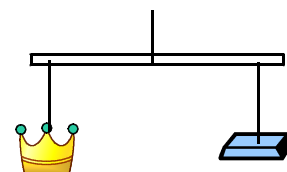


## 【実験】アルキメデスの原理 1（剛体のつりあいと浮力）（実験書）

### 1 アルキメデス（紀元前 287 年～紀元前 212 年）の伝説

ギリシャの植民地シラクサの管理主であったヒエロン 2 世が自分の所有している金塊を金細工職人に渡し、純金の王冠を作らせた。しかし、王はその職人が混ぜ物をした王冠を作ったのではないかと疑いを持ったので、アルキメデスに王冠を壊すことなく真偽の程を調べるように命じた。アルキメデスは苦心したが、ある日風呂の水が湯船からあふれる様子を見て、同じ重さの王冠でも体積を測定すれば違いがわかることに気づき、「わかったぞ」と叫んで、裸で町中に飛び出したと伝えられている。しかし、後世の大科学者ガリレオ・ガリレイは、実際には、アルキメデスはつぎのような実験で確かめたのではないかと述べている。



すなわち、アルキメデスは金細工職人が作った王冠の重量と同じ純金（比重 19.3）の金塊を用意し、図のように天秤を使って空気中で両者をつるす。同じ重量だからつるしている位置までの距離は等しい。これを水に入れると、王冠の純金なら金塊と体積が同じはずで、浮力も等しくなる。よって水の中でも天秤棒にかかる力は等しくバランスは崩れないはずである。アルキメデスが試したところ、王冠が浮き上がった。

職人が銀（比重 10.5）を混ぜて、一部の金を横領したことが発覚し、死刑になったと伝えられている。

### 2 実験

【目的】 同じ重量でも、比重の違いが天秤棒のつりあいで調べられることを銅線とアルミニウム線を使って体験せよ。

【準備】 銅線（0.4mm 径位）、アルミニウム線（1.2mm 径位）、細いナイロン糸、竹ひご（20cm 位）、水槽

#### 【実験方法】

#### 1 実験装置

銅線とアルミニウム線と同じ重量になるように切り、小さく円形状に巻く。両者を細いひもで竹ひごに吊るし、さらに竹ひごの中央に細いひもをつけ、バランスを取る。



#### 2 実験

これを水を張った水槽に入れる。予想を立てた後で実験する。

【結果】 予想；銅線の方が沈む

結果；銅線の方が沈む

#### 【考察】

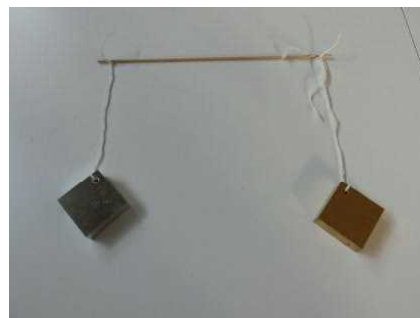
質量が同じなので、はたらいっている重力は同じだが、体積の大きいアルミの方が大きな浮力を受ける。糸の張力の大きさは重力と浮力の合力になるので、アルミニウムの方の張力が銅の方の張力より小さくなるので銅の側が下方へ引き寄せられる。

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	

## 【研究】アルキメデスの原理 2 (剛体のつりあいと浮力) (実験書)

### 【課題】

図のような、同じ体積のアルミニウムと真鍮の物体を空中でつりあわせるときと水中でつりあわせるときでは、支点の位置がどう変わるかを研究せよ。



### 1 実験方法

#### (1) 装置

①図のように、同じ体積のアルミニウム塊(比重 2.68) と真鍮塊(比重 8.45) を 17cm 離して竹ひごに吊るした。両者の間にひもをつけて、まず、空中でつりあわせるためには、真鍮をつるしたひもの位置から何 cm のところにひもをつければよいかを計算する。

②つぎに、これを水中でつりあわせるためには、何 cm のところにひもをつければよいかを計算する。

#### (2) 理論

①質量は(密度)×(体積)だから、アルミニウムの密度を  $\rho_1$ 、真鍮の密度を  $\rho_2$ 、体積を両方とも  $V$  とする。支点から力点までの長さ(腕の長さ)を  $L_1$ 、 $L_2$  とすると、モーメントのつりあい(てこの原理)より

$$[(\rho_1 V g) \times L_1] = [(\rho_2 V g) \times L_2] \quad \dots \textcircled{1}$$

また、

$$[L_1 + L_2] = 17 \quad \dots \textcircled{2}$$

①②より、 $L_1 = (\rho_2 / \rho_1) L_2 = (8.45/2.68)L_2$

$$(8.45/2.68)L_2 + L_2 = 17$$

$$L_2 = 4.09 \dots \quad \text{約 } 4.1 \text{ cm}$$

②水の密度を  $1g/cm^3$  とすると、両方とも  $1 \times V \times g$  の大きさの浮力が上向きにかかるので、てこの原理(モーメントのつりあい)より

$$[(\rho_1 V g - 1 \cdot V g) \times L_1] = [(\rho_2 V g - 1 \cdot V g) \times L_2] \quad \dots \textcircled{3}$$

$$(\rho_1 - 1) \times L_1 = (\rho_2 - 1) \times L_2$$

$$(2.68 - 1) \times L_1 = (8.45 - 1) \times L_2$$

$$L_1 = (7.45/1.68) L_2$$

②より

$$(7.45/1.68) L_2 + L_2 = 17$$

$$L_2 = 3.12 \dots \quad \text{約 } 3.1 \text{ cm}$$

### 【実験と結果】

①つりあった

②つりあった

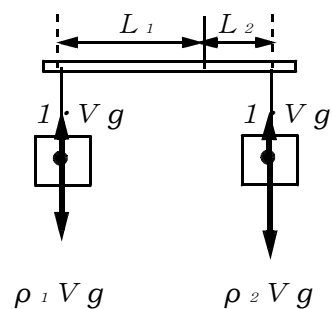
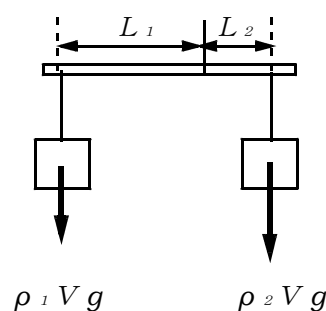
【感想】計算を用いて結果を予測することの重要性について、考えるところを記せ。

計算して作ったものが、予想通りの結果になるとおもしろい等

<注>重力加速度

式①③等の  $g$  は重力加速度を表し、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  である。中学校では力の単位ニュートン [N] を学習するとき、 $g \approx 10$  として、重力は質量を 10 倍するとニュートン単位になると教えられている。

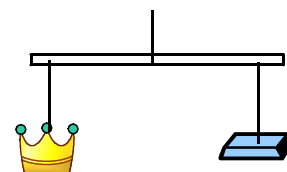
講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C	気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %



## 【実験】アルキメデスの原理 1（剛体のつりあいと浮力）（実験書）

### 1 アルキメデス（紀元前 287 年～紀元前 212 年）の伝説

ギリシャの植民地シラクサの管理主であったヒエロン 2 世が自分の所有している金塊を金細工職人に渡し、純金の王冠を作らせた。しかし、王はその職人が混ぜ物をした王冠を作ったのではないかと疑いを持ったので、アルキメデスに王冠を壊すことなく真偽の程を調べるように命じた。アルキメデスは苦心したが、ある日風呂の水が湯船からあふれる様子を見て、同じ重さの王冠でも体積を測定すれば違いがわかることに気づき、「わかったぞ」と叫んで、裸で町中に飛び出したと伝えられている。しかし、後世の大科学者ガリレオ・ガリレイは、実際には、アルキメデスはつぎのような実験で確かめたのではないかと述べている。



すなわち、アルキメデスは金細工職人が作った王冠の重量と同じ純金（比重 19.3）の金塊を用意し、図のように天秤を使って空気中で両者をつるす。同じ重量だからつるしている位置までの距離は等しい。これを水に入れると、王冠の純金なら金塊と体積が同じはずで、浮力も等しくなる。よって水の中でも天秤棒にかかる力は等しくバランスは崩れないはずである。アルキメデスが試したところ、王冠が浮き上がった。

職人が銀（比重 10.5）を混ぜて、一部の金を横領したことが発覚し、死刑になったと伝えられている。

### 2 実験

【目的】 同じ重量でも、比重の違いが天秤棒のつりあいで調べられることを銅線とアルミニウム線を使って体験せよ。

【準備】 銅線（0.4mm 径位）、アルミニウム線（1.2mm 径位）、細いナイロン糸、竹ひご（20cm 位）、水槽

#### 【実験方法】

##### 1 実験装置

銅線とアルミニウム線を同じ重量になるように切り、小さく円形状に巻く。両者を細いひもで竹ひごに吊るし、さらに竹ひごの中央に細いひもをつけ、バランスを取る。



##### 2 実験

これを水を張った水槽に入れる。予想を立てた後で実験する。

【結果】 予想；

結果；

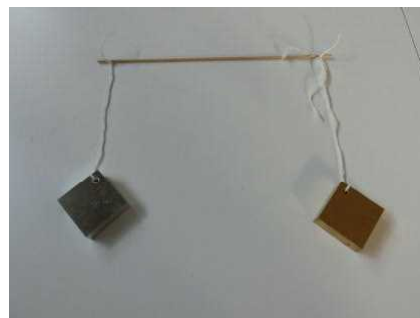
【考察】

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	

## 【研究】アルキメデスの原理 2（剛体のつりあいと浮力）（実験書）

### 【課題】

図のような、同じ体積のアルミニウムと真鍮の物体を空中でつりあわせるときと水中でつりあわせるときでは、支点の位置がどう変わるかを研究せよ。



### 1 実験方法

#### (1) 装置

①図のように、同じ体積のアルミニウム塊（比重 2.68）と真鍮塊（比重 8.45）を 17cm 離して竹ひごに吊るした。両者の間にひもをつけて、まず、空中でつりあわせるためには、真鍮をつるしたひもの位置から何 cm のところにひもをつければよいかを計算する。

②つぎに、これを水中でつりあわせるためには、何 cm のところにひもをつければよいかを計算する。

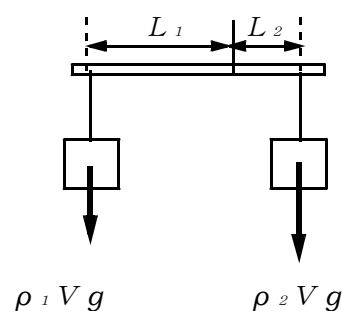
#### (2) 理論

①質量は（密度）×（体積）だから、アルミニウムの密度を  $\rho_1$ 、真鍮の密度を  $\rho_2$ 、体積を両方とも  $V$  とする。支点から力点までの長さ（腕の長さ）を  $L_1$ 、 $L_2$  とすると、モーメントのつりあい（この原理）より

$$[\quad] = [\quad] \dots \textcircled{1}$$

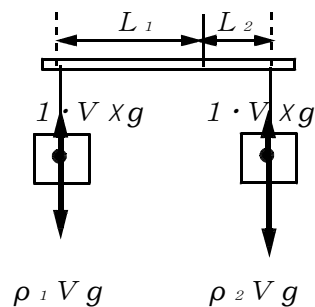
また、

$$[\quad] = 17 \dots \textcircled{2}$$



②水の密度を  $1\text{g}/\text{cm}^3$  とすると、両方とも  $1 \times V \times g$  の大きさの浮力が上向きにかかるので、この原理（モーメントのつりあい）より

$$[\quad] = [\quad] \dots \textcircled{3}$$



### 【実験と結果】

①

②

【感想】 計算を用いて結果を予測することの重要性について、考えるところを記せ。

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	