

1.

図1に示すように2個の円柱形のおもりA, Bが糸でつながれて、天井に固定した2個の定滑車でつるされている。Aは円柱形の容器Cの中の液体に一部が入っており、AはCに触れていない。Cの底面は、ばね定数と自然の長さが等しい3本のばねで、水平な床から支えられている。この状態でA, B, Cは静止している。このとき、Aの液体に入っている部分の長さは d [m]、ばねの長さは l [m]、Cの底面から液面までの高さは h [m]、Bの床からの高さは s [m]であった。

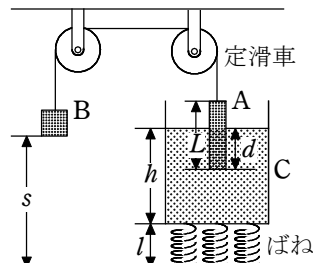


図1：初めの状態

Aの底面積は S_1 [m²]、高さは L [m]、密度は ρ_1 [kg/m³]である。Cの底面積は S_0 [m²]で、中に入っている液体の密度は ρ_0 [kg/m³]である。ここで、 $\rho_0 < \rho_1$ である。1本のばねのばね定数は k [N/m]である。重力加速度の大きさを g [m/s²]とし、AとCの底面は常に水平を保つものとして、次の問いに答えよ。

(1) Bの質量を求めよ。

次に、図2に示すように質量 m [kg]のおもりDをBにつり下げたところ、Bが少し下がった位置で全体は静止した。Aはこの状態でもまだ液体に一部が入っていた。このとき、Aが液体に入っている部分の長さは d' [m]、ばねの長さは l' [m]、Cの底面から液面までの高さは h' [m]、Bの床からの高さは s' [m]になった。

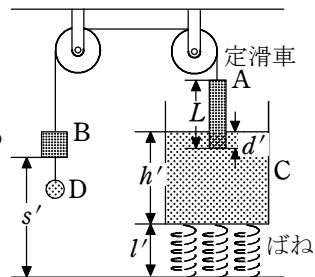


図2：おもりDをBにつり下げた後の状態

(2) $d' - d$ を求めよ。

(3) $l' - l$ を求めよ。

(4) $h' - h$ を求めよ。

(5) $s' - s$ を求めよ。

【解答】 (1) $(\rho_1 L - \rho_0 d) S_1$ [kg] (2) $-\frac{m}{\rho_0 S_1}$ [m] (3) $\frac{mg}{3k}$ [m]

(4) $-\frac{m}{\rho_0 S_0}$ [m] (5) $-\left(\frac{S_0 - S_1}{\rho_0 S_0 S_1} + \frac{g}{3k}\right) m$ [m]

2.

次の文中の空欄「ア」～「オ」に当てはまる式を記入せよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

図1のように、広口びんに水を入れ、ガラスでできた円筒形の容器Aにいくらか水を入れた後に、Aを底面が上になるようにして広口びん内の水に静かに浮かべる。その後、なめらかに動く質量の無視できるピストンで広口びんの口をふさぐ。A内には空気が入っており、その気柱の断面積は S_A 、高さは h で、A内の水面は広口びんの水面より d だけ下方の位置にある。Aの側壁および底の厚さは薄く、無視できる。このときのA内の空気の圧力を p_0 とし、水の密度を ρ とすると、広口びん内の空気の圧力は「ア」である。Aにはたらく鉛直方向の力のつりあいを考えることにより、Aの質量は「イ」であることがわかる。

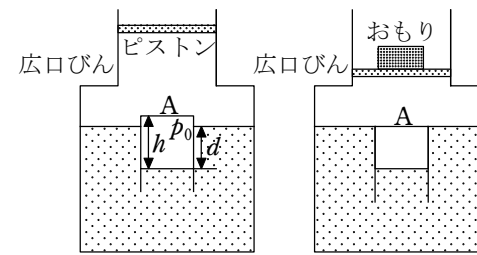


図1

次に、図2のように、ピストンの上におもりを静かに置いたところ、容器A内の気柱の上端がちょうど広口びん内の水面と同じ位置になる所でAは静止した。この間、A内の空気の温度は一定であった。このとき、A内の水面は広口びんの水面より「ウ」だけ下方にあり、A内の空気の圧力は「エ」である。また、ピストンの断面積を S_B とすると、ピストンの上に置いたおもりの質量は「オ」である。

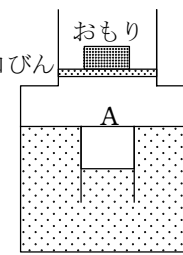


図2

【解答】 (ア) $p_0 - \rho dg$ (イ) $\rho d S_A$ (ウ) d (エ) $\frac{h}{d} p_0$ (オ) $\frac{(h-d)p_0 S_B}{dg}$