

# 浮沈子

## 1 ねらい

空気は圧縮されるが、水は圧縮されないことを実感する。

操作と実験の様子（クリックすると動画が見られます）

## 2 準備

ペットボトル(1.5ℓ、炭酸飲料用のものの方が凹凸が少なく見やすい)

目盛り付試験管(15cm<sup>3</sup>または30cm<sup>3</sup>)、洗浄ビン、レジ袋（またはビニル袋）

発展実験用（針金、セルマット(梱包材)、醤油注ぎなど）



## 3 製作と操作

- ① 水の量を少しずつ変えて逆さに水槽に入れ、かろうじて浮くように調整する。浮きすぎると、児童の力では沈められない。

### 水量調節の方法

試験管では、丁度の水の量は計算で求めた方が早い。

例えば15cm<sup>3</sup>の試験管は目盛りの上から口までを入れると18cm<sup>3</sup>ある。

試験管の質量がm[g]だとすると、m[g重]\*の浮力が必要であるが、試験管のガラス部分にも浮力があるのでその分を引いただけの空気を残さなければならない。

仮に17.5gの試験管であるとする、ガラスの体積は、 $17.5/2.3=7.6(\text{cm}^3)$ になり（ガラスの密度は約2.3g/cm<sup>3</sup>である）、ガラス部分に7.6g重の浮力がはたらく。残り $17.5-7.6=9.9(\text{g重})$ の浮力が必要であるから、空気が9.9cm<sup>3</sup>以上あれば試験管は浮く。このとき入れる水は、 $18-9.9=8.1(\text{cm}^3)$ 以下である。

圧力をかけて空気の体積を9.9cm<sup>3</sup>以下に縮めれば、試験管は縮み始める。

空気の量が多すぎると子供の力では縮めらず、「不沈子」になってしまう。

※力の単位として通常[g重]は用いないが、分かりやすくするため特別に用いる。

### 計算方法

試験管の容積（目盛りの上から口までを入れる）V [cm<sup>3</sup>]

（15cm<sup>3</sup>用の試験管で18cm<sup>3</sup>、30cm<sup>3</sup>用の試験管で35cm<sup>3</sup>ぐらい）

試験管での質量がm [g] 中に入れる水の量をX [cm<sup>3</sup>] にすると

試験管の質量=浮力になれば良いのだから、

$m = m / 2.3 + (V - X)$  となり、

$X = V - 1.3m / 2.3$  である。

例1 容積18cm<sup>3</sup>で17.5gだとすると、水の量は $X = 18 - (1.3 \times 17.5) \div 2.3 = 8.1$   
従って、水の量を8、7、6cm<sup>3</sup>の3種類ほど作る。

例2 容積35cm<sup>3</sup>で21.6gだとすると、水の量は $X = 35 - (1.3 \times 21.5) \div 2.3 = 22.8$

- ② 適切な水の量が分かったら、その量の水を入れてペットボトル(水は口近くまで入れておく)に逆さに入れる。そのまま逆さにすると水がこぼれるので、レジ袋を細く切ったものでふたをし、水がこぼれないようにする。ふたをしたままペットボトルに逆さに入れ、あとでレジ袋だけを引き抜く。



切ったレジ袋で試験管にふたをし



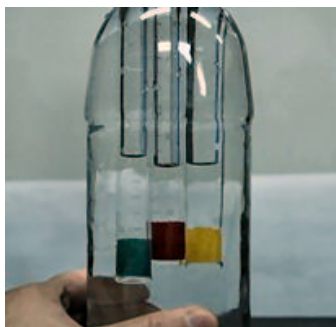
水がこぼれないように入れ



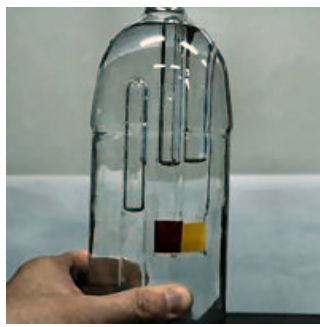
レジ袋だけを引き抜く

- ③ はじめの空気の量を読む。しっかりふたをして、ペットボトルの腹を押さえると、浮沈子が沈んでいく。そのときの空気の量を読み取り、最初の空気の量と比較する。

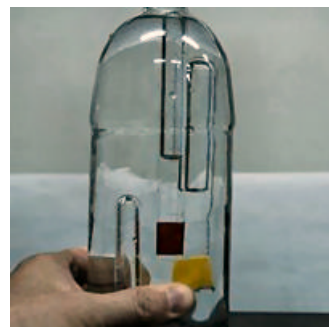
水の量が異なる試験管を入れておくと、沈みはじめるタイミングが違うが、その時の空気の量は同じである。



3本の空気の量が異なる



1本だけが沈み始める



2本目も沈み始める

- ④ セルマットや醤油つぎで浮沈子を作る。適当な長さの針金をおもりとして巻き(醤油つぎの場合は、切った針金を中に入れる)、さらに水を入れて調節する。かろうじて浮くように、事前に水槽で調節しておく。



(原理) 浮沈子は、次の2つの原理からなる。

- ① 気体は容易に圧縮されるが、液体はほとんど圧縮されない。
- ② 浮力は、排除した周囲の液体にかかる重力の大きさと同じである。すなわち、ペットボトルを手で押さえると、中の圧力が高まる。そのとき、水は圧縮されず、試験管内の空気だけが圧縮される。空気が圧縮されれば、空気が排除する周囲の液体(今は水)の量が減り、浮力が低下する。浮力が低下し、試験管にはたらく重力より小さくなりはじめたとき、試験管は沈みはじめる。圧力を緩めると試験管内の空気の体積が増し、浮力が増加するので再び浮き上がる。