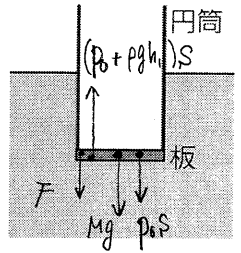


4 ★ ③⑤⑥

(A) 断面積が S の円筒に、円筒の断面と同じ大きさの質量 M の板を図のようにあてて、密度が ρ の液体中に十分深く沈め、円筒を上げていくと、ある深さで板がはずれた。このときの板の深さ h_1 を求めたい。重力加速度を g 、大気圧を p_0 とする。



(1) 板が外れない深さ h にあるとき、円筒から板に及ぼされる力を F として、板に働く力のつりあいの式を立てよ。また、 F を求めよ。

図より、力のつりあいの式は、

$$(p_0 + \rho gh) S - F - Mg - p_0 S = 0$$

$$F = \rho gh S - Mg$$

この式より、円筒を徐々に上げていく
 ⇒ h を小さくしていくと、
 F はだんだん小さくなっていき、
 $F = 0$ になるときは、はずれる。

(2) (1) から、板が離れる深さ h_1 を求めよ。(ヒント：離れるときの F は?)

$$0 = \rho h_1 g S - Mg$$

$$h_1 = \frac{M}{\rho S} g$$

(B) 図のように、高さ l 、底面積 S 、密度 ρ の円柱形の物体の上面を、密度 $\rho_0 (\rho < \rho_0)$ の液体の液面より h だけ下げて手で固定した。重力加速度の大きさを g とする。

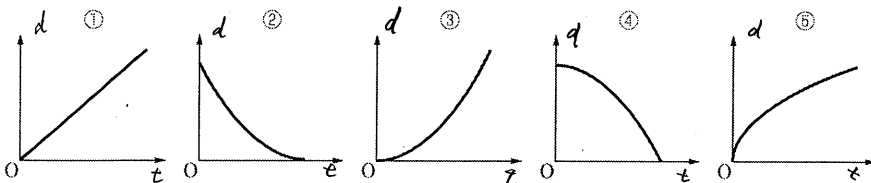
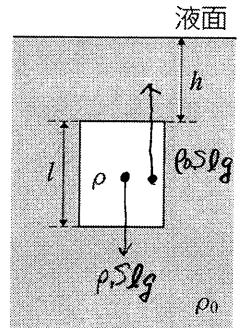
(1) この物体にはたらく浮力の大きさ F を求めよ。

図の状態から静かに手をはなしたところ、物体はまっすぐに上昇を始めた。

(2) このとき、物体に働く力を全て図に記入せよ。

(3) 物体の加速度を求めよ。

(4) 横軸を手を放してから時間、縦軸を液面までの距離とすると、グラフはどのような形になるか。



(5) 物体の上面が液面に達したときの速さ v を求めよ。

グラフの問題は、「関係式を導出する」が原則

$$F_{浮} = \rho V g = \rho_0 S l g$$

(加速度を求める際の定数)

(3) 運動方程式を立てし、

鉛直上向きを正として、

$$\rho S l a = \rho_0 S l g - \rho S l g$$

$$a = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho} g \quad (\text{鉛直上向き})$$

(4) h から、等加速度運動するため

$$深さ d(t) = h - \frac{1}{2} \frac{\rho_0 - \rho}{\rho} g \cdot t^2$$

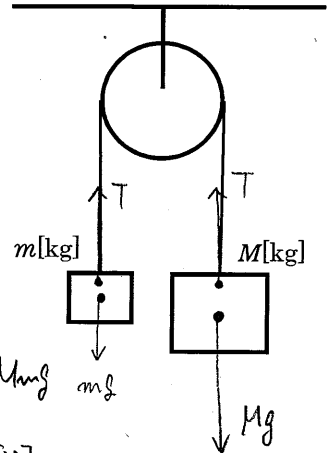
つまり、上に凸の2次関数 → ④

(5) $v^2 - v_0^2 = 2ax$ より

$$v = \sqrt{2ah} = \sqrt{\frac{2(\rho_0 - \rho)gh}{\rho}}$$

5 ★ ③⑤⑥⑦

(A) 両物体の運動方程式をそれぞれ立て、加速度の大きさと物体をつないでいる糸の張力の大きさをそれぞれ求めよ。重力加速度の大きさを $g[m/s^2]$ とし、 $M > m$ である。



運動方程式を立てると、

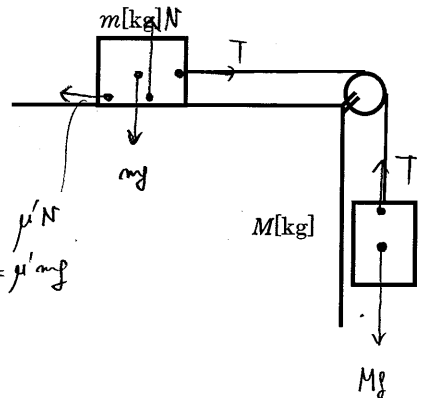
$$\begin{aligned}
 m \text{ の方} \quad ma &= T - mg \\
 M \text{ の方} \quad + \quad Ma &= Mg - T \\
 \hline
 (m+M)a &= (M-m)g \\
 a &= \frac{M-m}{M+m} g \quad [m/s^2]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mma &= MT - Mmg \\
 mMa &= mMg - mT \\
 \hline
 0 &= (M+m)T - 2Mmg \\
 T &= \frac{2Mmg}{M+m} \quad [N]
 \end{aligned}$$

(B) 両物体は加速度運動する。運動方程式をそれぞれ立て、加速度の大きさと物体をつないでいる糸の張力の大きさをそれぞれ求めよ。重力加速度の大きさを $g[m/s^2]$ とする。動摩擦係数を μ' とする。

運動方程式を立てると、

$$\begin{aligned}
 m \text{ の方} \quad ma &= T - \mu' mg \\
 M \text{ の方} \quad + \quad Ma &= Mg - T \\
 \hline
 (M+m)a &= (M - \mu' m)g \\
 a &= \frac{M - \mu' m}{M+m} g \quad [m/s^2]
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 mMa &= mMg - mT \\
 - \quad Mma &= MT - \mu' Mmg \\
 \hline
 (M+m)T &= (1+\mu')Mmg \\
 \Rightarrow T &= \frac{(1+\mu')Mmg}{M+m} \quad [N]
 \end{aligned}$$

A: (1) $F = \rho hgS - Mg$ (2) $\frac{M}{\rho S}$ B: (3) $\frac{\rho_0 - \rho}{\rho} g$ (5) $\sqrt{2 \frac{\rho_0 - \rho}{\rho} gh}$

A: $a = \frac{M-m}{M+m} g$ $T = \frac{2Mmg}{M+m}$ B: $a = \frac{M - \mu' m}{M+m} g$ $T = \frac{(1+\mu')Mmg}{M+m}$