

# 化学変化と物質の保存

## I 一人一実験が行えるペットボトルを使った質量保存の法則の観察・実験例

### 1 観察・実験のあらまし

炭酸水素ナトリウムと塩酸における化学変化の前後で、質量はどのように変化するかを調べる実験において、教科書ではプラスチック製の密閉容器で行うことになっているが、入手が簡単で生徒が持ち寄ることもできる500mLペットボトルを用いて実験を行うことで、一人一人に実験を行わせることができる。また、別の利点としてペットボトルを使用した場合は、二酸化炭素の発生を、握ったときの感触でより確認しやすくなる。

### 2 準備するもの

#### (1) 器具

<一人一つ>

- ・500mLペットボトル
- ・小型試験管
- ・薬包紙
- ・保護眼鏡

一人一つの実験器具



班で一つの実験器具



<班で一つまたは二班で一つ>

- ・電子てんびん

(1/10gまで測定できるもので十分である。)

#### (2) 材料・試薬等

- ・炭酸水素ナトリウム
- ・10%塩酸  
(HCl25mLに水を加えて100mL)



### 3 学習前の観察・実験の指導の手立て

事前に500mLのペットボトルを一人一つ持ってくるように呼びかけ、集めておく。

教師は、薬品の量や小型試験管の本数が一人一人に行き渡るように確認し、準備しておく。

### 4 観察・実験の学習の手順

#### (1) 実験の手順

ア 開放系の実験方法について知らせ、質量の変化について予想を立てる。開放系の実験を行い、結果を確認し、質量が減少した理由について考え、発表する。【観察・実験例1】



炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応前後の質量をはかる。

イ 閉鎖系の実験方法について知らせ、質量の変化について予想を立てる。器具や薬品の準備をし、実験を行う。【観察・実験例2】

ウ ペットボトルの中に、まず炭酸水素ナトリウムを入れ、次に小型試験管に入った塩酸を入れる。その後、ふたを閉める。



ペットボトルの中に炭酸水素ナトリウムと小型の試験管に入れた塩酸を入れる。

エ ペットボトルを傾け、小型試験管から出た塩酸と炭酸水素ナトリウムを反応させる。反応後、質量の変化を確認する。



完全に反応が終了したら、質量をはかる。

オ ペットボトルのふたを開け、質量の変化を確認する。質量が変化した理由について考え、発表する。

カ エとオの違いの理由について考え、発表する。

キ 発生した気体をピペットで吸い取り、石灰水で確かめる。



ペットボトルのふたを開け、質量をはかる。

## (2) 変化の様子

二酸化炭素の発生がペットボトルをさわることで容易にわかる。また、閉鎖系での質量を測定した後、ペットボトルのふたを開けるとときに二酸化炭素が逃げる音が聞こえる。二酸化炭素を逃がした後の質量の測定では、質量が減少するので、理由がわかりやすい。



## 5 学習後の観察・実験の指導の手立て

この実験のまとめをした後、今までに行った実験についても振り返ってみる。鉄と酸素の化合の実験において、鉄の加熱後の質量は、加熱前の質量よりも大きくなるのは、酸素が化合したからということがわかっている。このことにも質量保存の法則が成り立っていることに気づかせる。

## 6 器具や薬品等の扱い方等

### (1) 指導面

閉鎖系で実験を行うとき、ふたを閉める前に反応が始まるのを防ぐために、炭酸水素ナトリウムを入れ、その後塩酸の入った小型試験管を入れるようにする。また、ペットボトルを傾け反応させる前に、気体もれを防ぐためにしっかりとペットボトルのふたを閉めさせる。

### (2) 安全面

- ・実験前に、容器に亀裂等がないかよく確認する。
- ・薬品の分量は、間違えると容器が破裂する危険性があるので、必ず守るよう指導する。
- ・実験後は、よく手を洗うように指導する。
- ・実際に生徒に使わせるペットボトルを使って、予備実験を必ず行うようにする。

### (3) その他（使用するペットボトルについて）

使用するペットボトルは、基本的には500 mlのものである。ペットボトルにはいろいろな形があるが、六角形や丸形のものより、四角形の方が形の変化がわかりやすい。しかし、安全性から考えると、使用するペットボトルは炭酸用が望ましい。炭酸用以外のものを使用する場合は、薬品の量には十分気をつける必要がある。

## II 指導の例

### 1 単元名 化学変化と物質の質量

### 2 単元のねらい

化学変化の前後における物質の質量を測定する実験を行い、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいことを見いだすこと。

### 3 指導計画（全2時間）

化学変化と質量の保存（2時間） 本時1 / 2

### 4 学習問題

化学変化の前後で質量はどう変化するだろうか。

### 5 観察・実験の展開例

#### (1) ねらい

- ・化学変化の前後における物質の質量を測定する実験を行い、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいことを見いだすことができる。

（科学的な思考・表現）

#### (2) 展開例

#### ※評価の観点

学習内容・学習活動	指導上の留意点と評価の観点
1 スチールウール（鉄）と酸素の反応では、質量がどのような変化をしたか演示実験を見て復習する。また、他の化学変化では、質量はどのように変化する	・鉄と酸素の反応による質量の変化についてわからない生徒にはレポートやノートを見るように促す。

るのか考える。

(予想される生徒の意見)

- ・別の物質(酸化鉄)になったので、質量は増えた。
- ・酸素と結びついたので、質量は増えた。

- ・異なる意見が出た場合、原因について確認させ、レポートやノートを見て質量が増えたこと確認させる。

化学変化の前後で質量はどう変化するだろうか。

2 炭酸水素ナトリウムと塩酸を化学反応させた時の質量の変化について、予想する。

(予想される生徒の意見)

- ・質量は増える。
- ・質量は変わらない。
- ・質量は減る。

- ・しっかりと意見交換ができるように十分に時間を確保する。

3 実験方法を確認し、実験する。

**【観察・実験例1】** (班実験)

①ビーカーに塩酸30mLを入れ、薬包紙に炭酸水素ナトリウムを2g取る。

②①の器具ごとの質量をはかる。

③炭酸水素ナトリウムを塩酸の中に入れ反応させる。

④③の器具ごとの質量をはかる。

- ・実験結果より、質量が変化した(減少した)理由について班ごとに考え、発表する。

(予想される生徒の意見)

- ・気体(二酸化炭素)が発生した分、質量が減った。
- ・発生した気体(二酸化炭素)が逃げたから質量が減った。

- ・実験を始めるときには、実験用保護眼鏡をきちんと着用できているか互いに確認させる。

- ・炭酸水素ナトリウムと塩酸の化学変化について説明させる。
- ・二酸化炭素が空気中に逃げたことから、質量が減少したことに気付かせる。

**【観察・実験例2】** (一人一実験)

①ペットボトルに小型試験管に入れた塩酸 8cm<sup>3</sup> を入れ、炭酸水素ナトリウム 0.7g を入れる。

②①の質量をはかる。

③①のペットボトルをかたむけ、塩酸を試験管から出し反応させる。

④③の質量をはかる。

- ・実験結果から、質量が変化しなかった理由について班ごとに考え、発表する。

(予想される生徒の意見)

- ・ペットボトルにふたがされていたため、二酸化炭素が空気中に逃げなかったから。

⑤ペットボトルのふたを緩めるとどうなるかを個人で考え、発表する。

⑥ペットボトルのふたを緩め、質量をはかる。

- ・実験結果から、質量が減少した理由について考え、発表する。

(予想される生徒の意見)

- ・ペットボトル内にたまっていた二酸化炭素が空気中に逃げたから。

- ・ペットボトルを傾け、静かに塩酸入りの試験管を入れさせる。
- ・ふたがしっかりとしまっているかを確認をさせる。

**※閉鎖系で行ったとき物質の質量が変わらない理由について見いだしている。**  
(科学的な思考・表現)

**※開放系で実験を行うとき、質量が変化する理由について見いだしている。**  
(科学的な思考・表現)

#### 4 まとめる。

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。  
(反応前の全体の質量=反応後の全体の質量)

### Ⅲ よりよい観察・実験にするために

#### 1 教師・生徒の失敗例

(1) スチールウールを酸化させる演示実験で、質量が増加するはずが減少してしまった。

##### <対処法>

- ・スチールウールを加熱すると飛び散るので、受け皿を大きくし実験台に飛び散らないようにする。また、スチールウールの量を多くすると飛び散ったとしても、質量の変化がなかったり、減少したりということは防ぐことができる。

(2) ペットボトルの実験を行うとき（閉鎖系）、質量が±0.1g変化してしまうことがある。

##### <対処法>

- ・原因としては、電子てんびんに誤差があったり、ペットボトルのキャップがしっかりとしまっていない等が考えられる。これらのことをあらかじめ生徒には伝えておくことよい。

(3) ペットボトルに塩酸入りの試験管を入れるとき、勢いよく入れてしまい塩酸がこぼれ、ふたをする前に反応してしまった。

##### <対処法>

- ・試験管から塩酸がこぼれ落ちるのを防ぐために、ペットボトルを傾けペットボトルの壁に沿って静かに入れる。



#### 2 経験談から

生徒が、観察・実験を主体的に取り組むための一つに、生徒の予想に反する結果や既習事項を覆すような内容、また、規模の大きな実験等があると考えます。『化学変化と物質の保存』の単元では、鉄の酸化実験で化学変化により、質量が増加することが認識されているが、次に行う本実験の開放系では、化学変化により、質量が減少する結果になります。生徒の予想に反する結果や既習事項を覆すような内容のとき、その理由についてしっかりと考えさせることが大切だと考えます。また、実験は必ずしも成功するとは限らないので、正しい結果が出なかったときもその理由をしっかりと考えさせることが大切だと考えます。