

## 101 傘袋を利用した二酸化炭素の発生量

### 1.はじめに

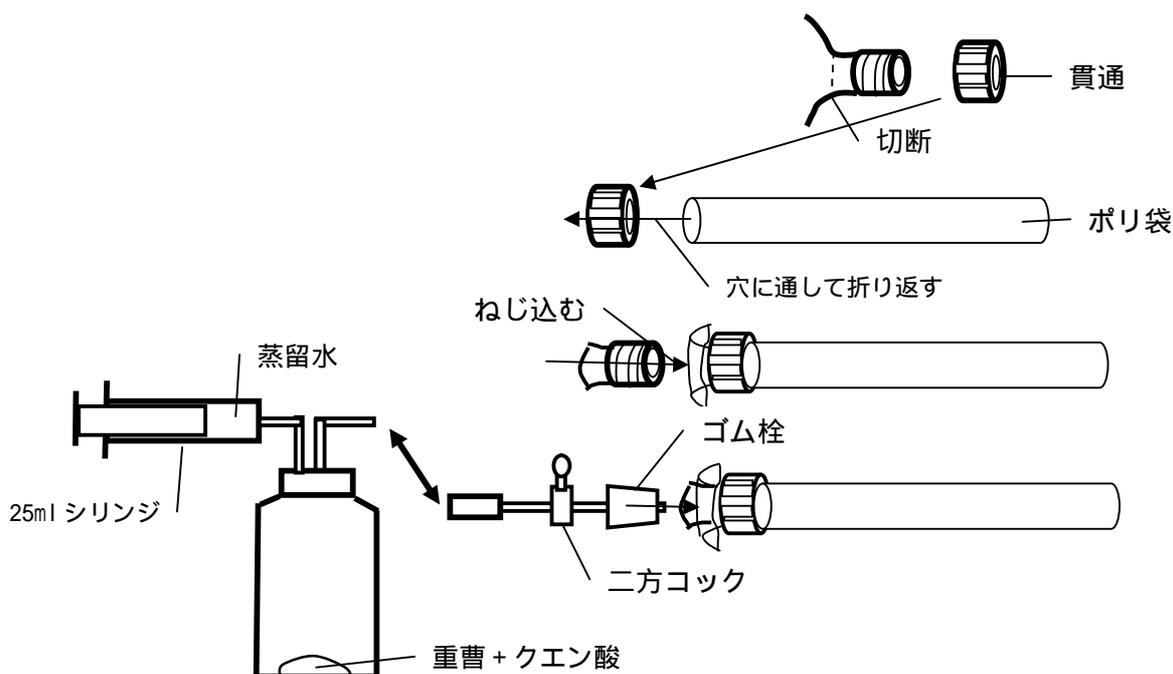
気体は、液体や固体と異なり視認しにくく、その取り扱いも面倒です。ここでは、発生した気体をポリ袋に入れて体積を計測することで中和反応により発生させた二酸化炭素の発生量と理論量とを比較検証させます。

実験は、安全面に配慮し、強酸、強アルカリを避け、重曹（炭酸水素ナトリウム）にクエン酸を反応させて二酸化炭素を発生させ、それを雨傘収納用のポリ袋に採り、その円筒形状から発生量を計算する。一方、重曹（炭酸水素ナトリウム）の重量から理論発生量を計算し、実験値と理論値を比較し、確かめる。

### 2.実験装置

#### (1) 準備するもの

雨傘収納用のポリ袋、ペットボトル、NO.6 ゴム栓（ペットボトルの口にフィット）、ポリエチレン管（外径 6mm）、ゴム管（内径 4mm）、ポリエチレン二方コック、250ml 広口洗浄ビン（2 口加工）、25ml ディスポシリンジ、重曹（炭酸水素ナトリウム）、クエン酸



#### (2) 装置の製作

- ペットボトルのキャップの平底をカッターナイフで切り取る。（約 15mm ）
- 穴の開いたキャップにポリ袋の開口部を差し入れ、ポリ袋の内側にペットボトルの切断したねじ部をねじ込む。（このとき、しっかりとねじまないと気体が漏れることがある）
- NO.6 のゴム栓に約 7mm 穴を開け、二方コックを差し込み、コックの他端にゴム管をつなげておく。
- 二方コック付ゴム栓をペットボトルの切断したねじ部分に取り付ける。

### 3.実験の手順

- (1) ポリ袋の気体をすべて押し出し、コックを閉じて 250ml 広口洗浄ビン的一方の口に取り付け、袋の断面積を計算するため、横幅（袋の円周の半分）をスケールで計り記録しておく。
- (2) 上皿天秤で重曹を約 3～4g 量り採り、それを精密天秤に移し、下 2 桁まで読み取る。
- (3) 上皿天秤でクエン酸を約 5g 量り採る。
- (4) 量り取った重曹とクエン酸をふたを開けた 250ml 広口洗浄ビンの中に入れ、ふたをしっかりと閉め、蒸留水 20ml 入れた 25ml ディスポシリンジを洗浄ビンの残りの口に取り付ける。
- (5) ポリ袋のコックを開き、ディスポシリンジの蒸留水を約 10ml 注ぎ、重曹とクエン酸を反応させる。溶かすための水が足りなければ、シリンジの蒸留水を追加する。このときの室内温度を計測しておく。
- (6) 重曹とクエン酸の粒子が完全に溶け、二酸化炭素が発生しなくなるまで洗浄ビンを攪拌する。ポリ袋のコックをとじ、洗浄ビンからポリ袋をはずし、ポリ袋の片端をねじり、袋を円柱状にして平面に立て、円柱の高さを測り、ポリ袋内の二酸化炭素の容積を計算する。
- (7) 重曹の重量から、発生する二酸化炭素の体積に発熱により発生する水蒸気量を室温での飽和水蒸気量として加算して理論上の気体の発生量を計算する。

### 4.計算例

手 順	計算式
1 ポリ袋の横幅から膨らんだ時の袋の半径を求め、断面積を計算する	横幅：10.5cm とすると 袋の円周は $10.5 \times 2 = 21.0\text{cm}$ $2 \quad r = 21.0 \quad r = 3.342 \quad r^2 = 35.1(\text{cm}^2)$
2 袋の断面積と円柱の高さから二酸化炭素の発生量を計算する	円柱の高さ：32.0cm とすると 袋の容積（二酸化炭素の発生量）は $V_1 = 35.1 \times 32.0 = 1123.2(\text{cm}^3) = 1.123 \quad (\text{l})$
3 重曹の重量から発生する二酸化炭素の体積を求める	重曹の重量：3.59g、重曹の分子量：84.0g、気温 25 とすると発生する二酸化炭素の体積は $V_{01} = 22.4 \times (273 + 25) / 273 \times 3.59 / 84.0$ $= 1.045 \quad (\text{l})$
4 発熱により発生する水蒸気量を求める（注1）	大気圧：760mmHg とすると 25 での飽和水蒸気量は $V_{02} = 23.6 / 760 \times 1.045 = 0.032 \quad (\text{l})$
5 理論上の発生量	二酸化炭素の体積+水蒸気量 $V_{01} + V_{02} = 1.045 + 0.032 = 1.077 \quad (\text{l})$
6 誤差の計算	発生する二酸化炭素の体積と理論上の発生量の比較 $(1.123 - 1.077) / 1.077 \times 100 = 4.27 \quad (\%)$

注1：水の飽和蒸気圧

t ( )	20	25	30
Ps(mmHg)	17.6	23.6	31.8

### 5. 考察

発生する二酸化炭素の体積と理論上の発生量を比較してその違いが妥当かどうか検証させます。

ヒント：ポリ袋の機密性、ポリ袋円柱の作り方、長さ・重量の計測ミス、反応の完結

反応式： $3\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}-\text{C}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}-\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H} \rightarrow$

