

# ○化学変化と原子・分子

## 「化学変化と質量」 1

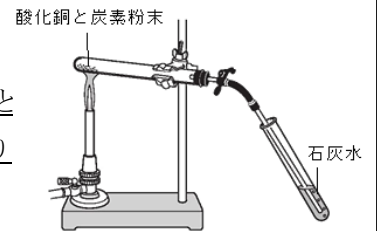
先生と生徒の会話を読み、次の問いに答えなさい。

生徒：先生に教えていただいた、ドルトンが発表した原子の性質の中に「原子の種類によって、質量や大きさが決まっている」というものがありました。それを確かめるにはどうしたらよいのですか？

先生：先週、酸化銅を炭素粉末と反応させて還元する実験を行いましたね。その実験を使うと、銅原子、酸素原子、炭素原子の質量比を求めることができますよ。

生徒：教えてください。

先生：先週の実験から、酸化銅 4.0 g と炭素粉末 0.3 g を混合して加熱すると過不足無く反応して試験管の中に銅 3.2 g が残り、石灰水が白くにごりましたね。（実験装置は右図）



生徒：はい。気体は二酸化炭素でした。

先生：そうでしたね。酸化銅 4.0 g から銅が 3.2 g できたことから、酸化銅に含まれている酸素の質量は ( ① ) g です。酸化銅は銅原子と酸素原子の個数の比が ② (     :     ) で結びついていますね。つまり、銅 3.2 g と酸素 (①) g は原子の数が同じということになり、銅と酸素の原子の質量比は、『銅原子の質量：酸素原子の質量 = ③ (     :     )』となります。

生徒：この質量比には原子 1 個の質量比という意味もあったのですね！

先生：はい。同様に、炭素原子と酸素原子の質量比も求められるので、解いてみてくださいね。さらに詳しく実験や計算をすると原子 1 個の質量をだすことができますよ。

- (1) 下線部アの反応を化学反応式で答えなさい。
- (2) 文中の①～③にあてはまる値を答えなさい。
- (3) 炭素 3 g と過不足なく反応する酸素の質量を求めなさい。
- (4) 下線部イの炭素原子 1 個と酸素原子 1 個の質量比はいくらになるか。また質量比を求める過程も説明しなさい。

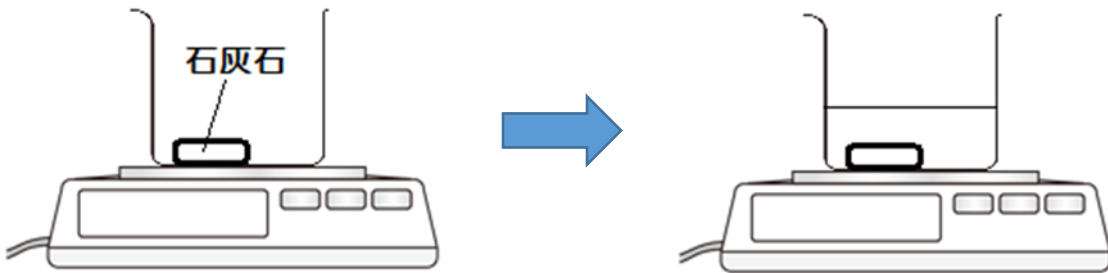
(1)			
(2)	①	②            :	③            :
(3)			
(4)	炭素原子の質量    :    酸素原子の質量    =            :		

「質量保存の法則」

物質が化学変化する前と後の質量を比較するため、次の実験を行った。あとの問いに答えなさい。

<実験>

- 操作① ビーカーに石灰石の粉末 2.50 g を入れ、電子てんびんで測定したところ、100.00 g であった。  
 操作② このビーカーにうすい塩酸 20.00 g を加え、十分に反応させ、再び質量を測定した。  
 操作③ さらに、②と同じ操作を、加えたうすい塩酸の質量の和が 100.00 g になるまで繰り返した。  
 途中で、ビーカーの中の石灰石は完全に溶けた。

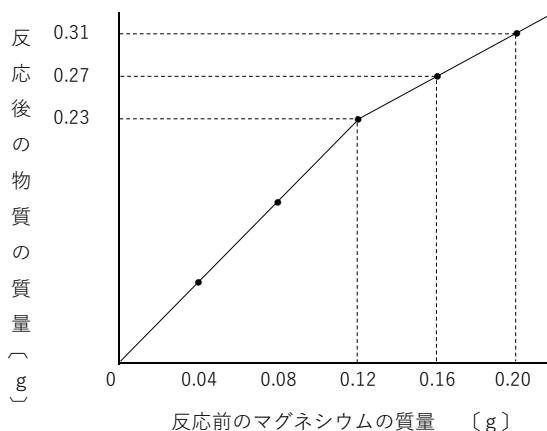
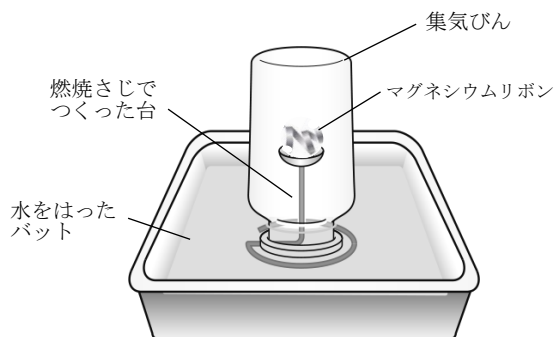


回数	0回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
加えたうすい塩酸の質量の和[g]	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00
反応後のビーカー全体の質量[g]	100.00	119.50	139.00	158.75	178.75	198.75

- (1) この実験の結果をもとに、加えた塩酸の質量の和と、発生した気体の質量の和の関係をグラフで表しなさい。  
 (2) この実験において、ビーカーの中の石灰石が完全に溶けたのは、何回目のうすい塩酸を入れたあとと考えられるか書きなさい。  
 (3) この実験で使用した、うすい塩酸 250.00 g と石灰石 5.00 g に変えて同様の実験を行うと、発生した気体の量は何 g になるか答えなさい。  
 (4) 実験から全体の質量が減少していることに気づいた。授業では「質量保存の法則」を学習したが、実験結果と合わない。石灰石にうすい塩酸をかけて気体を発生させる実験で、「質量保存の法則」が成り立つかを確認するためには、どのような方法で、実験を行うとよいか説明しなさい。

(1)		(2)
	(3)	
	(4)	

マグネシウムが二酸化炭素中で酸化する反応を観察するため、図のような実験装置で実験を行った。あとの問いに答えなさい。

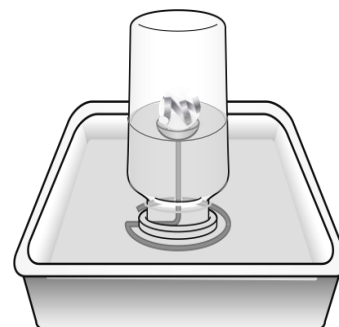


〈実験 1〉

集気びんの中に二酸化炭素を入れて実験を行うと、マグネシウムが強い光をだした。実験後は、集気びん内の水位が上昇していた。また、燃燒さじで作った台の上には、白くてもろい物質と黒い物質が残った。

〈実験 2〉

実験 1 と同様に、マグネシウムリボンの質量を変えて実験を行うと、マグネシウムの質量と反応後の物質の質量の関係が右のグラフのようになった。



〈実験 3〉

集気びんを違うものにかえて実験 1 と同様に二酸化炭素を集め、0.28g のマグネシウムを用いて実験を行った。すると、右の図のように水面が反応前より上昇して反応中のマグネシウムに届き、反応が途中で止まってしまった。

- 実験 1 の変化を、化学反応式で表せ。
- この実験で見られた、物質が光や熱を出しながら激しく酸化する反応を何というか。
- 実験 2 で、マグネシウムを 0.13g で実験をしたとき、反応後に残る固体の物質を物質名で全て答えなさい。
- 実験 2 のグラフより、過不足なく反応するマグネシウムと二酸化炭素の質量比を最も簡単な整数で表せ。
- 実験 3 のとき、反応後に残った未反応のマグネシウムは何 g か。ただし、集気びんの底面積から上昇した水の体積を計算すると、110 cm<sup>3</sup> だった。また、二酸化炭素の密度は 0.002g/cm<sup>3</sup> とする。
- (5) のときにできた酸化マグネシウム、炭素の質量はそれぞれどれだけか。ただし、二酸化炭素分子 44g 中に含まれる炭素の質量は 12g、酸素の質量は 32g とする。

(1)			
(2)		(3)	
(4)	マグネシウム : 二酸化炭素 =	:	(5)
(6)	酸化マグネシウム	炭素	

○化学変化と原子・分子

「化学変化と質量」 1

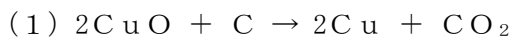
---

「化学変化と質量」では、物質の質量の比から原子の質量の比を求められることに気づき、その過程を説明する力をみることをねらいとして出題した。

解答と解説

「化学変化と質量」

解答



(2) ①0.8    ②1 : 1    ③4 : 1

(3) 8 g

(4) 炭素 : 酸素 = 3 : 4

(過程)

二酸化炭素 1.1 g は炭素 0.3 g と酸素 0.8 g でできている。二酸化炭素は炭素原子 1 個と酸素原子 2 個が結びついているため、炭素原子と同数の酸素原子の質量は  $0.8 \div 2 = 0.4 \text{ g}$  となる。

よって、炭素原子の質量 : 酸素原子の質量 =  $0.3 : 0.4 = 3 : 4$

解説

(1) 酸化銅と炭素粉末を加熱すると、試験管の中には赤色の銅ができ、二酸化炭素が発生する。

(2) ①  $4.0 \text{ g} - 3.2 \text{ g} = 0.8 \text{ g}$

②  $\text{CuO}$  は銅原子と酸素原子が 1 : 1 の個数比で結びついている化合物である。

③ ①より、 $\text{CuO}$  4.0 g は銅 3.2 g と酸素 0.8 g が化合していたことになる。

②より銅と酸素に含まれる原子の数は等しいので、物質の質量比はそのまま原子の質量比になり、『銅原子の質量 : 酸素原子の質量 =  $3.2 : 0.8 = 4 : 1$ 』

(3) 質量保存の法則より、発生した二酸化炭素は 1.1 g なので、炭素 0.3 g と反応する酸素の質量は  $1.1 \text{ g} - 0.3 \text{ g} = 0.8 \text{ g}$  となり、炭素 : 酸素 = 3 : 8 で反応することが分かる。

(4)  $\text{CO}_2$  は炭素原子 : 酸素原子 = 1 : 2 の個数比で成り立っている。よって 0.8 g の酸素は炭素原子の 2 倍の原子でできていることに気づくことが求められる。

## 「質量保存の法則」

「質量保存の法則」では、実験で得たデータをグラフにすることで、この実験における質量の関係を見いださせることや実験の目的にそのような実験方法を考えさせることをねらいとした。

「酸化物から酸素をとる化学変化」では、化学反応式や還元を理解を深めることと原子の数と質量の関係を見いださせることをねらいとした。

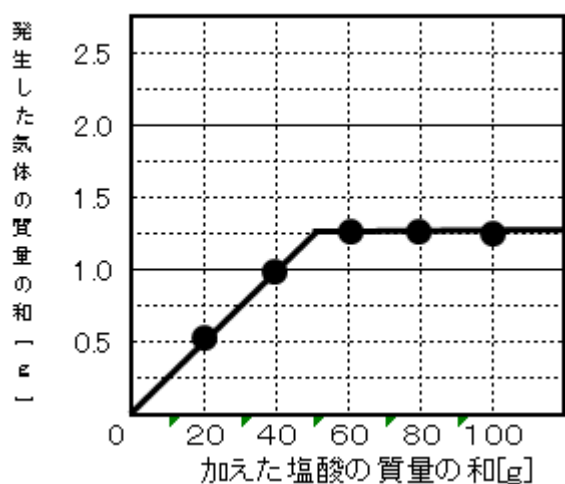
### <質量保存の法則>

#### 解答と解説

(1)

(2) 3回目 (3) 2.5 g

(4) 密閉容器の中で、この実験を行う



#### 解説

(1) 実験結果の表から、

(2)  $(\text{加えたうすい塩酸の質量の和} + \text{石灰石の質量}) - \text{反応後のビーカー全体の質量} = \text{発生した気体の和}$

(3) 発生した気体の量が増加しなくなったのは、3回目のあと

(4) 発生した気体が、逃げていかないようにするために、密閉容器中で行う。

## 「化学変化と質量」 2

「化学変化と質量」では、実験の条件や実験結果を分析し、物質の密度や質量の比から特定の物質の質量を順序立てて考える力をみることをねらいとして出題した。

### 解答と解説

#### 「化学変化と質量」

#### 解答

- (1)  $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$
- (2) 燃焼
- (3) マグネシウム、酸化マグネシウム、炭素
- (4) マグネシウム：二酸化炭素 = 12 : 11
- (5) 0.04 g
- (6) 酸化マグネシウム 0.4 g      炭素 0.06 g

#### 解説

- (1) マグネシウムを二酸化炭素の中で燃やすと、酸化マグネシウムと炭素ができる。
- (2) 物質が光や熱を出しながら激しく酸化する現象を燃焼という。
- (3) 実験2のグラフについて、反応前のマグネシウムが 0.12 g までの間は、反応前のマグネシウムが増えるほど反応後の物質の質量も増加しているので、マグネシウムは全て反応し、気びん中の二酸化炭素が足りなくなって反応が終終わっていると考えられる。反応後の物質は、酸化マグネシウム・炭素である。二酸化炭素も残っているが、質量をはかることはできない。  
それ以降は、反応前のマグネシウムの質量の分だけ反応後の物質の質量も増加しているので、集気びん中の二酸化炭素不足で、マグネシウムが一部反応できず残ったと考えられる。よって、反応後の物質はマグネシウム・酸化マグネシウム・炭素である。
- (4) 反応前のマグネシウムの質量が 0.12 g までのデータで考える。反応前のマグネシウムの質量が 0.12 g のとき、反応後の物質が 0.23 g である。この増加分がマグネシウムと反応した二酸化炭素の質量だから、マグネシウム：二酸化炭素 = 0.12 g : 0.11 g
- (5) 反応した二酸化炭素は  $110 \text{ cm}^3$  なので、質量は  $110 \text{ cm}^3 \times 0.002 \text{ g/cm}^3 = 0.22 \text{ g}$  である。(4) よりこれと反応するマグネシウムは 0.24 g になる。反応前のマグネシウムは 0.28 g なので、未反応のマグネシウムは  $0.28 - 0.24 = 0.04 \text{ g}$ 。
- (6) (5) より、反応した二酸化炭素は 0.22 g なので、この中に含まれる炭素と酸素の質量を計算すると、炭素 0.06 g、酸素 0.16 g となる。また、(5) より、反応したマグネシウムは 0.24 g なので、反応後の酸化マグネシウムは  
酸素の質量 + 反応したマグネシウムの質量 =  $0.16 \text{ g} + 0.24 \text{ g} = 0.4 \text{ g}$ 、  
炭素の質量は 0.06 g。