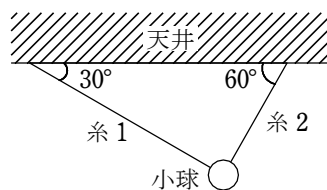


1.

次の文中の空欄に最も適するものを、解答群の中から1つ選べ。ただし、重力加速度の大きさは  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。

水平な天井から2本の軽い糸(糸1, 糸2)で小球をつり下げ、静止させた。図のように、糸1と天井のなす角は  $30^\circ$ 、糸2と天井のなす角は  $60^\circ$  であった。このとき、糸1の張力の大きさは  $19.6 \text{ N}$  であった。小球の質量は   $\text{kg}$  である。



解答群

- ① 3.5    ② 3.7    ③ 4.0    ④ 5.0    ⑤ 5.2    ⑥ 5.7

解答 ③

解説

小球にはたらく大きさ  $T_1, T_2$  [N] の張力、重力を図示すると図 a となる。重力を糸1と糸2の方向に分解したとき、重力の式「 $W = mg$ 」より糸1の方向の力のつりあいの式は

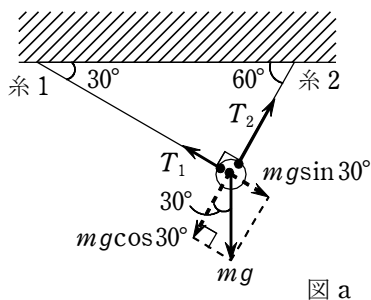
$$T_1 - mg \sin 30^\circ = 0$$

数値を代入すると

$$19.6 - m \times 9.8 \times \frac{1}{2} = 0$$

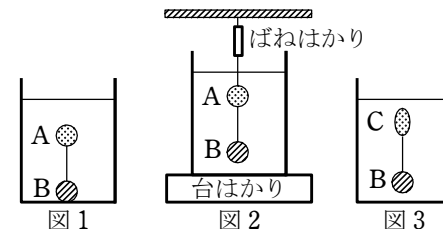
よって

$$m = 4.0 \text{ kg} \quad \dots\dots \text{③}$$



2.

質量  $150 \text{ g}$  のビーカーに水が  $300 \text{ cm}^3$  入っている。体積が同じ2つの球形の物体 A, B を軽い糸で結んでビーカーに入れると、図1のように物体 B はビーカーの底に沈み、物体 A は完全に水に没(ぼつ)して浮いていた。そこで図2のように台はかりの上



上にビーカーを置き、物体 A をばねはかりにつけて持ち上げると、物体 A は完全に水没した状態で物体 B もビーカーの底から離れた。このとき、ばねはかりの目盛りの読みが  $4.0 \text{ g}$ 、台はかりの目盛りの読みが  $482 \text{ g}$  であった。次に、物体 A と同じ密度で体積が1.5倍の物体 C と物体 B を糸で結んで、同様に水に沈めたところ、図3のように、物体 B と C は完全に水に没して水中に浮かんだ。水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  として、次の問いに答えよ。

- (1) 物体 A の体積はいくらか。また、物体 A, B の密度はそれぞれ水の密度の何倍か。
- (2) 図1の状態での糸の張力の大きさはいくらか。また物体 B がビーカーの底から受ける抗力の大きさはいくらか。力の単位は N として有効数字2桁で答えよ。
- (3) 図1の状態でビーカーを台はかりの上ののせると、その目盛りの読みは何 g か。

解答 (1)  $16 \text{ cm}^3$ , A … 0.50 倍, B … 1.75 倍

(2) 張力 :  $7.8 \times 10^{-2} \text{ N}$ , 抗力 :  $3.9 \times 10^{-2} \text{ N}$  (3)  $486 \text{ g}$

解説

一般に、密度  $\rho$  [ $\text{g/cm}^3$ ], 体積  $V$  [ $\text{cm}^3$ ] の物体の質量  $m$  [ $\text{kg}$ ] は、密度の式「 $\rho = \frac{m}{V}$ 」より

$$\rho = \frac{m \times 10^3 [\text{g}]}{V [\text{cm}^3]} \quad \text{よって} \quad m = \rho V \times 10^{-3} [\text{kg}]$$

物体にはたらく重力  $W$  [N] は、重力加速度の大きさを  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] として

$$W = mg = \rho V \times 10^{-3} g [\text{N}]$$

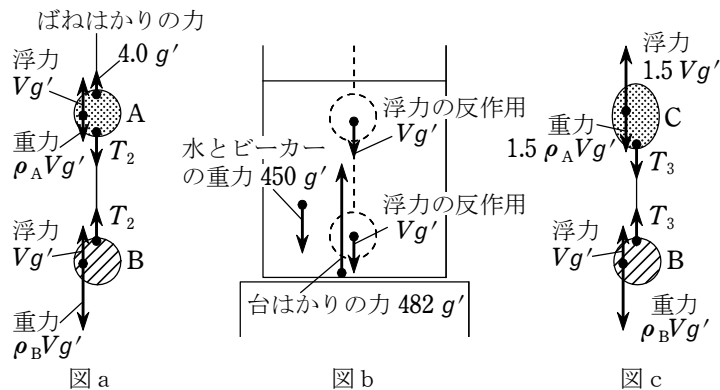
ここで  $g' = 10^{-3} g$  とおくと  $W = \rho V g' [\text{N}]$

この物体が水中にあるときに受ける浮力  $F$  は、浮力の式「 $F = \rho V g$ 」より

$$F = 1.0 \text{ g/cm}^3 \times V [\text{cm}^3] \times 10^{-3} g = V g' [\text{N}]$$

と表せる。

- (1) 物体 A, B の体積を  $V$  [ $\text{cm}^3$ ], 密度を  $\rho_A$  [ $\text{g/cm}^3$ ],  $\rho_B$  [ $\text{g/cm}^3$ ] とし、問題の図2の A と B, 水とビーカー、図3の B と C にはたらく力を図示すると、図 a, b, c となる。ただし図2, 図3における糸の張力を  $T_2, T_3$  とする。



水の質量は

$$m_{\text{水}} = 1.0 \text{ g/cm}^3 \times 300 \text{ cm}^3 \times 10^{-3} = 300 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

であるので、図 b で水とビーカーのつりあいの式を立てると

$$482g' - (300 + 150) \times g' - Vg' - Vg' = 0$$

整理して

$$2V = 32 \quad V = 16 \text{ cm}^3$$

図 a で物体 A, B それぞれのつりあいの式を立てると

$$\text{A} \quad 4.0g' + Vg' - \rho_A Vg' - T_2 = 0$$

$$\text{B} \quad T_2 + Vg' - \rho_B Vg' = 0$$

両式を辺々加えて  $T_2$  を消去すると

$$4.0 + V - \rho_A V + V - \rho_B V = 0$$

$$(\rho_A + \rho_B)V = 4.0 + 2V$$

$V$  の値を代入して整理すると

$$\rho_A + \rho_B = \frac{4.0}{16} + 2 = 2.25 \quad \dots\dots \text{①}$$

図 c で物体 B, C のつりあいの式を立てると

$$\text{B} \quad T_3 + Vg' - \rho_B Vg' = 0$$

$$\text{C} \quad 1.5Vg' - 1.5\rho_A Vg' - T_3 = 0$$

両式を辺々加えて  $T_3$  を消去すると

$$V - \rho_B V + 1.5V - 1.5\rho_A V = 0$$

$$1.5\rho_A + \rho_B = 2.5 \quad \dots\dots \text{②}$$

②式から①式を引いて

$$0.5\rho_A = 2.5 - 2.25 = 0.25$$

$$\rho_A = 0.50 \text{ g/cm}^3$$

①式に  $\rho_A$  を代入して

$$0.50 + \rho_B = 2.25 \quad \rho_B = 1.75 \text{ g/cm}^3$$

よって A……0.50倍 B……1.75倍

(2) 問題の図 1 の A と B, 水とビーカーにはたらく力を図示すると、図 d, e となる。

ただし図 1 における糸の張力を  $T_1$ , B がビーカーから受ける垂直抗力を  $N$ , ビーカーが床から受ける垂直抗力を  $R$  とする。

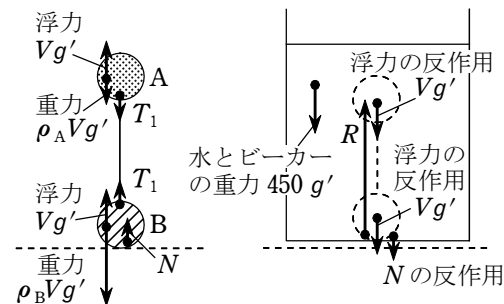


図 d

図 e

図 d で物体 A, B のつりあいの式を立てると

$$\text{A} \quad Vg' - \rho_A Vg' - T_1 = 0 \quad \dots\dots \text{③}$$

$$\text{B} \quad T_1 + Vg' + N - \rho_B Vg' = 0 \quad \dots\dots \text{④}$$

③式に数値を代入すると

$$T_1 = (16 - 0.50 \times 16)g' = 8g' = 8 \times 10^{-3} \times 9.8 = 78.4 \times 10^{-3} \text{ N} \approx 7.8 \times 10^{-2} \text{ N}$$

④式に数値を代入すると

$$N = (1.75 \times 16 - 8 - 16)g' = 4g' = 4 \times 10^{-3} \times 9.8 = 39.2 \times 10^{-3} \text{ N} \approx 3.9 \times 10^{-2} \text{ N}$$

(3) 図 e で水とビーカーのつりあいの式を立てると

$$R - (300 + 150)g' - Vg' - Vg' - N = 0$$

数値を代入して

$$R = (450 + 16 + 16 + 4)g' = 486(g) \times 10^{-3}g$$

よって **486 g**