

11 化学変化と物質の質量

1 反応する物質の質量の割合

実験 金属の酸化と質量

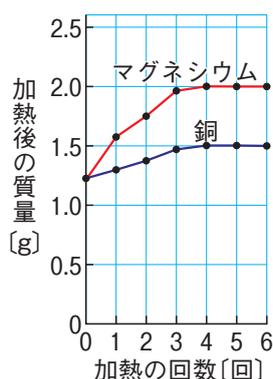
実験 11 実験 12 p.67

方法 ① 金属(マグネシウム、銅)の粉末をステンレス皿に薄く広げ、葉さじでよくかき混ぜながら加熱し、よく冷ましてから質量を測定する操作を繰り返す。マグネシウムの場合には、マグネシウムが飛び散らないように、金網でふたをする。



② 金属の質量を変えて、同じ実験を繰り返す。

結果 ① 加熱を繰り返すと、加熱後の質量が一定の値に近づく(右図)。
② 質量が一定になったときの化合物の質量から、結び付いた酸素の質量を求めると、表のようになった。

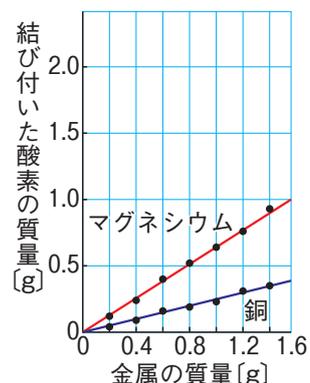
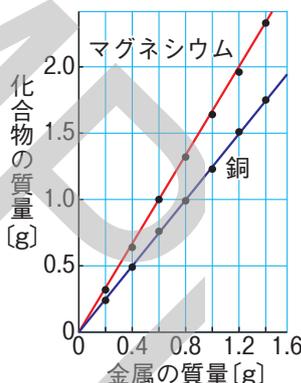


マグネシウムの質量 [g]	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
化合物の質量 [g]	0.32	0.64	1.00	1.32	1.64	1.96	2.33
結び付いた酸素の質量 [g]	0.12	0.24	0.40	0.52	0.64	0.76	0.93
銅の質量 [g]	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
化合物の質量 [g]	0.24	0.49	0.76	0.99	1.23	1.51	1.75
結び付いた酸素の質量 [g]	0.04	0.09	0.16	0.19	0.23	0.31	0.35

考察 ① 決まった質量の金属と結び付く酸素の質量には限度がある。

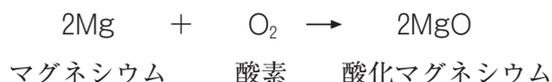
② 表をもとに、金属の質量と化合物の質量の関係や金属の質量と結び付いた酸素の質量の関係をグラフに表すと、右の図のようになる。

- 金属の質量と化合物の質量は比例する。
- 金属の質量と結び付いた酸素の質量は比例する。

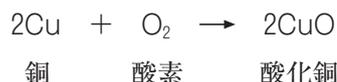


(1) **金属の酸化と質量の変化** マグネシウムや銅などの金属を空气中で加熱すると、できた酸化物の質量は、結び付いた酸素の質量だけ増える。

① マグネシウムの酸化



② 銅の酸化

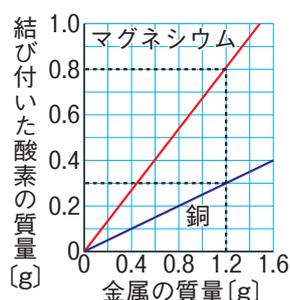


(2) **金属の質量と結び付く酸素の質量の比** 金属と酸素が結び付くとき、それぞれの質量の比は一定である。

① マグネシウムの酸化 **マグネシウム : 酸素 = 1.2g : 0.8g = 3 : 2**

② 銅の酸化 **銅 : 酸素 = 1.2g : 0.3g = 4 : 1**

(3) **化学変化における質量の比** 物質Aと物質Bが結び付いて化合物Cができるときは、AとBは常に一定の質量の比で結び付く。これは、物質A、Bをつくっている原子どうしが、いつも決まった割合で結び付くことを示している。



確認問題

学習日

月

日

1 反応する物質の質量の割合

- (1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。
 - ① 金属を空気中で加熱すると、結び付いた〔 〕の分だけ質量が〔 〕。
 - ② 金属の加熱を繰り返すと、加熱後の質量が〔 〕の値に近づいていく。このことから、決まった質量の金属と結び付く酸素の質量には〔 〕があることがわかる。
 - ③ 金属と酸素が結び付くとき、それぞれの質量の比は〔 〕である。
 - ④ 物質Aと物質Bが結び付いて化合物Cができるときは、AとBは常に〔 〕の質量の比で結び付く。このことは、反応する2つの物質をつくっている〔 〕の質量の比で結び付く。このことは、反応する2つの物質をつくっている〔 〕の質量の比で結び付くことを示している。

□(2) いろいろな質量のマグネシウムの粉末と銅の粉末を別々に、空気中で加熱して、できた酸化物の質量をはかったところ、次の表のようになった。

マグネシウムの質量 [g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
酸化物の質量 [g]	0.66	1.00	1.32	1.67	2.00	2.33
結び付いた酸素の質量 [g]						
銅の質量 [g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
酸化物の質量 [g]	0.51	0.74	1.00	1.25	1.49	1.75
結び付いた酸素の質量 [g]						

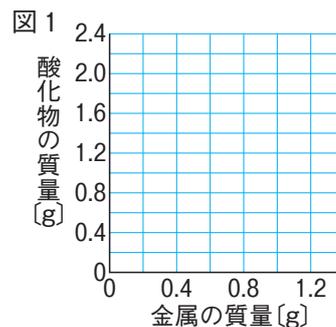
- ① マグネシウムと銅のそれぞれの酸化物の色、名称、化学式を答えなさい。

マグネシウム 色〔 〕 名称〔 〕 化学式〔 〕

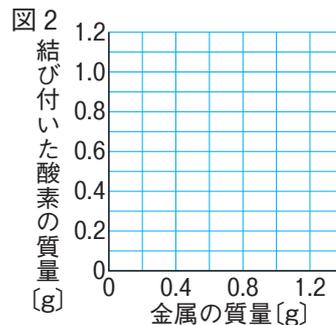
銅 色〔 〕 名称〔 〕 化学式〔 〕

□② 表の空欄に当てはまる数値を記入しなさい。

✂ □③ 表をもとに、金属の質量とできた酸化物の質量の関係を表すグラフを、それぞれ図1にかきなさい。



✂ □④ 表をもとに、金属の質量と結び付いた酸素の質量の関係を表すグラフを、それぞれ図2にかきなさい。



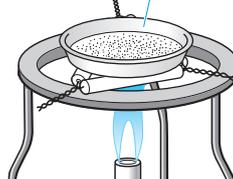
- ⑤ ④のグラフから、金属の質量と結び付いた酸素の質量との間には、どのような関係があるといえるか。〔 〕
- ⑥ 次の文の空欄に当てはまる数値を記入しなさい。
 - (i) 0.60gのマグネシウムと結び付く酸素の質量は〔 〕gである。よって、マグネシウムと酸素が結び付くときの質量の比は、およそ〔 〕:〔 〕であるといえる。
 - (ii) 0.80gの銅と結び付く酸素の質量は〔 〕gである。よって、銅と酸素が結び付くときの質量の比は、およそ〔 〕:〔 〕であるといえる。
- ⑦ 0.9gのマグネシウムと結び付く酸素の質量は何gか。〔 〕
- ⑧ 1.6gの銅と結び付く酸素の質量は何gか。また、このときできる酸化物の質量は何gか。酸素〔 〕 酸化物〔 〕

基本問題

学習日 月 日

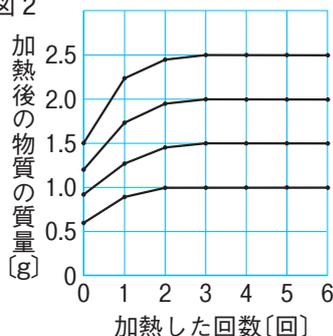
1 【金属と結び付く酸素の質量】 図1のようにして、マグネシウムの粉末をステンレス皿全体に薄く広げて熱し、冷ましてから質量を測定する操作を繰り返した。図2は、0.6g、0.9g、1.2g、1.5gのマグネシウムの粉末を用いて実験したときの結果を表したものである。

図1 ステンレス皿



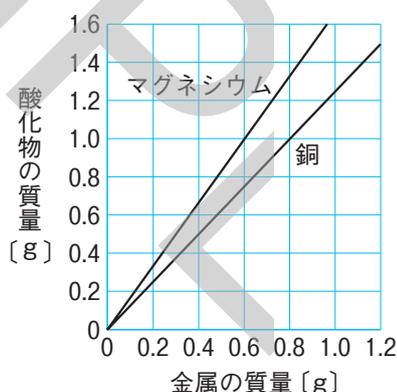
- (1) 下線部のようにした理由は何か。正しいものを、次から1つ選び、記号で答えなさい。
- ア 温度が上がりすぎないようにするため。
- イ 粉末を乾燥しやすくするため。
- ウ 空気と触れ合う面積を大きくするため。

図2



- (2) 図2より、何回か加熱すると加熱後の質量が増えなくなることから、マグネシウムが結び付く酸素の質量には限界があることがわかる。① 0.6g、② 0.9g、③ 1.2g、④ 1.5gのマグネシウムと結び付く酸素の限界の質量をそれぞれ書きなさい。
- (3) マグネシウムの質量と、結び付く酸素の限界の質量は、どのような関係であると考えられるか。
- (4) マグネシウムが酸素と結び付く変化を化学反応式で表しなさい。

2 【反応する物質の割合】 図は、マグネシウムと銅の質量を変えて、その酸化物の質量を測定した結果を表したグラフである。



- (1) ①マグネシウムの酸化物、②銅の酸化物は何か。物質名を書きなさい。
- (2) 銅 0.8gからできた酸化物は何gか。
- (3) マグネシウム 0.6gと結び付く酸素は何gか。
- (4) マグネシウムが酸素と完全に結び付くとき、マグネシウムと酸素の質量の比は、何対何か。
- (5) 銅が酸素と完全に結び付くとき、銅と酸素の質量の比は、何対何か。
- (6) 銅の酸化物 2.0gにふくまれている①銅、②酸素は、それぞれ何gか。
- (7) マグネシウムの酸化物 2.0gに含まれている①マグネシウム、②酸素は、それぞれ何gか。
- (8) 同じ質量の酸素と結び付くマグネシウムと銅の質量の比は、何対何か。
- (9) マグネシウム 3.0gと酸素 3.0gを反応させる。
- ① 反応せずに残るのは、マグネシウムと酸素のどちらか。
- ② 何gの酸化物ができるか。

1

(1)

(2)①

②

③

④

(3)

(4)

2

(1)①

②

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)①

②

(7)①

②

(8)

(9)①

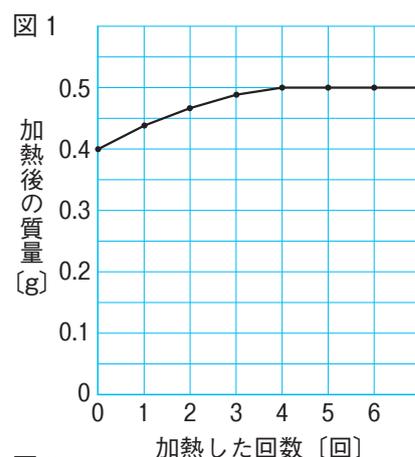
②

標準問題

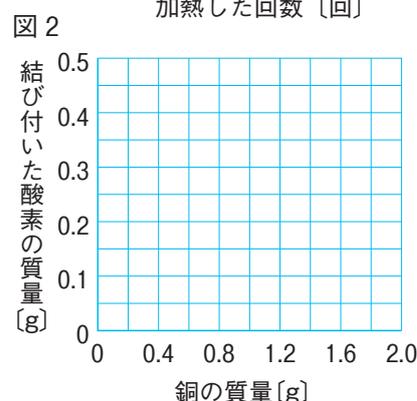
学習日 月 日

① 銅の粉末 0.40g をステンレス皿に広げて入れ、ガスバーナーで加熱した。よく冷ましてから質量を測定し、 再び加熱する操作を繰り返し、質量の変化を調べた。このとき、何度か加熱を繰り返すと、質量は増加しなくなった。図1は、その結果を表したものである。表は、銅の質量を変えて、同様に実験を行い、増加しなくなったときの質量を記録したものである。

銅の質量 [g]	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00
加熱後の質量 [g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50

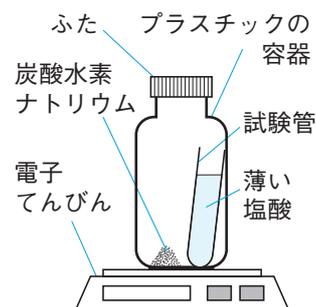


- (1) に当てはまる操作は何か。簡潔に書きなさい。
- (2) はじめの何回かは質量が増加したが、途中から質量が増加しなくなった理由は何か。簡潔に書きなさい。
- (3) 銅の質量と結び付いた酸素の質量の関係を表すグラフを、図2にかきなさい。
- (4) 銅 1.00g を加熱すると加熱後の質量は 1.20g になった。酸素と結び付かないで残っている銅の質量は何 g か。



② プラスチックの容器 a～f を用意し、それぞれに表のように炭酸水素ナトリウムを入れた。薄い塩酸 20cm³ が入った試験管を容器 a に入れ、ふたをして密閉し、図のように反応前の質量を測定した。次に容器を傾け、炭酸水素ナトリウムとすべての薄い塩酸を混ぜ合わせると気体が発生したので、その反応が終わってから、容器全体の質量を測定した。その後、ふたを開けてしばらくしてからふたを含めた容器全体の質量を測定した。容器 b～f についても同じ操作を行い、これらの結果を表にまとめた。

	容器 a	容器 b	容器 c	容器 d	容器 e	容器 f
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
反応前の質量 [g]	71.00	71.50	72.00	72.50	73.00	73.50
反応後のふたを開ける前の質量 [g]	71.00	71.50	72.00	72.50	73.00	73.50
反応後のふたを開けた後の質量 [g]	70.48	70.72	70.96	71.36	71.86	72.36
発生した二酸化炭素の質量 [g]						



- (1) 容器内で起こった化学変化を化学反応式で表しなさい。
- (2) 反応前の全体の質量と反応後のふたを開ける前の質量が変わらなかったのは、質量保存の法則が成り立つためである。質量保存の法則が成り立つ理由を簡潔に書きなさい。
- (3) 発生した二酸化炭素の質量を表に記入しなさい。また、容器 a～f のうち、炭酸水素ナトリウムが残っていない容器をすべて選び、記号で答えなさい。

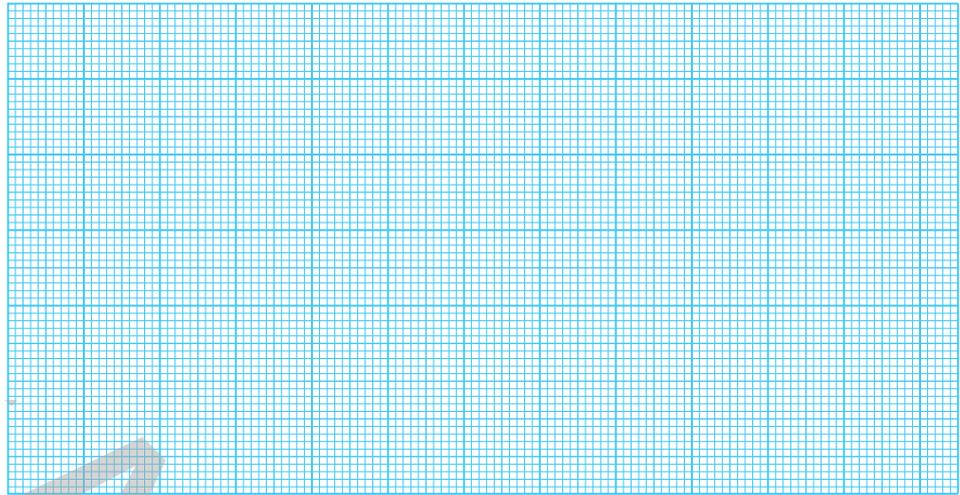
トレーニング

学習日 月 日

- (1)【グラフ作成】 右の表は、銅粉を加熱して酸化銅にしたときの、銅粉の質量とできた酸化銅の質量との関係である。

銅の質量[g]	0.4	0.8	1.2	1.6
酸化銅の質量[g]	0.5	1.0	1.5	2.0

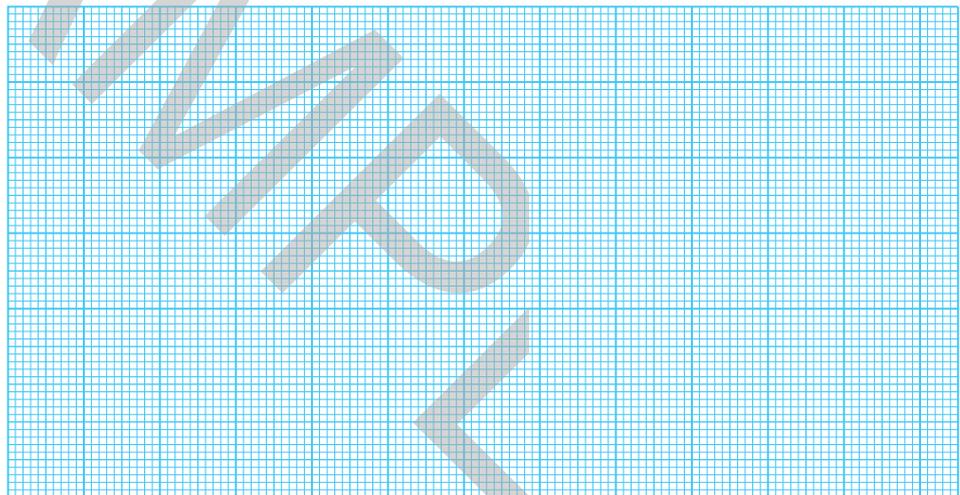
- ① 銅の質量とできた酸化銅の質量との関係をグラフで表しなさい。
- ② 銅の質量と結び付いた酸素の質量との関係をグラフで表しなさい。



- (2)【グラフ作成】 右の表は、マグネシウムを加熱して酸化マグネシウムにしたときの、マグネシウムの質量と酸化マグネシウムの質量との関係である。

マグネシウムの質量[g]	0.3	0.6	0.9	1.2
酸化マグネシウムの質量[g]	0.5	1.0	1.5	2.0

- ① マグネシウムの質量とできた酸化マグネシウムの質量との関係をグラフで表しなさい。
- ② マグネシウムの質量と結び付いた酸素の質量との関係をグラフで表しなさい。



- (3)【銅の酸化】 銅が酸化されるとき銅と酸素の質量の比を4:1とする。

- ① 1.00gの銅と結び付く酸素の質量は何gか。 ()
- ② 2.40gの銅が酸化されてできる酸化銅の質量は何gか。 ()
- ③ 酸化銅 2.50gは、何gの銅を酸化させることによってできるか。 ()
- ④ ある量の銅を加熱して、すべて酸化銅にしたところ、質量が0.80g増加した。はじめに何gの銅を加熱したか。 ()
- ⑤ 2.40gの銅を加熱したところ、加熱が不十分であったため、加熱後の質量が0.40gだけ増加した。このとき、酸化された銅は何gか。また、酸化されずに残った銅は何gか。
酸化された銅() 残った銅()
- ⑥ 4.00gの銅を加熱したところ、加熱が不十分であったため、加熱後の物質の質量が4.60gであった。このとき、酸化されずに残った銅は何gか。 ()

- (4)【マグネシウムの酸化】 マグネシウムが酸化される時のマグネシウムと酸素の質量の比を3:2とする。
- ① 1.20gのマグネシウムと結びつく酸素の質量は何gか。 ()
- ② 2.40gのマグネシウムが酸化されてできる酸化マグネシウムの質量は何gか。 ()
- ③ 酸化マグネシウム 2.50gは何gのマグネシウムを酸化させることによってできるか。 ()
- ④ ある量のマグネシウムを加熱して、すべて酸化マグネシウムにしたところ、質量が0.80g増加した。はじめに何gのマグネシウムを加熱したか。 ()
- ⑤ 2.40gのマグネシウムを加熱したところ、加熱が不十分であったため、加熱後の質量が0.40gだけ増加した。このとき、酸化されたマグネシウムは何gか。また、酸化されずに残ったマグネシウムは何gか。
酸化されたマグネシウム() 残ったマグネシウム()
- ⑥ 4.00gのマグネシウムを加熱したところ、加熱が不十分であったため、加熱後の物質の質量が4.60gであった。このとき、酸化されずに残ったマグネシウムは何gか。 ()
- (5)【酸化銀の分解】 2.90gの酸化銀を十分加熱すると、質量2.70gの銀ができる。
- ① 2.90gの酸化銀を十分加熱したとき、何gの酸素が発生するか。 ()
- ② 2.00gの酸化銀を加熱すると、何gの銀ができるか。また、何gの酸素が発生するか。それぞれ四捨五入して小数第2位まで求めなさい。 銀() 酸素()
- ③ 3.00gの銀を得るためには、何gの酸化銀を加熱すればよいか。四捨五入して小数第2位まで求めなさい。 ()
- (6)【炭酸水素ナトリウムの分解】 4.20gの炭酸水素ナトリウムを十分加熱すると、2.65gの炭酸ナトリウムができ、二酸化炭素が1.10g発生する。
- ① 4.20gの炭酸水素ナトリウムを十分加熱したとき、何gの水ができるか。 ()
- ② 5.00gの炭酸水素ナトリウムを十分加熱すると、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素はそれぞれ何gできるか。四捨五入して小数第2位まで求めなさい。
炭酸ナトリウム() 水() 二酸化炭素()
- (7)【酸化銅の還元】 酸化銅をつくる銅の質量と酸素の質量の比は4:1、水をつくる水素と酸素の質量の比は1:8、二酸化炭素をつくる炭素と酸素の質量の比は3:8である。
- ① 酸化銅 4.00gに水素を通しながら加熱したところ、すべて銅になった。このとき、銅は何gできたか。また、水は何gできたか。 銅() 水()
- ② 酸化銅に水素を通しながら加熱し、6.40gの銅を得るためには、何gの酸化銅が必要か。また、そのとき、何gの水素が水に変化したか。 酸化銅() 水素()
- ③ 酸化銅 3.20gに十分な量の炭素を加えて加熱すると、何gの銅ができて、二酸化炭素は何g発生するか。 銅() 二酸化炭素()
- ④ 酸化銅に炭素を加えて加熱し、4.80gの銅を得るためには、何gの酸化銅が必要か。また、そのとき、少なくとも何gの炭素が必要か。 酸化銅() 炭素()
- ⑤ 酸化銅 6.00gに炭素 0.30gを加えて加熱したところ、炭素はすべて反応して二酸化炭素になり、銅と酸化銅が残った。残った銅と酸化銅はそれぞれ何gか。 銅() 酸化銅()
- ⑥ 酸化銅 5.00gに炭素を加えて加熱したところ、炭素が不足したため、残った物質の質量は4.20gであった。このとき、銅は何gでき、酸化銅は何g残ったか。また、加えた炭素は何gであったか。
銅() 酸化銅() 炭素()

基本のまとめ

学習日 月 日

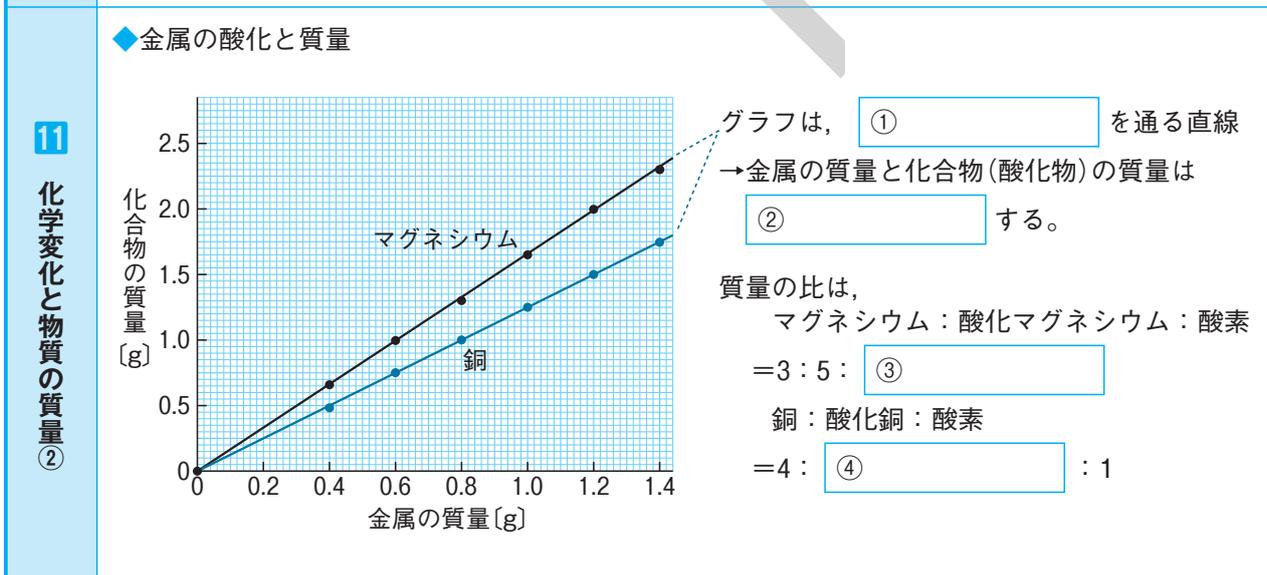
● 重要図解整理 図の□に当てはまる語句や数値を入れて、基本事項を整理しよう。

◆銅の酸化と反応前後の質量

	反応前	反応後
モデル		
原子数	銅原子 ① 個 酸素原子 ② 個	銅原子 ③ 個 酸素原子 ④ 個
質量例	銅1.00g, 酸素0.25g	酸化銅 ⑤ g
	銅4.00g, 酸素 ⑥ g	酸化銅5.00g

◆金属(マグネシウム)を酸化する実験装置

① □
② □ …マグネシウムが飛び散るのを防ぐ。
③ □ …熱を伝えやすい。
④ □ …火を直接当てる加熱に使う。
⑤ □



● 基本事項の確かめ

【化学変化と質量の保存】

- ① 薄い塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えると発生する気体は何か。 ① _____
- ② 水溶液に溶けきれなくなって濁ったり、沈んだりした物質を何というか。 ② _____
- ③ 硫酸ナトリウム水溶液と塩化バリウム水溶液の反応でできる沈殿は何か。 ③ _____
- ④ 物質全体の質量が変化する化学変化では、何の出入りがあるか。 ④ _____
- ⑤ 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。 ⑤ _____
- ⑥ 質量保存の法則が成り立つのは、何の種類と数が増減しないためか。 ⑥ _____

【化学変化と物質の質量】

- ① 銅の酸化物は何か。化学式で書きなさい。 ① _____
- ② マグネシウムの酸化物は何か。化学式で書きなさい。 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 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。 ④ _____
- ⑤ 銅 1.00g から酸化銅 1.25g ができた。結びついた酸素は何 g か。 ⑤ _____
- ⑥ マグネシウム 0.60g と酸素 0.40g が結び付いた。できた酸化物は何 g か。 ⑥ _____
- ⑦ 銅 4.0g から酸化銅 5.0g ができた。酸化銅 2.0g 中の銅は何 g か。 ⑦ _____

● 記述の練習

【化学変化と質量の保存】

- ① 化学変化で、質量保存の法則が成り立つ理由の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。その他の理由は何か。簡潔に書きなさい。

【化学変化と物質の質量】

- 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。

- ② 金属を加熱したときの質量変化を調べるのにステンレス皿を使うのは、ステンレスが金属であり、熱を伝えやすいこと以外に、もう1つ別の性質があることが理由になっている。その性質はどのようなものか。簡潔に書きなさい。

- ③ 化学変化に関係する物質の質量の比についてどのようなことがいえるか。簡潔に書きなさい。

1 物質の成り立ち

- (1) _____ もとの物質とは性質の異なる物質ができる変化。
- (2) _____ 水に溶けにくい気体を、水と置き換えて集める方法。
- (3) _____ 水の検出に使う青色の試験紙。水に触れると、赤色に変化する。
- (4) _____ 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。
- (5) _____ 金属を磨いたときに出る、特有の光沢。
- (6) _____ 1種類の物質が2種類以上の物質に分かれる化学変化。
- (7) _____ 分解のうち、加熱することによって起こるもの。
- (8) _____ 分解のうち、電流を流すことによって起こるもの。
- (9) _____ 物質をつくる、化学変化ではそれ以上分けることができない最小の粒子。
- (10) _____ 原子が結びついてできる、物質の性質を示す最小の単位。
- (11) _____ 元素を、アルファベット1文字または2文字を用いて表した記号。
- (12) _____ 原子の構造にもとづいて原子につけられた番号。
- (13) _____ 元素を原子番号の順に並べた表。
- (14) _____ 周期表の横の行と縦の列につけられた名称。縦の列には化学的に似た元素が並ぶ。
- (15) _____ 物質の成り立ちを、元素記号と数字を用いて表した式。
- (16) _____ 1種類の元素からできている物質。
- (17) _____ 2種類以上の元素からできている物質。
- (18) _____ 1種類の物質からできているもの。
- (19) _____ 複数の物質が混ざり合ったもの。

2 化学変化

- (1) _____ 物質が硫黄と結び付くこと。
- (2) _____ 硫化鉄に塩酸を加えたときに発生する、特有のにおいのある気体。
- (3) _____ 矢印の、左に反応前、右に反応後の物質を書き、化学変化を化学式で表した式。
- (4) _____ 物質が酸素と結び付くこと。
- (5) _____ 酸化されてできた物質。
- (6) _____ 熱や光を出しながら激しく物質が酸化されること。
- (7) _____ 酸化物から酸素が奪われる化学変化。
- (8) _____ 熱を発生することで周りの温度を上げる化学変化。
- (9) _____ 熱を吸収することで周りの温度を下げる化学変化。
- (10) _____ 物質がもつエネルギーで、化学変化によって、熱などが取り出せる。
- (11) _____ 鉄が酸化されるときに発生する熱を利用したかいろ。
- (12) _____ 吸熱反応を利用して、ものを冷やす道具。

3 化学変化と物質の質量

- (1) _____ 変化に関係する物質全体の質量は、化学変化の前後で変化しないという法則。
- (2) _____ 水溶液どうしの化学変化で生成された物質が水に溶けにくいときに現れる結晶。

1 物質の成り立ち

- (1) 化学変化(化学反応)
- (2) 水上置換法
- (3) 塩化コバルト紙
- (4) フェノールフタレイン溶液
- (5) 金属光沢
- (6) 分解
- (7) 熱分解
- (8) 電気分解
- (9) 原子
- (10) 分子
- (11) 元素記号
- (12) 原子番号
- (13) 周期表
- (14) 周期と族
- (15) 化学式
- (16) 単体
- (17) 化合物
- (18) 純物質
- (19) 混合物

2 化学変化

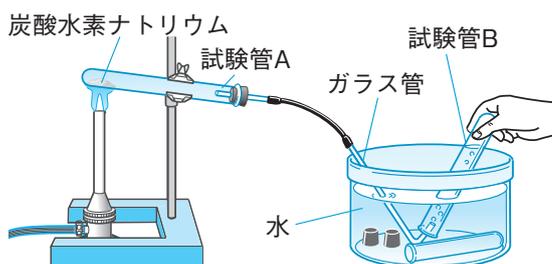
- (1) 硫化
- (2) 硫化水素
- (3) 化学反応式
- (4) 酸化
- (5) 酸化物
- (6) 燃焼
- (7) 還元
- (8) 発熱反応
- (9) 吸熱反応
- (10) 化学エネルギー
- (11) 化学かいろ
- (12) 簡易冷却パック

3 化学変化と物質の質量

- (1) 質量保存の法則
- (2) 沈殿

実験1 炭酸水素ナトリウムの分解

方法 ① 炭酸水素ナトリウム 2.0gを乾いた試験管に入れ、図のような装置を組み立てて加熱し、発生した気体を水上置換法で3本の試験管に集める。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 : マッチの火を近づける。

ii : 火のついた線香を入れる。

iii : 石灰水を入れてよく振る。

* 試験管を加熱するときには、[できた液体が加熱部分に流れて試験管が破損しないように]、[口を少し下げて加熱する]。

* 気体を集めるときには、[装置内にあった空気が出てくる] ので、1本目の試験管に集めた気体は捨てる。

* 加熱をやめるときには、[水が試験管に逆流しないように、ガラス管を水槽から外に出す]。

② 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。

③ 炭酸水素ナトリウムと加熱後の白い物質を少量水に溶かし、溶け方の違いをみる。また、それぞれの水溶液にフェノールフタレイン液を1、2滴加え、色の変化を調べる。

結果 1 発生した気体は、マッチの火を近づけても何も起こらず、線香の火を入れると火が消えた。また、石灰水を入れてよく振ると、[白く濁った]。

2 青色の塩化コバルト紙の色が[薄い赤色]に変化した。

3 炭酸水素ナトリウムは水に[少しだけ溶けた]が、白い物質は水に[よく溶けた]。また、フェノールフタレイン溶液によって、炭酸水素ナトリウム水溶液は[薄い赤色]になり、白い物質の水溶液は[濃い赤色]になった。

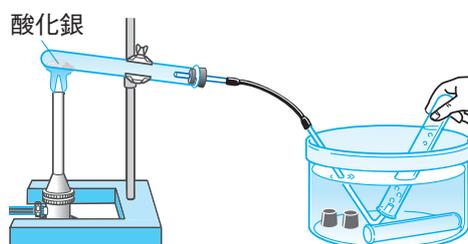
考察 1の結果から、発生した気体は[二酸化炭素]、2の結果から、できた液体は[水]であり、3の結果から、加熱後の白い物質は、炭酸水素ナトリウムとは異なる物質であることが分かった。

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。
炭酸水素ナトリウム → [炭酸ナトリウム] + [二酸化炭素] + [水]

実験2 酸化銀の分解

方法 ① 酸化銀を乾いた試験管に入れて加熱し、発生した気体を集め、集めた気体に火のついた線香を入れる。

② 試験管に残った物質を取り出し、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 ① 線香が[炎を上げて激しく燃えた]。

② 葉さじでこすると[金属光沢]が出、金づちでたたくと広がった。また、電流を[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 もとの物質とは異なる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。

実験3 水の電気分解

方法 ① 電気分解装置に、[電流が流れやすくするため]、
[水酸化ナトリウム]を少量溶かした水を入れ、電源装置につないで、6Vで電流を流し、水を電気分解する。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。

② 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 1 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。

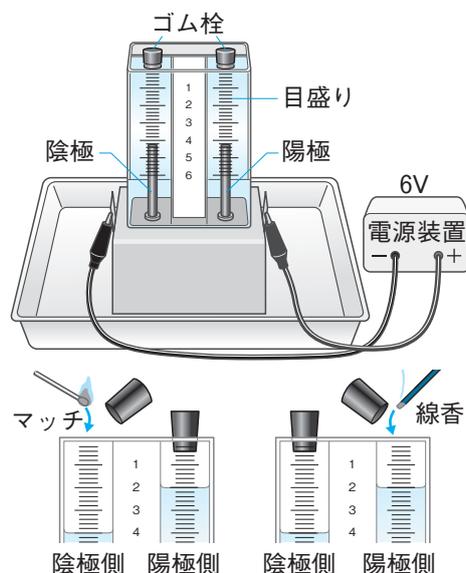
2 陰極側の気体は[音を立てて燃え]、陽極側の気体では、[線香が炎を上げて燃えた]。

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流すと、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 塩化銅水溶液の電気分解

方法 ① ビーカーに塩化銅水溶液を入れ、その中に、発泡ポリスチレンのふたに固定した電極を差し込み、電源装置につないで、6Vで電流を流す。

② 陰極に変化が見られたら、陽極側から発生している気体のにおいを調べる。その後電源を切り、陰極に付着した物質を削りとり、薬さじでこする。

結果 1 電流を流していくと、青色の塩化銅水溶液の色が[薄くなっていった]。

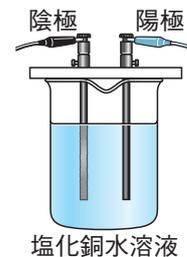
2 陽極側から発生した気体には、[プールの消毒薬のようなにおい]がした。

また、陰極に付着した物質は[銅]で、薬さじでこすると[金属光沢]が出た。

考察 塩化銅水溶液に電流を通すと、[陰極に銅]が付着し、[陽極から塩素]が発生する。

まとめ 塩化銅水溶液に電流を通すと、溶けている塩化銅が、銅と塩素に分解される。

塩化銅→[銅] + [塩素]



* 酸化銀が熱分解されてできた銀と酸素、水が電気分解されてできた水素と酸素、塩化銅が電気分解されてできた銅と塩素は、それぞれ化学変化では[それ以上分解できない]ことが分かっている。

* これまでの化学変化を化学反応式で表すと、次のようになる。



実験5 鉄と硫黄の化学変化

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様子を観察する。試験管 B を加熱するときには、脱脂綿で栓をし、[硫黄の蒸気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、つき方を比べる。また、試験管 A、B の中身を少量取り出し、それぞれに薄い塩酸を 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]。調べたら、[水] を加えて [気体の発生を止める]。



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 では磁石が引きつけられたが、B では引きつけられなかった。また、薄い塩酸を加えると、両方の試験管から気体が発生し、試験管 A から発生した気体にはにおいがなかったが、B から発生した気体には、特有のにおいがあった。

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] というもとの物質とは異なる物質ができる。

鉄 + 硫黄 → 硫化鉄 化学反応式で表すと、[$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$]

このように、2種類以上の物質が化学変化によって結び付くと、もとの物質とは異なる別の物質ができる。このときできた物質は [化合物] である。

化合物とは、2種類以上の元素でできた物質である。これに対して、1種類の元素でできた物質を [単体] という。

なお、この実験で、反応が始まったら加熱をやめるのは、反応が始まると熱が発生し、その熱で反応が進むからである。

また、混合物の上部を加熱するのは、下部を加熱すると、硫黄が融けて反応が進まなくなってしまうからである。

実験6 銅と硫黄の反応

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ひ、曲げると折れた。

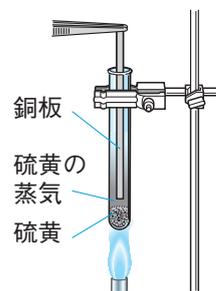
考察 反応後の物質は銅とは別の物質である。

まとめ 銅を加熱した硫黄の蒸気の中に入れると、銅と硫黄が結び付いて [硫化銅] という化合物ができる。

銅と硫黄の反応は、次のように表すことができる。

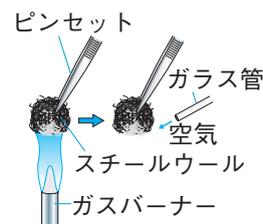
銅 + 硫黄 → 硫化銅 化学反応式で表すと、[$\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS}$]

表面を磨いた銅板の上に硫黄の粉末をのせておくと、やがて、銅板の表面に黒っぽい物質である [硫化銅] が生じる。このように触れ合っているだけで起こる穏やかな化学変化もある。



実験7 鉄の燃焼

- 方法** ① 丸めたスチールウールにガスバーナーで火をつけ、火がついたら炎から外し、ガラス管で息を吹きかけながら十分に燃やす。
- ② スチールウールの火が消え、温度が下がったら取り出し、できた物質について、電流の流れ方、色や手ざわり、薄い塩酸に入れたときの様子をスチールウールと比べる。



- 結果** 1 スチールウールは、火花を飛ばして激しく燃えた。
- 2 燃えた後の物質には電流は流れなかった。また、色が黒くなり、ほろほろくずれ、塩酸に入れても気体は発生しなかった。

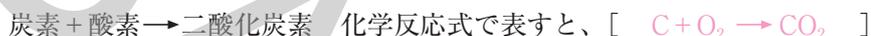
考察 鉄が酸素と結び付いて、別の物質である[酸化鉄]になったことが分かる。

まとめ 物質が酸素と結び付くことを、[酸化]といい、酸化によってできた物質を[酸化物]という。物質が酸素と結び付く反応には、次のようなものがある。

水素の酸化…水素を酸素と混合して火をつけると[水]ができる。



炭素の酸化…木炭を空気中で加熱すると、[二酸化炭素]ができる。



銅の酸化…銅を空気中で加熱すると、黒色の[酸化銅]ができる。



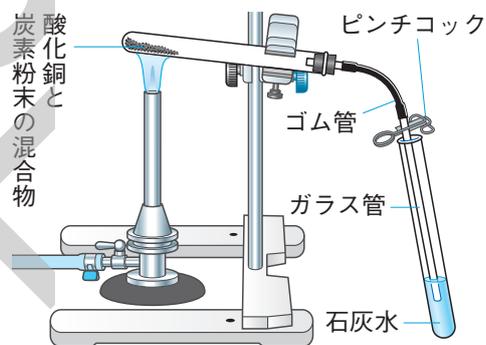
マグネシウムを空気中で加熱すると、白色の[酸化マグネシウム]ができる。



スチールウールやマグネシウムのように激しく熱や光を出す酸化を[燃焼]という。

実験8 酸化銅の還元

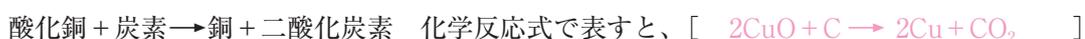
- 方法** ① 酸化銅 0.8gと炭素粉末 0.1gを乳鉢でよく混ぜ合わせて試験管に入れ、ガスバーナーで加熱し、混合物の変化や石灰水の変化を観察する。
- ② 気体が発生し終わったら火を消し、試験管が冷めてから、残った物質を取り出して、薬さじでこすり、加熱前後の色の変化や光沢を調べる。
- * 気体の発生が終わった後、ガスバーナーの火を消す前に、[ガラス管を石灰水から引き抜く]。これは、[石灰水が試験管に逆流しないようにする]ためである。
 - * ガスバーナーの火を消した後、[試験管内に空気が入って、できた銅が再び酸化されないように]、ピンチコックで[ゴム管を閉じる]。



結果 気体を通した石灰水が白く濁り、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、酸化銅から酸素が奪われ、炭素がその酸素と結び付く。



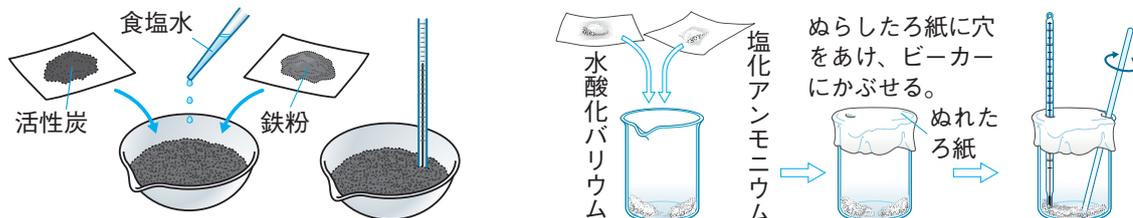
酸化物から酸素が奪われる化学変化を[還元]という。[還元と酸化は同時に起こる]。

物質の酸化物は、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。



実験9 化学変化と熱

- 方法** ① 蒸発皿に鉄粉 5g、活性炭 2g、食塩水 1cm³ を入れ、温度計を差し込んで反応前の温度を測定する。次に、ガラス棒でかき混ぜた後、しばらくしてから反応後の温度を測定する。
- ② 水酸化バリウム 5g と塩化アンモニウム 3g を、ビーカーの中に触れ合わないように入れ、温度計を差し込んで反応前の温度を測定する。次に、水でぬらしたろ紙でビーカーの口を覆い、ガラス棒でかき混ぜた後、しばらくしてから反応後の温度を測定する。



結果

	反応前の温度[℃]	反応後の温度[℃]
鉄粉 + 活性炭 + 食塩水	20.0	62.6
水酸化バリウム + 塩化アンモニウム	20.0	-8.8

- 鉄粉は、反応後には赤茶色に変化し、反応後の温度が反応前の温度より上がった。
- 特有の刺激臭のある気体が発生し、反応後の温度が反応前の温度より下がった。

考察

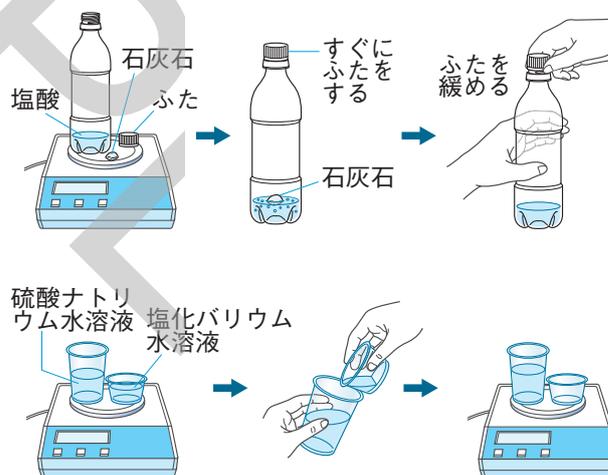
化学変化では、温度が上がる反応と、温度が下がる反応がある。

まとめ

1 では[鉄の酸化]によって温度が上がり、2 では[アンモニアの発生]によって温度が下がる。周りに熱を放出する反応を[発熱反応]、周りから熱を吸収する反応を[吸熱反応]という。1 の鉄の酸化や有機物の燃焼は、発熱反応である。

実験10 化学変化の前後の質量

- 方法** ① 塩酸を入れたペットボトルと石灰石の全体の質量を測定した後、石灰石を塩酸に入れてすぐにふたをし、しばらく反応させてから反応後の質量を測定する。次にふたを緩めた後、再び質量を測定する。
- ② 薄い硫酸ナトリウム水溶液と薄い塩化バリウム水溶液を別々の容器に入れ、全体の質量を測定した後、2つの水溶液を混ぜ合わせ、反応の様子を観察した後、反応後の質量を測定する。



結果

- ペットボトル内で気体の発生が観察でき、反応前と反応後では[質量に変化がなかった]が、ふたを緩めた後に測定した質量は、[はじめの質量より小さくなった]。
- 容器の中に白い沈殿が生じ、反応前と反応後では[質量に変化がなかった]。

考察

化学変化の前後で、物質全体の質量は変化しなかった。1 でふたを緩めた後に質量が減ったのは、発生した[二酸化炭素が外に逃げた]ためであると考えられる。

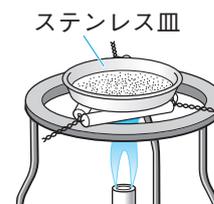
まとめ

化学変化の前後では、物質全体の質量は変化しない。これを[質量保存の法則]という。これは、化学変化の前後で、物質全体の[原子の種類や数が変化しない]ためである。

この法則は、化学変化だけではなく、状態変化や溶解などの変化(物理変化という)でも成り立つ。

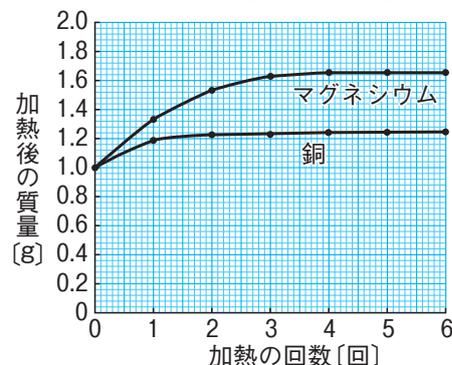
実験11 金属の酸化と質量の変化

方法 ① 銅粉 1.0g をステンレス皿に入れて質量を測定する。銅粉を皿全体に薄く広げて、[空気とよく触れるようにする]。ガスバーナーで5分間加熱し、冷めた後、質量を測定する。再び、皿の粉末をよくかき混ぜ、皿全体に薄く広げて、ガスバーナーで5分間加熱し、冷めた後、質量を測定する。この操作を、質量が変化しなくなるまで、続ける。



② マグネシウムの粉末についても、銅粉と同様の実験を行う。このとき、[マグネシウムが飛び散るのを防ぐ] ため、[金網でふたをする]。

結果 1 加熱した部分の色が黒色に変わり、質量が増えた。
2 加熱した部分の色が白色に変わり、質量が増えた。
銅、マグネシウムともに、質量は一定以上には増えなかった。結果をグラフに表すと、図のようになった。

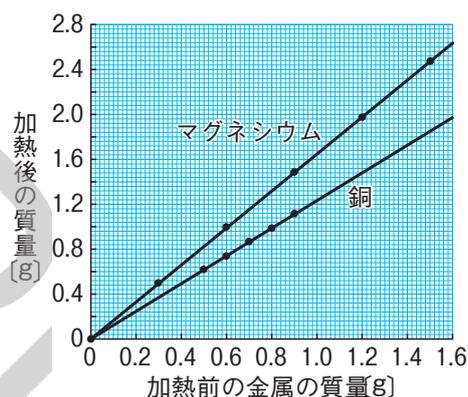


考察 銅やマグネシウムを空气中で加熱すると、酸素と結び付いて、酸化物ができる。このとき、[質量保存の法則] から、[増えた質量は結び付いた酸素の質量] である。したがって、[一定量の金属と結び付く酸素の質量は決まっている]。

実験12 金属の酸化と質量の規則性

方法 ① 銅粉の質量をいろいろに変えてステンレス皿に入れて加熱し、質量が変化しなくなったときの酸化銅の質量を測定し、記録する。
② マグネシウムの粉末の質量をいろいろに変えてステンレス皿に入れ、金網でふたをして加熱し、質量が変化しなくなったときの酸化マグネシウムの質量を測定し、記録する。

結果 金属の質量と、加熱後にできた酸化物の質量の関係は図のグラフのようになった。

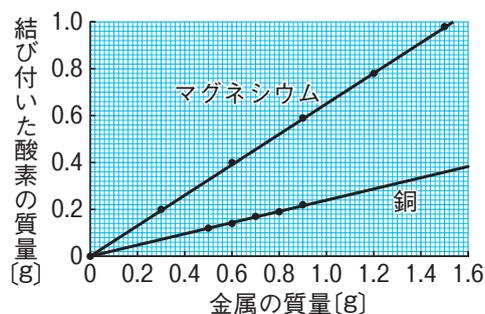


考察 グラフから、できる酸化物の質量は、もとの金属の質量に [比例する] ことがわかる。

まとめ 金属の質量：酸化物の質量の比は一定である。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増える質量は、結び付いた酸素の質量であるから、もとの金属の質量と、結び付いた酸素の質量の関係をグラフに表すと図のようになる。グラフから、金属と結び付く酸素の質量は、もとの金属の質量に比例することが分かる。つまり、金属の質量：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。

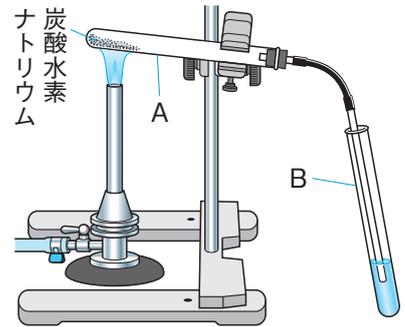


銅：酸素 = [4 : 1]

マグネシウム：酸素 = [3 : 2]

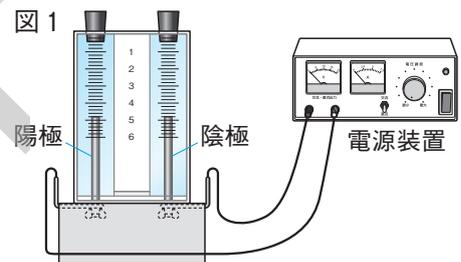
【物質の分解】

① 炭酸水素ナトリウムを乾いた試験管Aに入れて加熱し、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、液体が白く濁った。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。



- ☞ (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。 ()
- (2) 試験管Bに入れられていた液体は何か。 ()
- (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分かった。この試験紙は何か。 ()
- ☞ (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が破損するのを防ぐため。
- (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溶かすと、炭酸ナトリウムの方が水に 。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 赤色になる。
 ① a、bに当てはまる語をそれぞれ答えなさい。 a() b()
 ② 溶液Xは何か。 ()
- (6) この実験で起こった化学変化を何というか。 ()
- (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。
()

② 電気分解装置に薄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。



- (1) 水酸化ナトリウム水溶液に電流を流し続けると、その濃さはどうなるか。 ()
- (2) 水酸化ナトリウムを表す化学式を書きなさい。
()
- (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) 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 陰極

+

② 陽極
- (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。
()

【物質が結び付く化学変化】

3 鉄粉 3.5gと硫黄 2.0gをよく混ぜ合わせたものを2つつくり、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、鉄粉と硫黄はすべて反応して黒い物質に変化した。この黒い物質を少量取って、薄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の混合物を少量取って薄い塩酸に入れたところ、においのない気体が発生した。

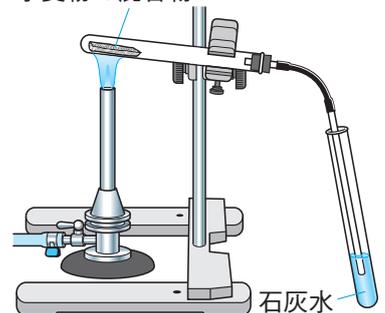


- (1) 鉄と硫黄の化学変化によってできた黒い物質は何か。その名称を答えなさい。 []
- (2) 鉄と硫黄の化学変化を、化学反応式で表しなさい。 []
- (3) この実験で、安全に気体のにおいを調べるにはどのようにすればよいか。その方法を簡潔に書きなさい。 []
- (4) この実験で、反応後の試験管Aの物質を薄い塩酸に入れたときと、試験管Bの混合物を薄い塩酸に入れたときに発生した気体を、それぞれ化学式で答えなさい。 A [] B []
- (5) この実験では、反応前の物質と反応後の物質が異なることを、塩酸に加えることで確認したが、これ以外に確認する方法とその結果を1つ簡潔に書きなさい。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

【酸化と還元】

4 酸化銅 2.0gと小麦粉 0.5gをよく混ぜ、アルミニウム箔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石灰水が白く濁り、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。

酸化銅の粉末と小麦粉の混合物



- (1) 下線部①、②の変化から、小麦粉に含まれていることが分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、どのようなことが分かるか。簡潔に書きなさい。 []

【化学変化と熱】

5 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ざら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、水で湿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、温度はどう変わったか。①〔 〕 ②〔 〕

【化学変化と質量の保存】

6 質量保存の法則が成り立つことを確かめるため、実験を行った。まず、薄い塩酸 10cm^3 を試験管に取り、炭酸水素ナトリウム 1.0g 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～エを並べ替え、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薄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、ふたをしめたままのペットボトル全体の質量を測って反応前と比べる。

エ ふたをしめて密閉した後、試験管の入ったペットボトルの質量を測る。

 □(3) 質量保存の法則が成り立つのはなぜか。「化学変化」、「原子」という語句を用いて、簡潔に書きなさい。

〔 〕

【化学変化と物質の質量】

7 ステンレス皿に銅粉 1.2g を薄く広げ、ガスバーナーで質量が変わらなくなるまで加熱し、加熱後の質量を測ったところ、 1.5g であった。次に、マグネシウムの粉末 1.8g 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 3.0g であった。

 □(1) 銅粉を加熱するとき、ステンレス皿に薄く広げるのはなぜか。その理由を簡潔に書きなさい。

〔 〕

□(2) 銅、マグネシウムは、質量が変わらなくなるまで加熱すると、何色になるか。それぞれ答えなさい。

銅〔 〕 マグネシウム〔 〕

□(3) 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〔 〕

□(4) 銅 2.0g 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 g になるか。〔 〕

- (5) マグネシウム 1.5g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gになるか。 []
- (6) 銅とマグネシウムの混合物 5.1g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7.5g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。 []

8 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 4.00gと炭素の粉末 0.10g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内の石灰水が白く濁った。

- ② 気体が発生しなくなったところで、試験管Bからガラス管を取り出し、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内に残った固体の質量を測定し、固体の様子を観察した。
- ④ 酸化銅の質量は4.00gのまま、炭素の粉末の質量を0g、0.20g、0.30g、0.40g、0.50gに替えて、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内には赤色の固体だけが残った。

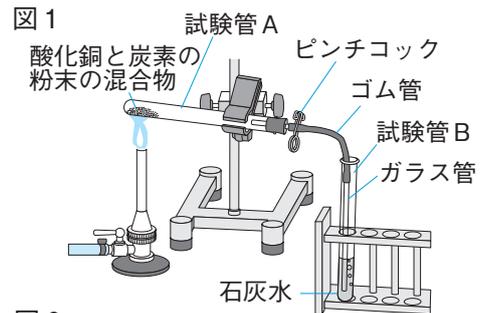
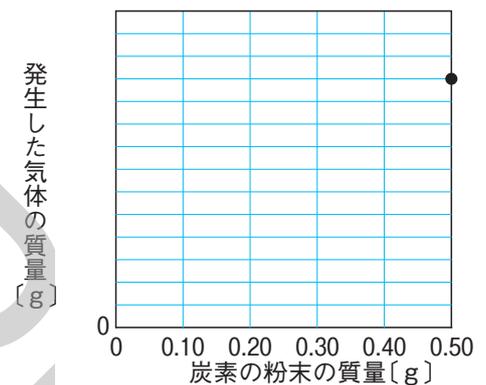


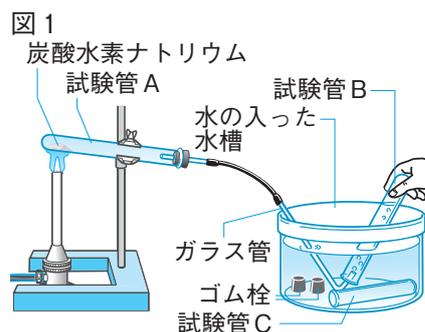
図2



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

- (1) 実験の①で、加熱した試験管A内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) []
- 炭素は酸化銅に含まれる酸素によって□(a)され、酸化銅は酸素が離れて□(b)される。このように、試験管A内では、□(a)と□(b)が同時に起きている。
- ② 加熱した試験管A内に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、次の各問いに答えなさい。
- ① 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。
- ② 発生した気体と石灰水が反応して、炭酸カルシウムの白い沈殿ができる化学変化を、化学反応式で表しなさい。 []
- ✂ □(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。

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、ゴム栓をしてよく振ったところ、石灰水は白く濁った。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。



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るようにする。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違うか。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まるまで加熱し、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。



	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。

{

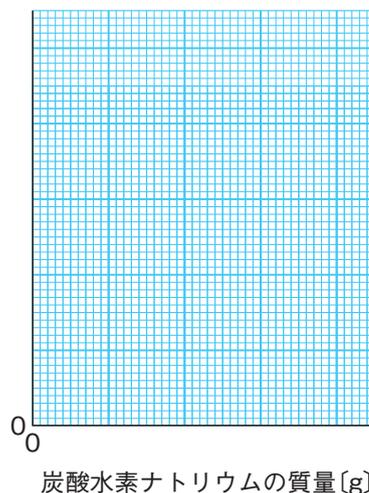
}

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含まれていたか。

{

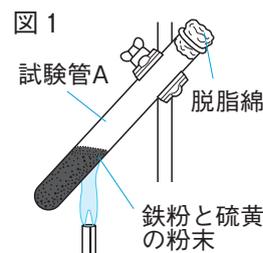
}

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中の物質が磁石につくかどうかを調べた。また、それぞれの試験管に薄い塩酸を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

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

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。

〔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、取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、黒い物質を削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

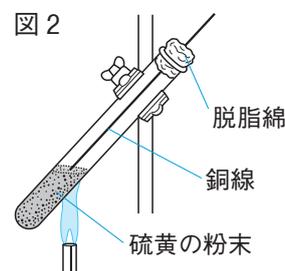


表2

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
	黒い物質を削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、鉄と硫黄が結び付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、銅と硫黄が結び付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付く鉄と銅の質量の比を求めなさい。

〔 〕

4 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 と薄い塩酸 10cm³ 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薄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緩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〕 葉包紙に測り取ったいろいろな質量の炭酸水素ナトリウムを、薄い塩酸が 20cm³ 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、葉包紙とビーカーを含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、質量保存の法則が成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、薄い塩酸 20cm³ 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溶け残っていたものは A～E のどれか。すべて選び、記号で答えなさい。

{ }

□(8) 実験2の結果から、実験で用いた薄い塩酸 20cm³ 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)でビーカー中に溶け残った炭酸水素ナトリウムをすべて溶かすためには、実験で用いた薄い塩酸を少なくとも何 cm³ 加えればよいか。選んだすべてのビーカーについて、考え方や求める過程も含めてそれぞれ簡潔に書きなさい。

{ }

