ア ペットボトルを傾けて、炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸を反応させる。  
イ 試験管をペットボトルの中に静かに入れる。  
ウ 反応が終わったところで、ふたを閉めたままのペットボトル全体の質量をはかって反応前と比べる。  
エ ふたを閉めて密閉した後、試験管の入ったペットボトルの質量をはかる。
- (3) 質量保存の法則がなり立つのはなぜか。「化学変化」・「原子」という語句を用いて、簡潔に書きなさい。  
〔 〕

## 【化学変化する物質どうしの質量の関係】

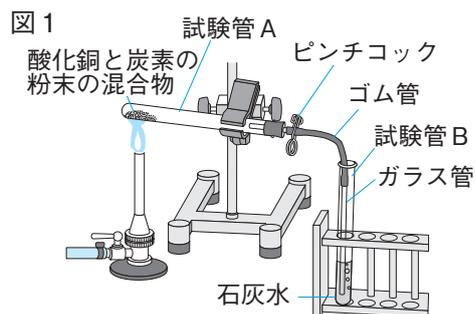
6 ステンレス皿に銅粉  $0.8\text{g}$  をうすく広げ、ガスバーナーで質量が変わらなくなるまで加熱し、加熱後の質量をはかったところ、 $1.0\text{g}$  であった。次に、マグネシウムの粉末  $0.9\text{g}$  を質量が変わらなくなるまで加熱したところ、加熱後の質量は  $1.5\text{g}$  であった。

- (1) 銅粉を加熱するとき、ステンレス皿にうすく広げるのはなぜか。その理由を簡潔に書きなさい。  
〔 〕
- (2) 銅を加熱したときの化学変化とマグネシウムを加熱したときの化学変化を、それぞれ化学反応式で表しなさい。銅〔 〕 マグネシウム〔 〕
- (3) 銅  $2.0\text{g}$  を質量が変わらなくなるまで加熱したとき、加熱後の質量は何  $\text{g}$  になるか。〔 〕
- (4) マグネシウム  $1.5\text{g}$  を質量が変わらなくなるまで加熱したとき、加熱後の質量は何  $\text{g}$  になるか。〔 〕
- (5) 銅とマグネシウムの混合物  $5.1\text{g}$  を、質量が変化しなくなるまで加熱したところ、加熱後の質量が  $7.5\text{g}$  になった。このとき、加熱した銅とマグネシウムの質量の比を求めなさい。〔 〕

7 酸化銅と炭素の粉末を混ぜて加熱したときの変化を調べる次の実験を行った。ただし、試験管 A 内では、酸化銅と炭素の反応以外は起こらないものとする。

〔実験〕① 黒色の酸化銅  $4.00\text{g}$  と炭素の粉末  $0.10\text{g}$  の混合物を試験管 A に入れ、図 1 のようにガスバーナーで加熱した。このとき、発生した気体によって試験管 B 内の石灰水が白くにごった。

- ② 気体が発生しなくなったところで、試験管 B からガラス管をとり出し、加熱するのをやめた。その後、すぐにピンチコックでゴム管を閉じた。

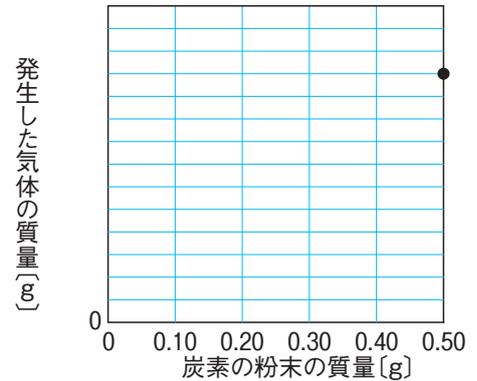


③ 試験管 A が冷えた後、試験管 A の中に残った固体の質量を測定し、固体のようすを観察した。

④ 酸化銅の質量は 4.00g のままで、炭素の粉末の質量を 0g、0.20g、0.30g、0.40g、0.50g にかえて、それぞれ①～③の操作を行った。表はその結果をまとめたもので、炭素の粉末が 0.30g のとき、試験管 A の中には赤色の固体だけが残った。

炭素の粉末の質量 [g]	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
残った固体の質量 [g]	4.00	3.73	3.46	3.20	3.30	3.40

図 2



□(1) 実験の①で、加熱した試験管 A の中で起きた化学変化について、次の各問いに答えなさい。

□① 次の文中の□(a)、□(b)に当てはまる語句を答えなさい。

□(a) [ ] □(b) [ ]

炭素は酸化銅にふくまれる酸素によって□(a)され、酸化銅は酸素をうばわれて□(b)される。このように、試験管 A の中では、□(a)と□(b)が同時に起きている。

□② 加熱した試験管 A の中で起きた化学変化を化学反応式で表しなさい。 [ ]

□(2) 実験の①の下線部について、発生した気体の性質として最も適当なものを、次から 1 つ選び、記号で答えなさい。 [ ]

- ア 漂白作用がある。                      イ ものを燃やすはたらきがある。  
ウ 空気より密度が大きい。              エ 火を近づけると燃える。

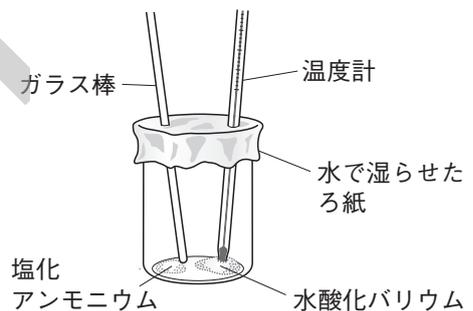
✂ □(3) 実験の結果をまとめた表から、炭素の粉末の質量と、発生した気体の質量との関係を図 2 にグラフで表しなさい。ただし、グラフの縦軸には目盛りとして適当な数値を書くこと。なお、グラフ上の・は、炭素の粉末が 0.50g のときの値を示している。

**【化学変化と熱】**

⑧ 次の実験 1、2 を行い、化学変化と温度変化について調べた。

〔実験 1〕 鉄粉と活性炭の混合物をビーカーに入れ、食塩水を数滴加えた後、ガラス棒でかき混ぜた。

〔実験 2〕 塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜないようにビーカーに入れ、水で湿らせたろ紙をかぶせた後、ガラス棒で塩化アンモニウムと水酸化バリウムをかき混ぜた。



□(1) 実験 1 で、鉄が反応した空気中の気体は何か。

[ ]

□(2) 実験 2 で、水でしめらせたろ紙をビーカーにかぶせたのは、発生した気体によるにおいを少なくするためである。

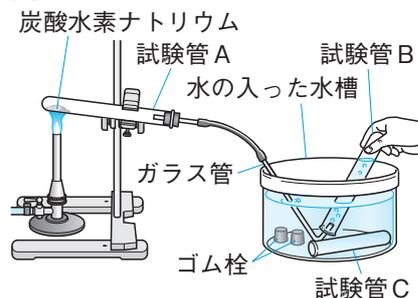
✎ □① 水で湿らせたろ紙をかぶせると気体によるにおいが少なくなるのは、気体にどのような性質があるためか。簡潔に書きなさい。 [ ]

□② 実験 2 で発生した気体は何か。化学式で書きなさい。 [ ]

□(3) ①実験 1、②実験 2 で、温度はどう変わるか。 ① [ ] ② [ ]

1 図1のように、炭酸水素ナトリウムを乾いた試験管Aに入れて加熱し、ガラス管から気体が出始めたところで、試験管B、Cの順にこの気体を集めた。気体を集めた後、試験管Cに石灰水を入れ、ゴム栓をしてよくふったところ、石灰水は白くにごった。さらに、加熱後の試験管Aの口の部分に液体が見られたため、塩化コバルト紙をこの液体につけたところ、塩化コバルト紙の色が変化した。また、試験管に残った固体は炭酸ナトリウムであった。

図1



① (1) 図1のように、炭酸水素ナトリウムを加熱するときには、試験管の口を加熱部より少し下げようにする。この理由を簡潔に書きなさい。

〔 〕

② (2) 炭酸水素ナトリウムの加熱によって生じた気体の性質を調べるためには、試験管Bの気体を用いるべきではない。この理由を簡潔に書きなさい。

〔 〕

③ (3) 炭酸水素ナトリウムの加熱によって起こった化学変化を化学反応式で表しなさい。また、このような化学変化を何というか。

化学反応式〔 〕

化学変化の名称〔 〕

④ (4) 物質の変化には、化学変化や状態変化がある。化学変化は、状態変化とどのようにちがうか。簡潔に書きなさい。

〔 〕

次に、加熱する炭酸水素ナトリウムと、できる炭酸ナトリウムの質量の関係を調べるため、質量を測定した同じ形のステンレス皿を4枚用意し、それぞれに炭酸水素ナトリウムを入れ、再び質量を測定した後、図2のようにして質量に変化がなくなるまで加熱し、冷めてから加熱後の質量を測定した。表はその結果を示したものである。

図2



	A	B	C	D
ステンレス皿の質量 [g]	20.08	18.85	20.10	20.25
加熱前の質量 [g]	24.28	27.25	32.70	37.05
加熱後の質量 [g]	22.73	24.15	28.05	30.85

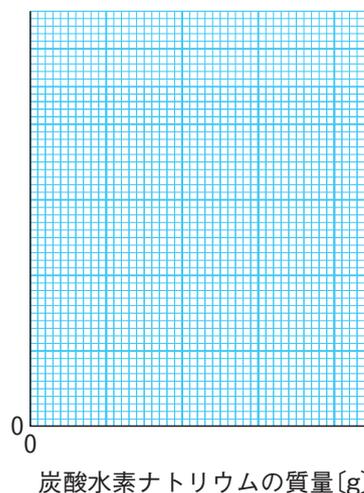
⑤ (5) 炭酸水素ナトリウムの質量と、加熱後にステンレス皿に残った炭酸ナトリウムの質量との関係を、右の方眼の縦軸と横軸に適切な目盛りを入れて、グラフに表しなさい。

⑥ (6) 加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量と、加熱によって減少した質量との間には、どのような関係があるか。

〔 〕

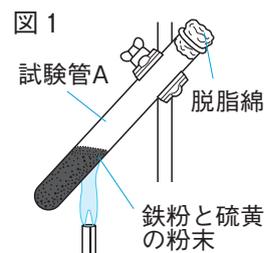
⑦ (7) 炭酸水素ナトリウムに食塩を加えた混合物 50.0g をステンレス皿にのせ、質量に変化がなくなるまで加熱したところ、加熱後の混合物の質量は 37.6g であった。もとの混合物中に炭酸水素ナトリウムは何gふくまれていたか。〔 〕

炭酸ナトリウムの質量 [g]



2 金属と硫黄の反応について、次の実験を行った。

〔実験1〕 2本の試験管A、Bを用意し、それぞれに鉄粉5.6gと硫黄の粉末3.2gをよく混ぜ合わせて入れ、試験管Aを図1のように加熱した。加熱した部分の色が赤く変わり始めたところで加熱をやめたが、反応はその後も続き、鉄と硫黄は完全に反応して黒い物質ができた。温度が室温まで下がったところで、できた黒い物質の質量を測定したところ8.8gであった。次に、試験管Aと加熱しなかった試験管Bのそれぞれに磁石を近づけ、①中の物質が磁石に引き寄せられるかどうかを調べた。また、それぞれの試験管にうすい塩酸を2、3滴入れ、②発生する気体のにおいを調べた。



〔実験2〕 鉄粉と硫黄の粉末を混ぜ合わせ、図1と同じように加熱した。反応後、できた黒い物質の質量を測定した。表1は、鉄粉と硫黄の粉末の質量を変えて行った結果をまとめたものである。

表1

反応前	鉄粉の質量 [g]	1.4	2.8	4.2
	硫黄の粉末の質量 [g]	0.8	1.6	2.4
反応後	黒い物質の質量 [g]	2.2	4.4	6.6

〔実験3〕 十分な量の硫黄の粉末の入った試験管に2.0gの銅線を入れて、図2のように加熱した。反応後、とり出した銅線の表面には黒い物質がついており、黒い物質がついた状態の銅線の質量と、黒い物質をけずり落とした後の銅線の質量を測定した。表2は、加熱時間を変えて行った結果をまとめたものである。

図2

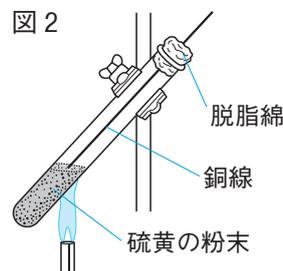


表2

反応前	銅線の質量 [g]	2.0	2.0	2.0
反応後	黒い物質がついた状態での質量 [g]	2.2	2.3	2.4
	黒い物質をけずり落とした状態での質量 [g]	1.6	1.4	1.2

- (1) 実験1でできた黒い物質の名称を答えなさい。また、鉄と硫黄の化学変化を化学反応式で表しなさい。 名称〔 〕  
化学反応式〔 〕

- (2) 実験1で、加熱をやめた後も反応が続いたのはなぜか。その理由を簡潔に書きなさい。

〔 〕

- (3) 実験1の下線部①の結果を簡潔に書きなさい。

〔 〕

- (4) 実験1の下線部②で、発生した気体のにおいを調べるにはどのようにするか。簡潔に書きなさい。

〔 〕

- (5) 下線部②の結果を、発生する気体の名称を入れて、簡潔に書きなさい。

〔 〕

- (6) 実験2の結果から、鉄と硫黄が結びつくときの質量の比を求めなさい。〔 〕

- (7) 実験2の結果から、鉄粉と硫黄の粉末3.5gずつを混ぜ合わせて十分に加熱すると、黒い物質は何gできるか。また、このとき、鉄と硫黄のどちらが何g反応しないか。

黒い物質〔 〕 反応しない物質〔 〕 質量〔 〕

- (8) 実験3でできた黒い物質の名称を答えなさい。また、銅と硫黄の化学変化を化学反応式で表しなさい。 名称〔 〕 化学反応式〔 〕

- (9) 実験3の結果から、銅と硫黄が結びつくときの質量の比を求めなさい。〔 〕

- (10) 実験2と3の結果から、一定量の硫黄と結びつく鉄と銅の質量の比を求めなさい。

3 化学変化と質量に関して次の実験を行った。

〔実験1〕 図のように、ペットボトルに炭酸水素ナトリウム 1.00gとうすい塩酸 10cm<sup>3</sup>が入った試験管を入れ、ふたをしっかりと閉めて①全体の質量を測定した。次にペットボトルを傾けて炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸を混ぜ合わせ、気体が発生しなくなってから②全体の質量を測定した後、ペットボトルのふたをゆるめて気体を逃がしてから、再び③全体の質量を測定した。



〔実験2〕 薬包紙にはかりとったいろいろな質量の炭酸水素ナトリウムを、うすい塩酸が 20cm<sup>3</sup> 入ったビーカー A～E にそれぞれ加えた。このとき、加える前と加えた後に、薬包紙とビーカーをふくめた全体の質量を測定した。表は、このときの結果を示したものである。

	ビーカー A	ビーカー B	ビーカー C	ビーカー D	ビーカー E
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
炭酸水素ナトリウムを加える前の質量 [g]	82.43	81.37	85.03	85.11	81.53
炭酸水素ナトリウムを加えた後の質量 [g]	81.91	80.33	83.73	83.81	80.23
加える前後の質量の差 [g]					

□(1) 実験1のペットボトル内で起こった化学変化を化学反応式で表しなさい。

{ }

✎ □(2) 実験1で発生した気体は何であることを確認する方法と、その結果を簡潔に書きなさい。

{ }

□(3) 実験1の下線部①～③の全体の質量をそれぞれ  $W_a$  g、 $W_b$  g、 $W_c$  g とする。このとき、 $W_a$ 、 $W_b$ 、 $W_c$  の大小関係を、等号や不等号を用いて表しなさい。

{ }

✎ □(4) 実験1は、質量保存の法則を確認するための実験である。化学変化において、質量保存の法則がなり立つ理由を簡潔に書きなさい。

{ }

□(5) 実験2の結果について、炭酸水素ナトリウムを加える前と加えた後との全体の質量の差を求め、表の空欄をうめなさい。

✎ □(6) (5)を用いて、うすい塩酸 20cm<sup>3</sup> に加えた炭酸水素ナトリウムの質量と加える前後の質量の差との関係をグラフで表しなさい。

□(7) 5つのビーカーの中で、気体の発生後に、炭酸水素ナトリウムが残っていたものは A～E のどれか。全て選びなさい。

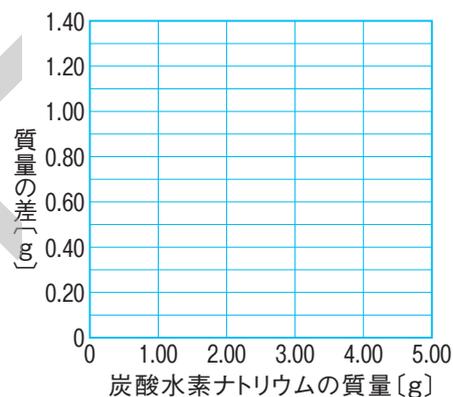
{ }

□(8) 実験2の結果から、実験で用いたうすい塩酸 20cm<sup>3</sup> と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は何 g と考えられるか。

{ }

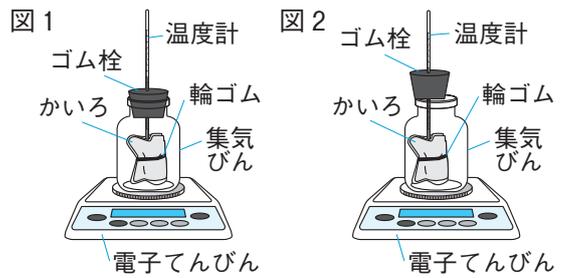
✎ □(9) (7)でビーカーの中に残った炭酸水素ナトリウムを全て反応させるためには、実験で用いたうすい塩酸を少なくとも何 cm<sup>3</sup> 加えればよいか。選んだ全てのビーカーについて、考え方や求める過程もふくめてそれぞれ簡潔に書きなさい。

{ }



4 化学反応における熱の出入りと質量の変化について調べるため、次の実験を行った。

〔実験1〕 鉄の酸化を利用した市販のかいろを、図1のように温度計の先端を包むようにして輪ゴムで固定し、集気びんに入れて密閉した後、温度と質量を測定し、5分ごとに記録した。



〔実験2〕 実験開始20分後に測定をした後、図2のようにゴム栓を外し、同様の測定を行い、5分ごとに記録した。ゴム栓を外したときに、集気びん内に空気が吸いこまれる音がした。

表は、これらの結果を示したものである。

		開始時	5分後	10分後	15分後	20分後
実験1	温度 [°C]	27.9	34.7	36.5	38.0	38.1
	質量 [g]	380.39	380.39	380.39	380.39	380.39
実験2	温度 [°C]	38.1	42.0	45.6	48.5	49.8
	質量 [g]	380.46	380.48	380.50	380.52	380.53

□(1) 実験1の下線部の酸化について、次の物質が酸化されるとき化学変化を、それぞれ化学反応式で表しなさい。

□① 水素

□② 炭素

□③ 銅

□④ マグネシウム

□(2) 市販のかいろに鉄がふくまれていることを確かめる方法と、鉄がふくまれている場合の予想される結果を、簡潔に書きなさい。

□(3) 表の温度の測定結果からわかる、鉄の酸化における熱の出入りについて、簡潔に書きなさい。

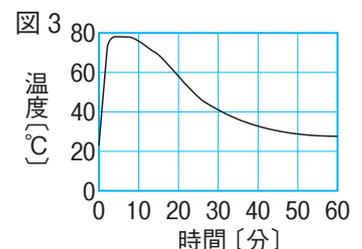
□(4) 表の実験1における質量の測定結果が示す、化学変化に関する法則の名称を答えなさい。

□(5) 表の実験1における開始15分後から20分後にかけて温度がほとんど変わらなかったのは、ある物質が不足したことで反応が進みにくくなったと判断できる。

□① 不足した物質とは何か。その物質の名称を答えなさい。

□② このように判断できる理由を、表の実験2の温度と質量の変化をふまえて、簡潔に書きなさい。

□(6) 4%の食塩水10cm<sup>3</sup>と活性炭10gを乳鉢で混ぜ合わせ、これに鉄粉20gを加えて封筒に入れて自作のかいろを作成した。自作のかいろの中身をよくふり混ぜてから、厚い布で包み、封筒の表面の温度を1分ごとに測定し、時間と温度の関係を調べた。図3のグラフは、このときの時間と温度の変化のようすを表したものである。



自作のかいろの温度の変化と上の実験における市販のかいろの温度変化を比較したとき、市販のかいろにはどのような工夫がされていると考えられるか。あなたの考えを書きなさい。