

シリンジを使った体積で見る量的関係の実験

沢田 萌実
東京都立狛江高等学校

【要約】化学反応式とその量的関係で炭酸カルシウムと塩酸の反応はビーカーやコニカルビーカーを用いて行われるのが一般的である。ここではシリンジを用いた量的関係の実験を提案する。この方法は発生した二酸化炭素の質量を反応前と反応後の総質量の差からではなく、発生した二酸化炭素の体積から量的関係を見出す。質量差から発生量を算出するという段階的な計算過程を簡易化させ二酸化炭素が生成したというのを印象付ける。実際には二酸化炭素が塩酸へ溶解してしまい、従来の実験程正確な結果ではないが、量的関係を見出すには十分であった。またシリンジ内の反応であるので塩酸がこぼれるといった事故がおこりにくく、安全面を考慮することが出来た。

【キーワード】実験教材、化学反応式と量的関係、炭酸カルシウム、塩酸、シリンジ、過不足のある化学反応、計算の簡易化、安全性、インクルーシブデザイン

1 はじめに

化学反応式とその量的関係において、炭酸カルシウムと塩酸の反応はビーカーやコニカルビーカーを用いて行われるのが一般的である。発生した二酸化炭素はビーカー内に滞留するので、呼吸で吹いたり、手であおいだりと様々であり、その操作後の総質量の差から、発生した二酸化炭素の質量を求めることができる。

ただ、その反応に初めてふれる生徒には炭酸カルシウムが勢いよく泡をだし、消えてなくなるのが印象的であり、二酸化炭素の発生していく印象は少ないのではないだろうか。また発生量も目視することはできず、どれくらいの量が出ているというのは想像しにくいであろう。また、視覚障がいをもつ生徒にとっては反応の様子はわからないため、質量差だけではイメージがしにくい。

そこで提案するのが、シリンジ内での炭酸カルシウムと塩酸の反応である。この方法は2つのシリンジのうち、片方のシリンジに炭酸カルシウム、もう片方のシリンジに塩酸を入れ、三方コックで連結させてから、塩酸を炭酸カルシウム側へ流し入れることで反応が開始する。シリンジ内に発生した二酸化炭素はシリンジの押し手を発生量が増えるにつれて押し上げていき、反応が完了すると押し手の動きが止まるようになっている。発生した二酸化炭素はシリンジの目盛りで体積をはかることができ、そこから量的関係を考察させる。質量差から発生量を算出するという段階的な計算過程を簡易化させるのと同時に、二酸化炭素が生成したというのを印象付けさせることができる。

また二酸化炭素の塩酸への溶解による誤差を検証するために同様の実験をマグネシウムリボンと塩酸でも行った。

2 シリンジについて

今回用いたシリンジはプラスチック製シリンジである。ガラス製よりも生徒は扱いやすい。またシリンジ

の口が中央にあり、ねじ式となっているものを使用した。そのため三方コックを取り付ける際にはしっかりと固定されて簡単には抜けないようになっている。

また三方コックには2種類あり、 360° 回転と 180° 回転のものがある。コックの操作を誤らないようにするためにも、 180° 回転の方が安全に正しく操作が行える。

また今回は100 mLシリンジで行っているが、そのほかの体積のシリンジでも可能である。またシリンジで塩酸の量も調節することが出来るので、過不足のある化学反応での量的関係も実験で行うことが出来る。

3 実験方法

炭酸カルシウムと塩酸の反応(過不足なし)

- ① シリンジの押し手の接触部分にワセリンを塗り、摩擦を減らす。
- ②炭酸カルシウムを(0.10 g、0.20 g、0.30 g、0.40 g)それぞれ測り取る。
- ③100 mLシリンジの中に(桐山の)ろ紙を入れ、純水で浸して底に張り付ける。
- ④三方コックを図1のように取り付け、100 mLシリンジの中に炭酸カルシウムを入れた後、嘔きこぼれないようにゆっくりと押し手をおして空気を抜く。
- ⑤10 mLのシリンジで6 mol/L塩酸を10mL吸いあげ、図1のように先ほどの三方コックに取り付ける。
- ⑥6 mol/L塩酸を炭酸カルシウムが入っているシリンジに三方コックを介して流し入れる。
- ⑦炭酸カルシウムが反応し、気泡が出なくなるまでしばらく待つ。
- ⑧押し手を引き、押し手が戻ることを確認する。
- ⑨塩酸の水面からシリンジ内の体積を読み取る。

炭酸カルシウムと塩酸の反応(過不足あり)

- ①シリンジの押し手の接触部分にワセリンを塗り、

摩擦を減らす。

- ②炭酸カルシウムを(0.10 g、0.15 g、0.20 g、0.25 g、0.30 g)それぞれ測りとり。
- ③50 mL シリンジの中に(桐山の)ろ紙を入れ、純水で浸して底に張り付ける。
- ④図1のように三方コックを取り付け、50 mL シリンジの中に炭酸カルシウムを入れた後、噴きこぼれないようにゆっくりと押し手をおして空気を抜く。
- ⑤10 mL のシリンジで、1.0 mol/L の塩酸を 4.0 mL 吸いあげ(空気が入らないように注意する)、図1のように先ほどの三方コックに取り付ける。
- ⑥1.0 mol/L 塩酸を炭酸カルシウムが入っているシリンジに三方コックを介して流し入れる。
- ⑦炭酸カルシウムが反応し、気泡が出なくなるまでしばらく待つ。
- ⑧押し手を引き、押し手が戻ることを確認する。
- ⑨塩酸の水面からシリンジ内の体積を読み取る。

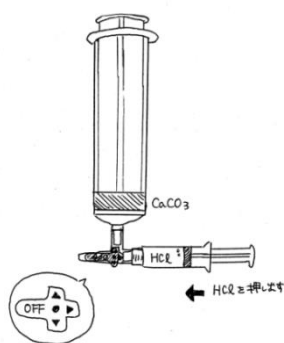


図 1. シリンジの連結

マグネシウムリボンと塩酸の反応(過不足なし)

- ①シリンジの押し手の接触部分にワセリンを塗り、摩擦を減らす。
- ②マグネシウムリボン(0.02 g、0.04 g、0.06 g、0.08 g、0.1 g)それぞれ測りとり。
- ① 三方コックを取り付け、折りたたんだマグネシウムリボンを入れた後、ゆっくりと押し手をおして空気を抜く。
- ② 10 mL のシリンジに 6 mol/L 塩酸 HCl を 10 mL 吸いあげ、先ほどの三方コックの先に取り付ける。
- ③ 6 mol/L 塩酸 HCl 10mL をマグネシウムリボンが入っているシリンジに三方コックを介して流し入れる。
- ④ 反応後、押し手を引き、押し手が戻ることを確認する。
- ⑤ 塩酸の水面からシリンジ内の体積を読み取る。

4 結果

過不足のない炭酸カルシウムと塩酸の反応では表 1 のような結果となった。理論値はシリンジ内へ入れる前の塩酸の温度を考慮して算出している。

過不足のある実験では本校 2 クラス分の生徒実験データを平均したものである。理論値は室温を考

慮して算出している。塩酸は 0.25g 以降不足するのでこれ以降の体積の増加はみられない。

表 3 は二酸化炭素の塩酸への溶解を確認するためのマグネシウムと塩酸の反応の結果である。

表 1 炭酸カルシウムと塩酸の反応(過不足なし)

実験値		理論値
質量(g)	体積(mL)	体積(mL)
0.1305	22.0	30.6
0.2587	51.5	61.3
0.3131	69.0	74.3
0.4159	97.0	99.0

炭酸カルシウム 99.5%

表 2 炭酸カルシウムと塩酸の反応(過不足あり)

実験値		理論値
質量(g)	体積(mL)	体積(mL)
0.102	21.6	24.40
0.152	31.8	36.48
0.202	43.3	48.4
0.252	40.5	
0.301	40.4	

炭酸カルシウム 99.5%

表 3 マグネシウムリボンと塩酸の反応(過不足なし)

実験値		理論値
質量(g)	体積(mL)	体積(mL)
0.0213	18.5	20.8
0.042	40.5	41.2
0.0599	57	58.8
0.0812	78.5	79.7
0.1078	105	105.8

マグネシウム 98.0%

5 まとめ

二酸化炭素が発生量は、約 2~10mL の誤差が出たが、量的関係を見出すには十分であった。二酸化炭素の溶解の影響を確認するために行ったマグネシウムリボンと塩酸の反応は誤差が 1~2mL 程度の誤差であった。実際、二酸化炭素の水への溶解度は 1 気圧 20°C で 1cm³あたり 0.878cm³で、水素の水への溶解度は 20°C で水 100mL あたり 1.8mL であるので、今回の誤差の範囲おさまる。

また濃度や作業手順を工夫すれば、シリンジ内での反応なので塩酸がこぼれるといった事故がおこりにくく、安全面を考慮することが出来き、教室での実験も容易に行うことが出来る。

6 文献

南條正男,化学大事典 6 縮刷版,698,
阿内大冠,二酸化炭素の水に対する溶解度の測定,
公益財団法人東レ化学振興会東レ理科教育省 29
回, 1997,14-17