

# 浮力

浮力は流体中の物体に働く上向きの力である。そのため物体に働く浮力は、物体の重さを減少させる。物体が水の中に沈められると、物体は水を押し退ける。2000年以上の昔、ギリシャの数学者アルキメデス（Archimedes）は、物体に働く浮力が物体により置き換えられた（押し退けられた）水の重さに等しいことを発見した。浮力は物体が水に浮くか、沈むかの判断に利用される。また、技術者は、船や潜水艦、スキューバダイビングの機材などの設計に浮力の原理を利用する。この実験で、あなたは三種類の物体に対して、物体が押し退けた水の重さと浮力の大きさを力センサーを用いて決定する。

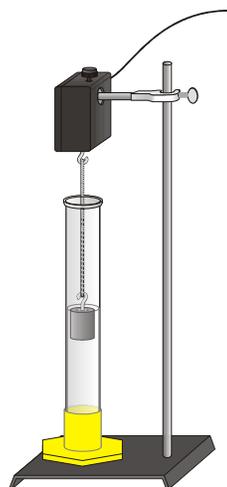


図1：力センサーによって水の中に支持された物体

## 目的

この実験で、あなたは次のことを体験する；

- 水の中と外で物体の重さを測定するために、力センサーとレゴ®マインドストーム®NXTを使う。
- それぞれの物体に働く水の浮力の大きさを決定する。
- それぞれの物体によって置き換えられた（押し退けられた）水の重さを決定する。
- それぞれの物体によって置き換えられた水の重さと浮力を比較する。
- なぜ物体が浮くか沈むかを説明するために実験結果を使う。

## 準備

コンピュータ  
レゴ®マインドストーム®NXT  
レゴ®マインドストーム®教育NXT 2ソフトウェア  
バーニアNXTセンサーアダプター  
NXTケーブル  
バーニア社製力センサー  
力センサーに付属する支持棒  
フック付きの金属製重り（100 g）

鉄製スタンド  
直角クランプ  
たこ糸  
粘土（50 g）  
鉛筆（木製）  
メスシリンダー（100 mL）  
水

### 手順

1. フック付きの金属製重り (100 g) と粘土 (50g) , 鉛筆を指導者から受け取る. 100mLのメスシリンダーの中に入るように, 粘土をホットドッグのような形にまるめる.
2. データ収録のためにレゴ®マインドストーム®NXTを準備する.
  - a. 力センサーの測定範囲を10Nに設定する.
  - b. 力センサーをバーニア社製NXTセンサーアダプターに接続する.
  - c. レゴ®NXTケーブルを用いて, NXTインテリジェントブロックのポート1にアダプターを接続する.
  - d. NXTインテリジェントブロックが, USBまたはBluetoothでコンピュータに接続されていることを確認する. また, 電源の入っていることを確認する.
3. レゴ®マインドストーム®NXT2教育用ソフトウェアを起動する.
4. 力 (重さ) データ収録のためにプログラムを準備する.
  - a. 「Start New Program」の隣にある「Go」をクリックする.
  - b. センサーパレットから, バーニアセンサーブロックをプログラミング・エリアへドラッグする.
  - c. コンピュータ画面左下のコーナーの設定パネルの中のセンサープルダウンメニューから力 (Force) センサー (10N) を選択する.
  - d. コンピュータ画面左下のコーナーの設定パネルに, センサーの値がリアルタイムに表示されるのをあなたは見ることができる.
5. 空気中で物体の重さを測定する.
  - a. 図1に示したように, 鉄製スタンドに力センサーを取り付ける.
  - b. フック付きの金属塊を力センサーに吊るす.
  - c. 力センサーの値が安定したら, 値を読み取り, 重さとしての力の大きさをデータ表に記入する.
6. 水中で物体の重さを測定する.
  - a. 物体を完全に沈めることが出来る量の水をシリンダーに入れる.
  - b. 入れた水の量を読み取り, データ表に記入する. 体積は mL 単位で読み取る.
  - c. 図1に示したように, 物体をメスシリンダーの水の中に下げる.
  - d. もし物体が沈む場合は, その物体が水の中に完全に沈むまで下げる. ただし, 物体がメスシリンダーの底に付かないようにする. そしてもしも浮く場合は, そのままの状態にする.
  - e. 水中の物体の重さを読み取り, データ表に記入する.
  - f. メスシリンダーの水に物体を入れたことで, メスシリンダー内の水面が上昇する, 物体の入った状態の水の体積を読み取り, データ表に記入する.
7. 手順5~6の作業を, 粘土と鉛筆に関して繰り返し行う. 必要に応じて, 水の量を変える.

## データ処理

- それぞれの物体の浮力（減少した重さ）を求める。物体の空気中の重さから水中の重さを減じることで求められる。結果を表2に記入する。
- それぞれの物体によって押し退けられた水の体積を求める。それぞれの物体を入れたときの水の体積（水と物体の体積）から、水だけの体積を減じることで求めることができる。結果を表2に記入する。
- それぞれ物体によって押し退けられた水の重さを求める。押し退けられた水の体積（mL）に、 $0.01 \text{ N/mL}$ を乗じることで求められる。この計算がニュートン単位（N）の水の重さを与える。結果を表2に記入する。
- 浮力と押し退けられた水の重さを比較した結果はどうか？注：この問いに対する答えは、アルキメデスの原理として知られている。
- 空気中の重さより、浮力の大きさが小さい物体は何だったか？ また、浮力が空気中の重さと同じだった物体は何だったか？
- 物体が浮くか沈むかを浮力でどのように決定できるかを説明せよ。

## データ表

表1			
物体	金属	粘土	鉛筆
空気中の重さ (N)			
水中の重さ (N)			
水だけの体積 (mL)			
水と物体の体積 (mL)			

表2			
物体	金属	粘土	鉛筆
浮力（減少した質量） (N)			
押し退けられた水の量 (mL)			
押し退けられた水の重さ (N)			

## Experiment 4

---

### 発展

1. 塩水を使って同様の実験を繰り返し行う。そして、塩水を用いた実験結果を、(真)水を用いた最初の実験結果と比較せよ。
2. 通常沈む材料から作られたボートが浮く理由を考えよ。粘土でボートの形を作り、浮かべる。浮かべることが出来る水の量を測る。そして、粘土のボートによって押し退けられた水の体積と比較せよ。結果を説明せよ。
3. 誰の作った粘土のボート(発展2)が、沈まずに最も大きな質量を載せることができるかをクラスメイトと競う。
4. レゴブロックの多くは、空洞が多いので浮く。15mのレゴブロックの浮力を求めよ。レゴブロックを組み合わせて、沈むレゴによる構造体を組み立てよ。

### 出典

Vernier Software & Technology, "STEM 2 with Vernier and LEGO MINDSTORMS NXT", MEASYRE.ANALYZE.LEARN™., 2009.

評価版のダウンロード先：[http://www.vernier.com/files/sample\\_labs/STEM2-04-COMP-buoyancy.pdf](http://www.vernier.com/files/sample_labs/STEM2-04-COMP-buoyancy.pdf)

### 注意

この資料には次の事項が含まれていない：

- ・安全に関する情報
- ・指導者のための基本情報
- ・学習指導要領(教育カリキュラム)との関係に関する情報
- ・実験を成功させるための留意点