

化学反応の量的関係 ① 過不足のある反応

学年 1 クラス 番号 氏名

実施日 月 日 第 時限

共同実験者 / / /

実験の主目的

化学反応の量的関係を、クエン酸と重曹の酸塩基反応を用いて確かめる。

- ※ 反応物の片方の量を変化させて反応させるとき発生する物質の量の変化を表すグラフの形状の特徴を押さえよう。
- ※ 本実験の考察では pH や浮力といった未習部分の考え方が必要になる。自ら調べ考え、現象を的確な言葉で説明する練習をしよう。
- ※ 物質量⇔質量の換算や反応の量的関係の計算を手際よくできるようになる。

実験の原理

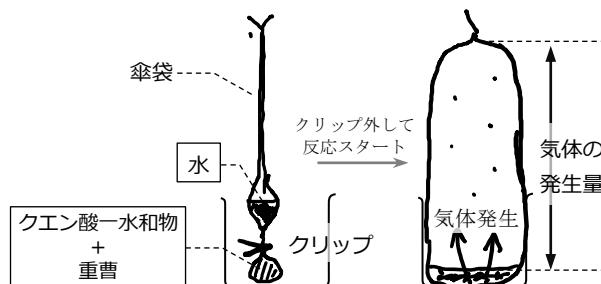
1. クエン酸と重曹との酸塩基反応

本実験ではクエン酸一水和物 $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ と重曹（炭酸水素ナトリウム） $NaHCO_3$ の反応の量的関係を調べる。二つの物質の反応は以下の化学式で表される。

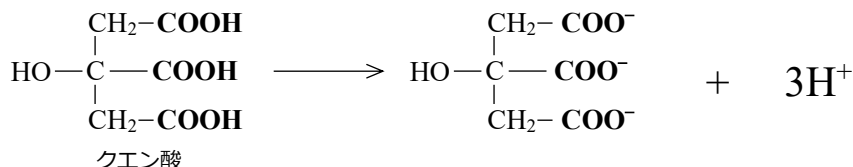


※ 上の反応式中の空欄に適切な係数を補え。

この反応を空気を抜いて密閉したビニールの傘袋の中で行うことで、発生した二酸化炭素の量が傘袋の膨らんだ長さで測定できる。本実験では、一定量のクエン酸一水和物に対して重曹の量を変化させ、発生する二酸化炭素の量を調べる。



※ クエン酸は分子式 $C_6H_8O_7$ で表される分子性の物質で、構造式は右図のようになる。構造式中の「 $-COOH$ 」は「カルボキシ基」と呼ばれ、この原子団を持つ物質は酸としての性質をもち、水溶液中では電離して水素イオン H^+ を生じる。クエン酸は3つのカルボキシ基を持つ3価の酸である。



重曹（炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ ）はナトリウムイオン Na^+ と炭酸水素イオン HCO_3^- からなるイオン性の物質であり、炭酸水素イオンが H^+ を受け取ることによってできた炭酸 H_2CO_3 が水 H_2O と炭酸ガス（二酸化炭素）に分解する。酸の放出する水素イオン H^+ を受け取る働きをする物質は塩基（えんき）と呼ばれる。



※ クエン酸一水和物は $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ と書き、クエン酸分子と水分子が1対1の個数比で規則正しく整列した結晶構造となっている。

実験の方法

使用器具

- ・ビニール傘袋
- ・300m ビーカー
- ・クリップ
- ・電子精密ばかり
- ・pH

使用薬品

- ・クエン酸一水和物
- ・重曹

1. 重曹の量を変えて反応させ、反応前後の質量変化と発生気体の体積を測定する。

一定量のクエン酸一水和物 $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ (式量 210) と異なる質量の重曹 $NaHCO_3$ (式量 84) を入れたかさ袋 3 つを用意する。試薬はかさ袋底部にクリップで挟んで適量水を入れる。かさ袋の空気を抜いて開口部はかたく縛る。以下これらの 3 種類の試料を A ~ C とする。

A

- ・クエン酸 7 g(固定)
- ・重曹 4 g
- ・水 適量

B

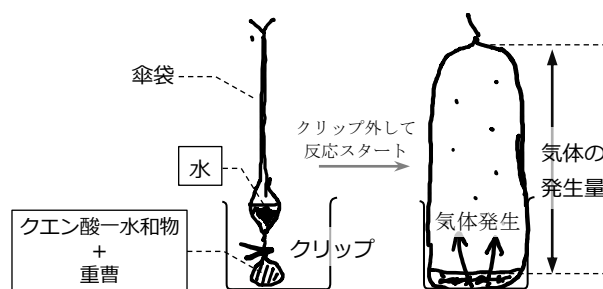
- ・クエン酸 7 g(固定)
- ・重曹 8 g
- ・水 適量

C

- ・クエン酸 7 g(固定)
- ・重曹 12 g
- ・水 適量

A ~ C をそれぞれ 300 mL ビーカーに入れ、質量を測定する。測定後クリップをとって試薬に水を触れさせて反応を開始する。反応後のかさ袋の高さと、反応後の質量をそれぞれ測定して記録する。

その後、かさ袋の上端を切り取り、気体をすべて抜き、それぞれの質量を測定して記録する。



2. 反応後の液体の pH を測定する。

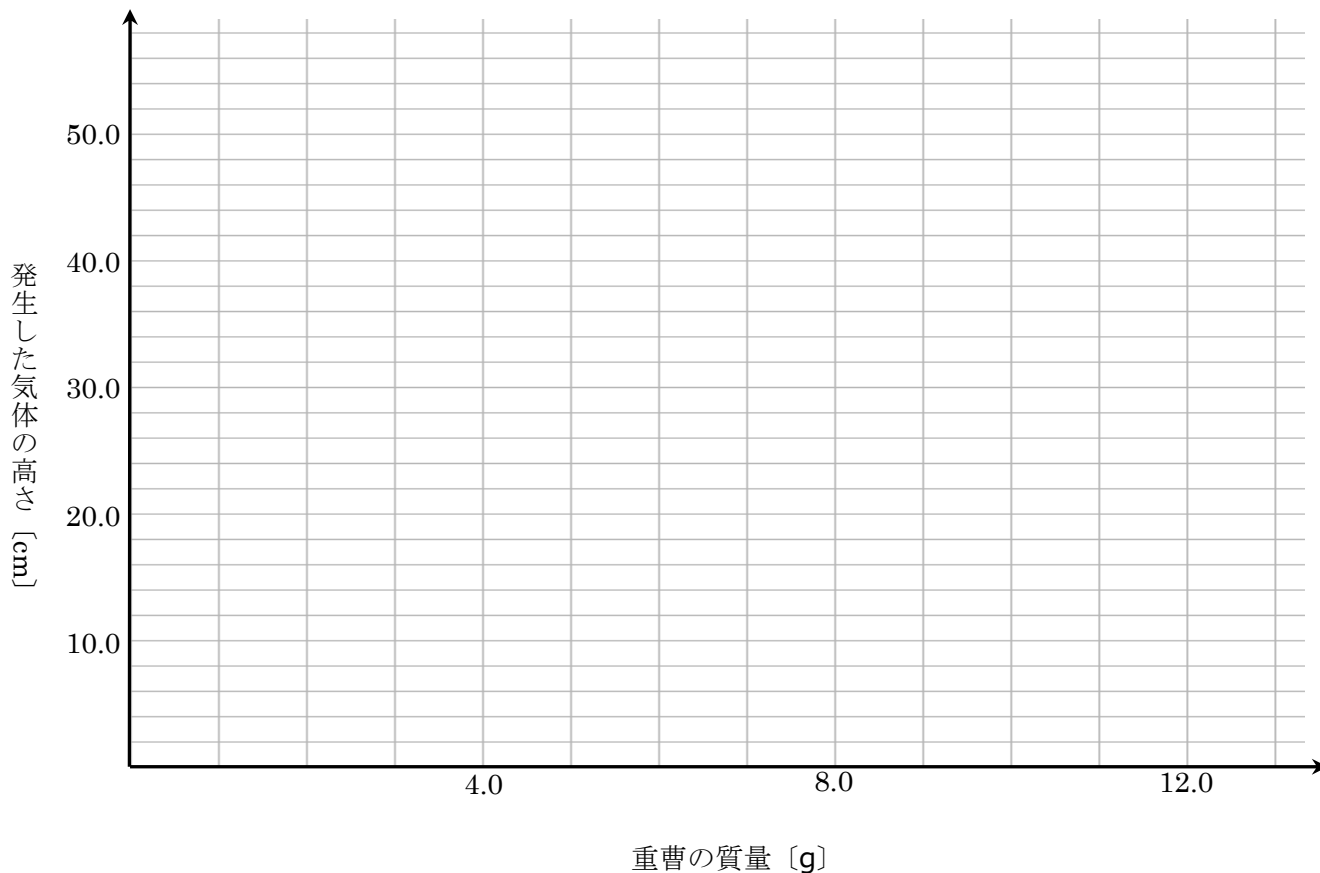
反応後、A ~ C のかさ袋内の溶液をガラス棒につけて pH 試験紙で pH を調べる。

実験の記録

	反応前の質量/g	反応後の質量/g	質量変化 α 変化は後-前!	気体の発生量 (かさ袋の高さ/cm)	気体を抜いた後の質量/g	質量変化 β 変化は後-前!	反応後 pH
A (重曹 4 g)	①	②	② - ①	③	④	④ - ①	⑤
B (重曹 8 g)							
C (重曹 12 g)							

考察

※実験結果をもとに横軸に重曹の質量，縦軸に発生した気体の体積(高さ)をとってグラフを書いてみよう。このグラフを用いてクエン酸一水和物と過不足なく反応する重曹の質量を確かめよう。



7 g のクエン酸一水和物 $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ (式量 210) の物質量を求めなさい。

_____ mol

7 g のクエン酸一水和物と過不足なく反応する重曹の物質量を求めなさい。

_____ mol

7 g のクエン酸一水和物と過不足なく反応する重曹 $NaHCO_3$ (式量 84) の質量を求めなさい。

_____ g

※上の結果は化学反応式から計算される量と一致しているだろうか。以下に丁寧に計算式を記し，これを確かめてみよう。

※ 質量変化 β (測定④-①) は、何の質量を間接的に測定したもののか。

※ 質量変化 α (測定②-①) は、何の質量を間接的に測定したもののか。

※ 質量変化 α に対する質量変化 β の比、すなわち、(質量変化 β)/(質量変化 α) の値をそれぞれ求めなさい。また、その値に空気の平均分子量(28.8)をそれぞれ掛けなさい。

	質量変化 α	質量変化 β	$\frac{\text{反応変化}\beta}{\text{反応変化}\alpha}$	\times 空気の平均分子量 (28.8)
A (重曹 4 g)	② - ①	④ - ①		
B (重曹 8 g)				
C (重曹 12 g)				

発展課題

※ 化学反応の前後では質量保存の法則が成立するはずであるが、質量測定の結果からは質量保存の法則は読み取れない。このことは物体にはたらく浮力と関連している。A ~ C それぞれで測定された質量変化を「浮力」と関連づけて説明してみよ。なお、「アルキメデスの原理」について各自調べた上で説明すること。
