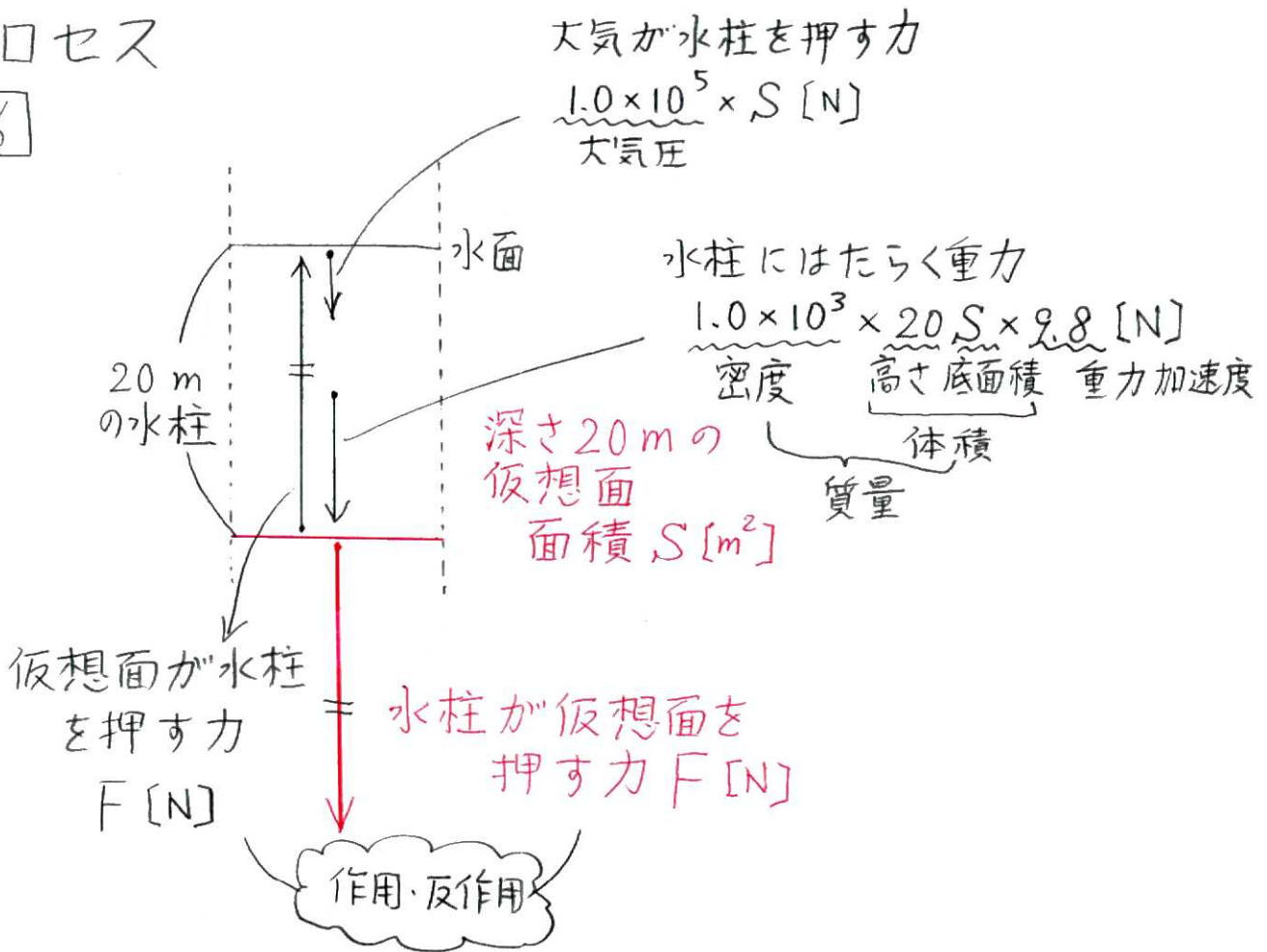


第3節 圧力・浮力

プロセス

6



水柱にはたらく力のつりあいから,

$$F - 1.0 \times 10^5 \times S - 1.0 \times 10^3 \times 20 S \times 9.8 = 0$$

$$F = (1.0 \times 10^5 + 1.0 \times 10^3 \times 20 \times 9.8) S$$

$$= 2.96 \times 10^5 S$$

圧力 $p = \frac{F}{S} = 2.96 \times 10^5$ $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ Ans.

実際の解答は、上のことが理解できていれば、

$P = P_0 + \rho h g$ の式にあてはめるだけでよい。
大気圧 水による圧力

7 アルキメデスの原理から

$$\text{浮力} = \rho V g = 1.3 \times 100 \times 9.8$$

$$= 12.74 \times 100$$

$$\underline{1.3 \times 10^3 \text{ N}} \text{ Ans.}$$

基71

(1) プロセス⑥で詳しく述べたことを踏まえて

$$\underline{P_d = p_0 + \rho d g} \text{ [Pa]} \quad \text{Ans.}$$

$p = p_0 + \rho h g$ は覚えて
 しましょう。もっとも、すぐ
 に出せますね。

なお、水圧といったときは、
 $\rho h g$ の部分を指すこと
 が多いので、問題をよく
 読みましょう。

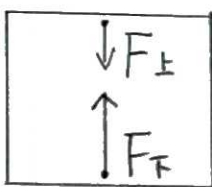
圧力 $\Rightarrow p_0 + \rho h g$

水圧あるいは水による圧力 $\Rightarrow \rho h g$
 が基本です。

問題によっては、水圧 $= p_0 + \rho h g$ の
 ようになっていることがあります。そ
 う読みとれる場合は、大気圧を含
 めておけば"よろしい"。

(2)

深さ d [m]



深さ $d+h$ [m]

上面 $F_{\uparrow} = p_d \times S = \underline{(p_0 + \rho d g) S} \text{ [N]}$

鉛直下向き Ans.

下面 $F_{\downarrow} = p_{d+h} \times S$

$$= \underline{\{ p_0 + \rho (d+h) g \} S} \text{ [N]}$$

鉛直上向き Ans.

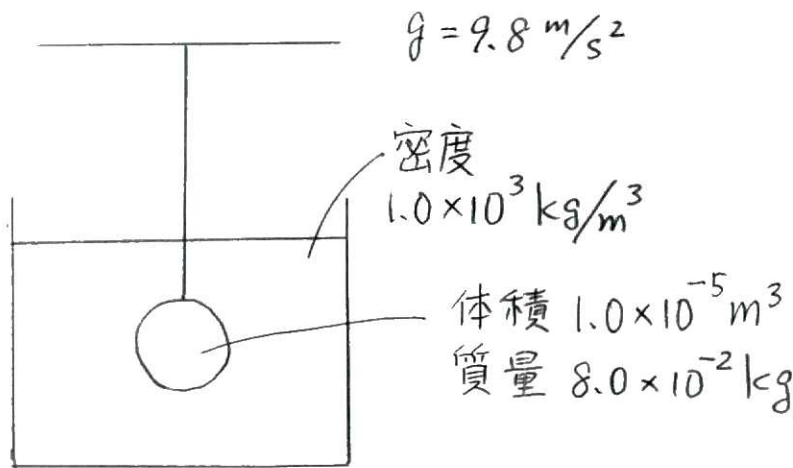
(3) 物体が側面で受ける力は、フリあうと考えて
よいので、

$$\text{浮力 } F = F_{\text{上}} - F_{\text{下}} = \rho h S g \text{ [N]} \quad \text{Ans}$$

浮力自体は $F = \rho V g = \rho h S g \text{ [N]}$ で
公式からもすぐに求まります。

この問題は、アルキメデスの原理を説明する
ための問題です。

基72



頭の中だけでもできそうですが、図を描いて書きこむと、しっかり考えることができます。

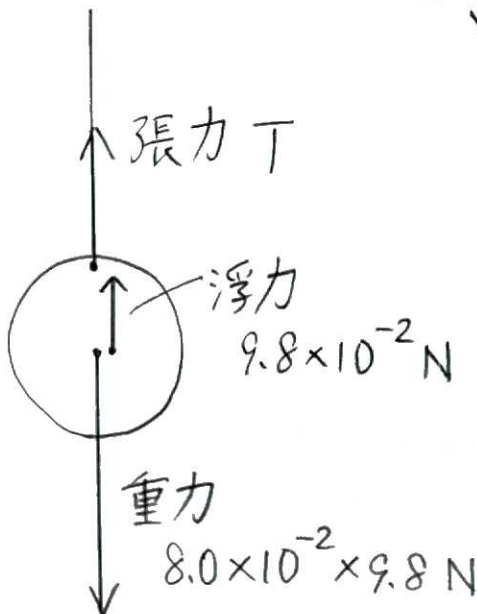
達人は図が上手
ikeT

- (1) 浮力 = $\rho V g$ 重力加速度の大きさ
(金属球の体積
) 水の密度

覚えてしまいましょう

$$\begin{aligned}
 &= 1.0 \times 10^3 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 9.8 \\
 &= \underline{9.8 \times 10^{-2}} \text{ Ans.}
 \end{aligned}$$

- (2) 金属球にはたらく力のつりあいで求められますね。



こういう見通しをもつことが大切です。

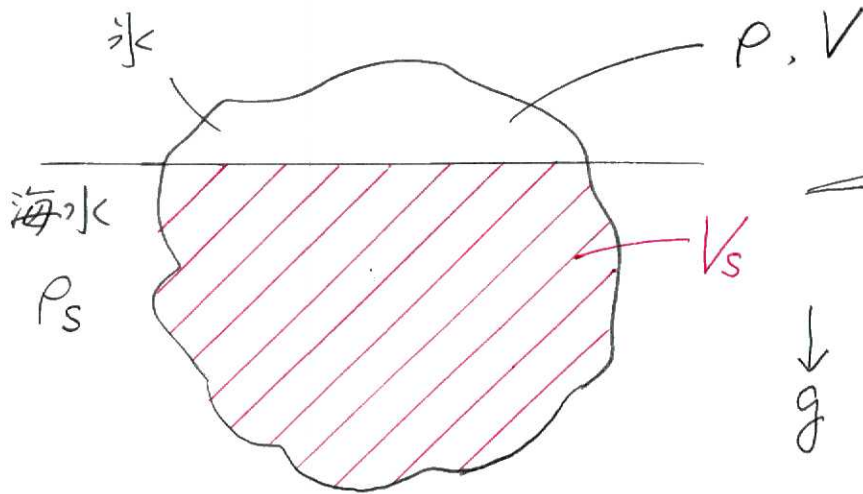
金属球にはたらく力のつりあいから、

$$\begin{aligned}
 T + 9.8 \times 10^{-2} - 8.0 \times 10^{-2} \times 9.8 &= 0 \\
 T &= 7.0 \times 9.8 \times 10^{-2} \\
 &= \underline{68.6 \times 10^{-2}} \quad \underline{0.69 \text{ N}} \text{ Ans}
 \end{aligned}$$

基73. まず図を描いて、いろいろと書き込み
ましょう。

見える化すると考えやすい!

iket



これだけ書いた
だけで、ずい分と
頭の中がスッキリ!

(1) 浮力 = $\rho V g$ の式を使いますが、本問では、

$$\text{浮力} = \rho_s V_s g \quad \text{Ans.}$$

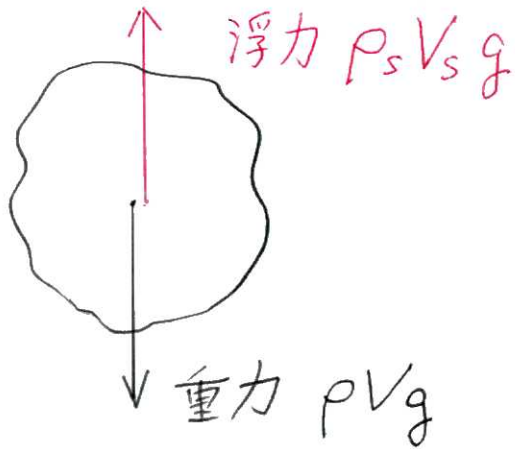
文字の指定があるので
気づくと思いますが、
なくても大丈夫ですね。

(2) すぐには思いつかないので、どんな式なら
立てられるか考えよう。



↓
次ページへ

氷にはたらく力のつりあいの式はすぐに立てられそうですね。



$$\rho_s V_s g - \rho V g = 0$$

$$V_s = \frac{\rho}{\rho_s} V \text{ とおるので,}$$

先が見えたかな?

求めたいのは、 $V - V_s$ なので、

$$V - V_s = V - \frac{\rho}{\rho_s} V = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right) V \text{ Ans.}$$

$\frac{\rho_s - \rho}{\rho_s} V$ でもいいですよ。

$$(3) \frac{V - V_s}{V} \times 100$$

$$= \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right) \times 100$$

$$= \frac{\rho_s - \rho}{\rho_s} \times 100$$

$$= \frac{1.03 \times 10^3 - 9.2 \times 10^2}{1.03 \times 10^3} \times 100$$

$$= \frac{1.03 - 0.92}{1.03} \times 100$$

$$= \frac{0.11}{1.03} \times 100 = 10.6\% \quad \underline{11\% \text{ Ans.}}$$

0.92×10^3

発例 6

やっぱり、図を描きましょう。→見える化



(1) 浮力 = $\rho V g$ は使えない

↳ 水中の体積 --- わからない。

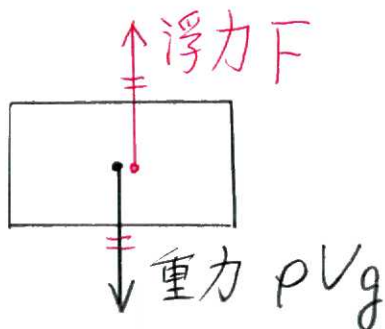
そこで、考えましょう。

どんな式が'できる'かな？

そうですね。「つりあいの式」です

大活躍です。
ほめてあげましょう
パチパチパチ

木片にはたらく力のつりあいから



$$F - \rho V g = 0$$

$$F = \rho V g \quad \text{Ans.}$$

いきなり、
 $F = \rho V g$ でも
いいですよ。

思わず、 F を使いましたが、冊子の解説のように、 f でもかまいません。それらしい文字を使いましょう。

(2) う〜ん。ここで粘って考えよう。あまりにすぐに答えを見るくせをつけると、「考えない人間」「指示待ち人間」になってしまいます。

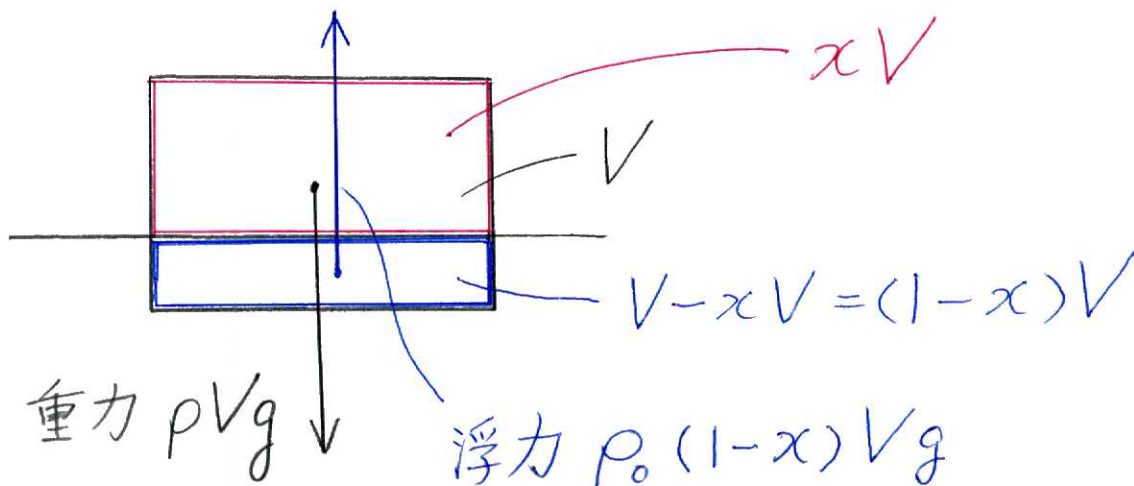
「言われたことをきちんとできる人」は確かに有用ですが、これからの時代は「+αのある人」が活躍する時代でしょう。勉強にかきこらず、

めざせ、+α
ikeT

で、話をもとめて、

(あえて、冊子とはちがうやり方をします。)

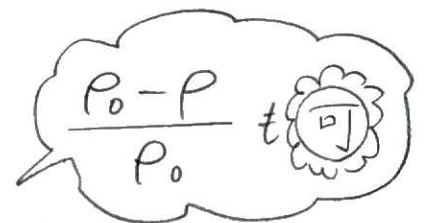
求める比率を x とすると、



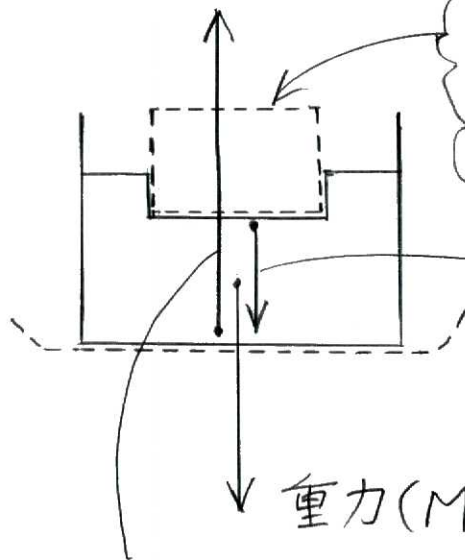
木片にはたらく力のつりあいから、

$$\rho_0(1-x)Vg - \rho Vg = 0$$

$$1-x = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow x = 1 - \frac{\rho}{\rho_0} \text{ Ans.}$$



(3) 水と容器を一体としてつりあいを考える



木片を点線で描いた方が
あがりやすいのでは？

浮力の反作用
 $\rho V g$

重力 $(M + \rho_0 V_0) g$

はかりから受ける垂直抗力 N

つりあいの式は

$$N - (M + \rho_0 V_0) g - \rho V g = 0$$

$$N = \underline{(M + \rho_0 V_0 + \rho V) g} \text{ Ans.}$$

水と容器と木片を一体としてつりあいを考える

こっちがきっと簡単なのに別解とは
なぜ？ --- 浮力の話をした流れが
あるので、こちらを別解に
しただけ。解くだけなら
絶対にこちらの解答

たぶん、頭の中だけでできてしまう。

$$N = \underline{(M + \rho_0 V_0 + \rho V) g} \text{ Ans.}$$

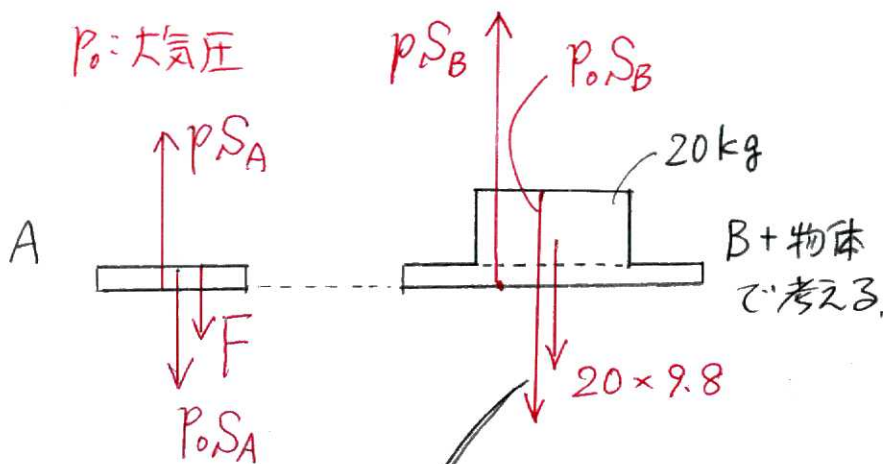
一気です

発76

「水圧は同じ高さでは同じである」

本題のようなU字型容器などでは、キーになる考え方です。

その上で、ピストンAとピストンB それぞれについて力のつりあいを考える。



ピストンAの断面積を S_A とすると,

$$S_A = \pi \times 0.050^2$$

ピストンBの断面積を S_B とすると,

$$S_B = \pi \times 0.10^2 = 4S_A$$

上面はでこぼこして平面にはなっていないけれども、上から見たときの断面積は S_B なので、大気が押す力は $p_0 S_B$ だよ。

Aのつりあい

$$pS_A - F - p_0 S_A = 0 \quad \text{-----①}$$

Bのつりあい

$$pS_B - 20 \times 9.8 - p_0 S_B = 0 \quad \text{-----②}$$

式①と②を見て、次の方向性を決めます。

まず、 F を求める式の中に p と p_0 は与えられていないので入れられない。

もう一度①と②を見ると、

$$(p - p_0) S_A = F \text{ --- ①'}$$

$$(p - p_0) S_B = 20 \times 9.8 \text{ --- ②'}$$

とあるので、

$$\frac{\text{①'}}{\text{②'}} \quad \frac{S_A}{S_B} = \frac{F}{20 \times 9.8}$$

$S_B = 4S_A$ はすでに示してあるので

$$\frac{1}{4} = \frac{F}{20 \times 9.8}$$

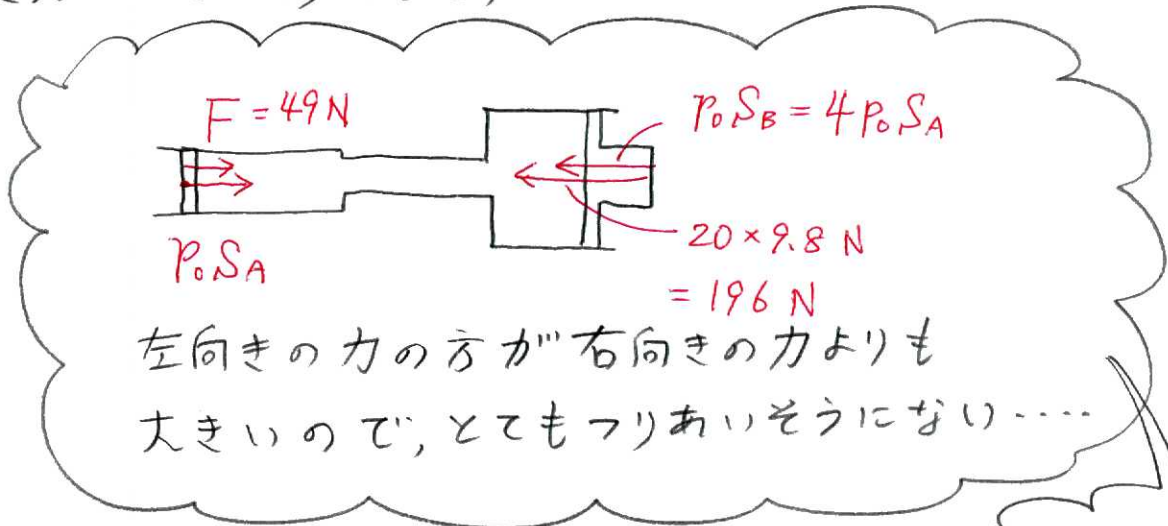
$$F = \underline{49 \text{ N}} \quad \text{Ans.}$$

以上の解答は、結構生の舞台裏を見てもらいました。もっとスマートな解答も可能だと思います。

ところで、この解答について、これはこれで理解できるのだけれど、スッキリしない人もいるのでは...? よ〜く考える人ほどスッキリしないのかも知れません。実はikeTも、スッキリしない部分をどう説明しようかと悩んでいます。⇒次ページへ

何がスッキリしないのが。

滑車で力の向きを変えたように、容器で力の向きを変えていると考えると、こんなことに---

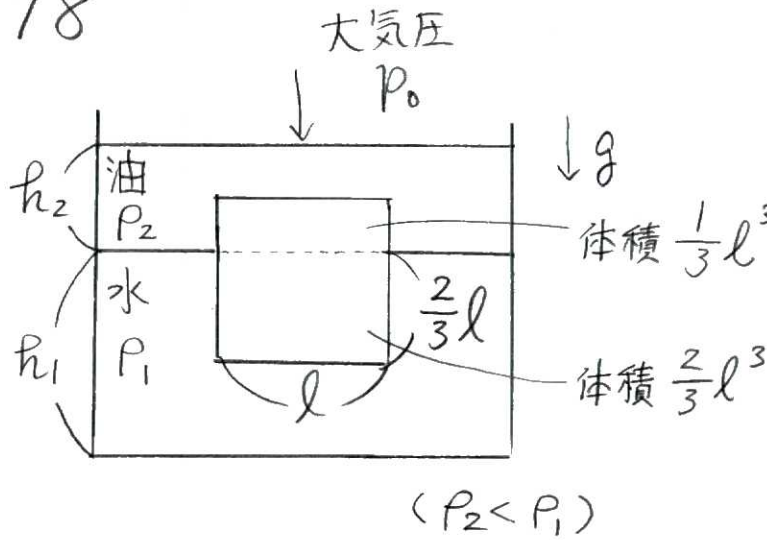


さて、皆さんはどうスッキリしますか。

まかせます ikeT

ツッコミどころ
いっぱいこの図
ですね。
あまり、真剣
に見ないように
しましょう。

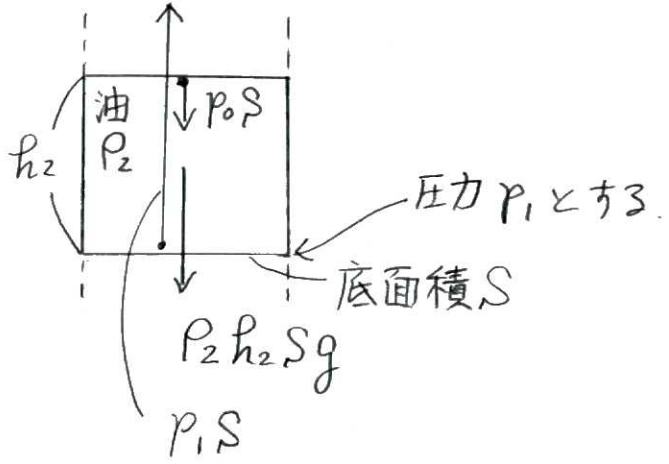
発78



ちなみにともあれ
図を描いて、頭の中を整理します。

脳のワーキングメモリーにもなりますね。

(1) 境界面にある面積 S の部分を考える。



つりあいから

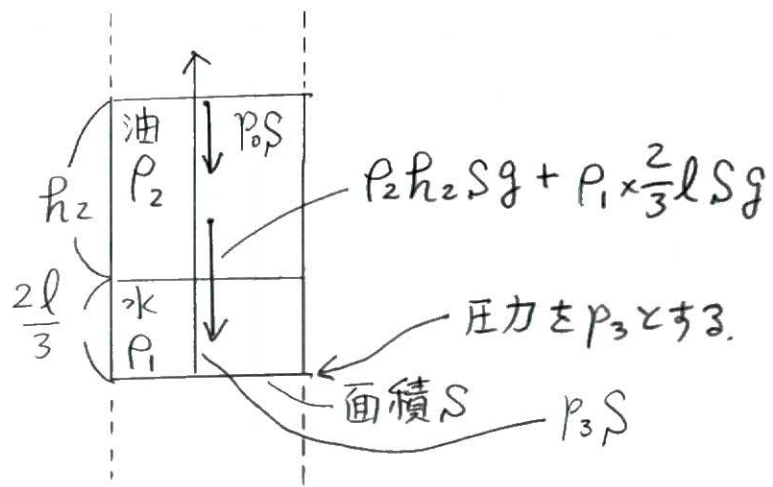
$$P_1 S - P_0 S - P_2 h_2 S g = 0$$

$$P_1 = P_0 + P_2 h_2 g \quad \text{Ans}$$

(2) 上面 (1) の h_2 を $h_2 - \frac{l}{3}$ に変えるだけでよい。
ここでの圧力を p_2 とすると、

$$P_2 = P_0 + P_2 \left(h_2 - \frac{l}{3} \right) g \quad \text{Ans}$$

下面

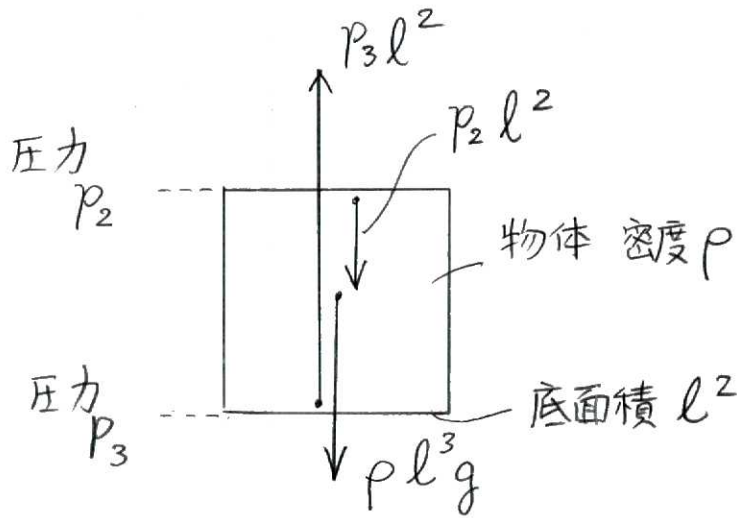


$$P_3 S - P_0 S - P_2 h_2 S g - P_1 \times \frac{2}{3} l S g = 0$$

$$P_3 = P_0 + \left(P_2 h_2 + \frac{2}{3} P_1 l \right) g \quad \text{Ans}$$

(3) 物体の密度を ρ とする。

物体にはたらく力のつりあいから、



$$p_3 l^2 - p_2 l^2 - \rho l^3 g = 0$$

$$\rho = \frac{p_3 - p_2}{lg}$$
$$= \frac{\frac{2}{3} \rho_1 lg + \frac{1}{3} \rho_2 lg}{lg}$$

$$= \frac{2\rho_1 + \rho_2}{3} \text{ Ans}$$

この解き方だと、浮力が表舞台に登場しませんね。
実はぜひ確認して、知っておいて欲しいことが……

では浮力 F を求めてみましょう。

$$F = p_3 l^2 - p_2 l^2$$

$$= (p_3 - p_2) l^2$$

$$= \left(\frac{2}{3} \rho_1 l + \frac{1}{3} \rho_2 l \right) l^2$$

$$= \rho_1 \times \frac{2}{3} l^3 + \rho_2 \times \frac{1}{3} l^3$$

押しつけて
いる水の体積

押しつけて
いる油の積

押しつけている
水の重さ

押しつけている
油の重さ

やはり、押しつけた流体（水+油）の重さの
分だけ浮力かかっています。