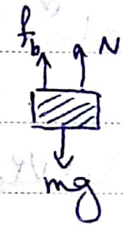
Subject صفحه ۱
Date

(۱) نیروی ارشمیدس برآیند نیروهای ناشی از فشار مایع است، در شرایط سقوط آزاد (قبلاً توضیح داده شده است) سیستم در حالت بی‌وزنی قرار گرفته و در این شرایط فشار ناشی از نشستن مایع برابر صفر خواهد شد، پس برآیند نیروی فشاری و به دنبال آن نیروی ارشمیدس وجود ندارد

(۲) زیرا چگالی متوسط آنها از آب بیشتر است، اگر حجم‌های خالی آن جدا شود به سطح آب خواهد آمد

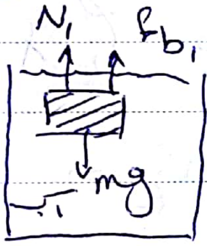


(۳) $mg = f_b + N \Rightarrow N = mg - f_b = mg - \rho_L \cdot g \cdot V_{\text{جسم}}$

$\Rightarrow N = mg - \rho_L \cdot g \left(\frac{m}{\rho_{\text{جسم}}}\right) \Rightarrow \boxed{N = Mg\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_{\text{جسم}}}\right)}$

(۴)

حالت ۱:



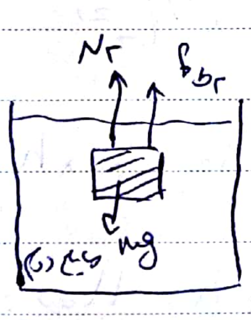
$\Rightarrow f_{b_1} + N_1 = mg \Rightarrow f_{b_1} + 18 = 24 \Rightarrow f_{b_1} = 6_N$

$\Rightarrow \rho_L \cdot g \cdot V_{\text{جسم}} = 6 \Rightarrow 10^4 \times V_{\text{جسم}} = 6$

$\Rightarrow \boxed{V_{\text{جسم}} = 6 \times 10^{-4}\ m^3} \Rightarrow \rho_{\text{جسم}} = m/V$

$\boxed{\rho_{\text{جسم}} = \frac{2.4}{6 \times 10^{-4}} = 4000\ kg/m^3}$

حالت ۲:



$mg = N_2 + f_{b_2} \Rightarrow f_{b_2} + 14 = 24$

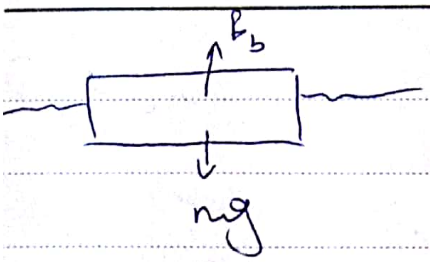
$\Rightarrow f_{b_2} = 10_N \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} \cdot g \cdot V_{\text{جسم}} = 10_N$

$\Rightarrow \boxed{\rho_{\text{مایع}} = \frac{1}{6 \times 10^{-4}} = 10^4/6\ kg/m^3}$

PAPCO

Scanned by CamScanner

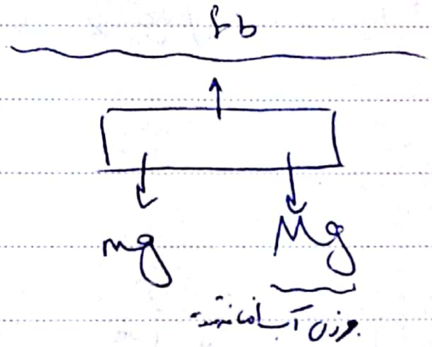
Subject صفحه ۲
Date



الف) ⑤ $\Rightarrow mg = f_b \Rightarrow mg = \rho_L \cdot g \cdot V^* \Rightarrow$

$\Rightarrow ۲,۲ \times ۱۰^۶ \times ۱۰ = ۱,۰۳ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times V^* \Rightarrow V^* = ۲,۱۴ \times ۱۰^۳ \ m^3$

$\text{درصد حجمی} = \frac{V^*}{V} = \frac{۲,۱۴ \times ۱۰^۳}{۲ \times ۱۰^۳ + ۴ \times ۱۰^۲} = \frac{۲,۱۴ \times ۱۰^۳}{۲,۴ \times ۱۰^۳} \simeq ۸۹٪$



ب) $\Rightarrow mg + Mg = f_b \Rightarrow mg + Mg = \rho_L \cdot g \cdot V$

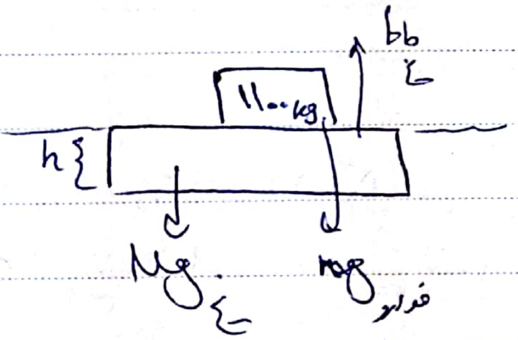
$\Rightarrow ۲,۲ \times ۱۰^۶ \times ۱۰ + M \times ۱۰ = ۱,۰۳ \times ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۲,۴ \times ۱۰^۳$

$\Rightarrow M = ۲,۴ \times ۱,۰۳ \times ۱۰^۶ - ۲,۲ \times ۱۰^۶ \Rightarrow M = ۲۷۲۰۰۰ \ kg$

جرم آب اضافه شده.

---

⑥



$\Rightarrow Mg_{\text{غ}} + mg_{\text{خودرو}} = f_b = \rho_L \cdot g \cdot V_{\text{غ}}$

$\Rightarrow M_{\text{غ}} + m_{\text{خودرو}} = \rho_L \cdot V_{\text{غ}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_{\text{غ}} \cdot V_{\text{غ}} + ۱۱۰۰ = ۱۰^۳ \times V_{\text{غ}} \Rightarrow$

$\Rightarrow ۹۰۰ \times ۴۰ \times h + ۱۱۰۰ = ۱۰^۳ \times ۴۰ \times h \Rightarrow$

$\Rightarrow ۱۱۰۰ = ۴۰۰۰ h \Rightarrow h = \frac{۱۱۰۰}{۴۰۰۰} \Rightarrow h = ۲۷,۵ \ cm$

Scanned by CamScanner

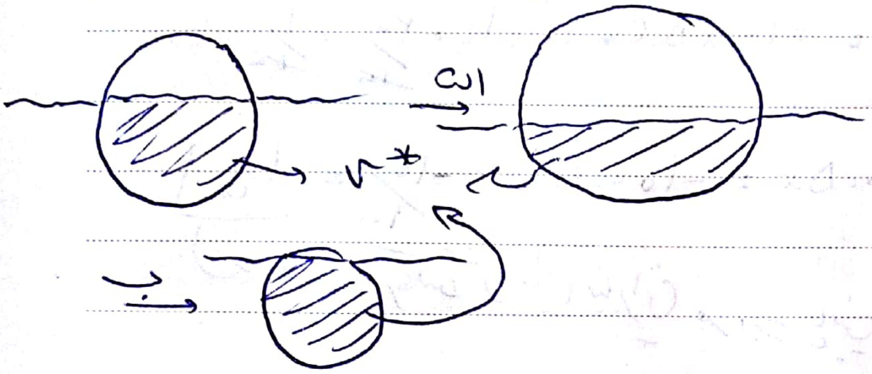
$\rho g V^* = mg$

(۷) برای هر دو حالت برای شناوری توپ با مقدار مشخص لذا حجم (V^*) درون آب باشد،

در حالت (الف) مقدار هوا کم شده پس توپ بزرگتر می‌شود، در نتیجه برای تأمین همان (V^*) حجم می‌تواند بخش بیشتری

از آب خارج شود ←

و در حالت ب) برعکس آن اتفاق می‌افتد



---

(۸) ~~...~~ حجم زیردریایی ثابت است پس اگر پایین برود باید $mg > f_b$ پس همینطور پایین می‌رود (چگالی آب و ...)

ولی در بالن با کاهش فشار هوا حجم بالن زیاد می‌شود و با افزایش ارتفاع چگالی هوا کم می‌شود.

چون میزان کاهش چگالی هوا از افزایش حجم بیشتر است، بنابراین پس در نقطه‌ای $mg = f_b$

می‌شود و می‌ایستد.

---

(۹)

$$mg = f_b \Rightarrow (V_{out} - V_{in}) \times \rho_{Al} \cdot g = \rho_L \cdot g \cdot \frac{V_{out}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi \left(\left(\frac{D}{2}\right)^3 - r^3 \right) \times 2700 = 1000 \times \frac{4}{3}\pi \left(\frac{D}{2}\right)^3$$

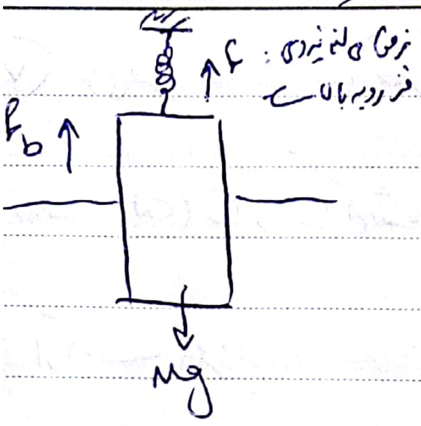
$$\Rightarrow 27 \times \left(\frac{D}{2}\right)^3 - 27 \times r^3 = 10 \left(\frac{D}{2}\right)^3 \Rightarrow 17 \left(\frac{D}{2}\right)^3 = 27 \times r^3$$

$$\Rightarrow r^3 = \frac{17 \times \left(\frac{D}{2}\right)^3}{27} \Rightarrow \boxed{r = \sqrt[3]{17} \left(\frac{D}{6}\right)}$$

P4PCO

Scanned by CamScanner

(۱۰)

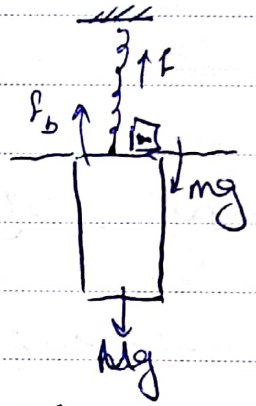


حالت اول: $Mg = f + f_b \Rightarrow 10 = K.\Delta l + \rho_L.g.\frac{V}{2}$

$\Rightarrow 10 = 100\times\Delta l + 10^3\times 10\times\frac{4000}{10^6}\times\frac{1}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow 100\Delta l = -10 \Rightarrow \Delta l = -\frac{10}{100} = -10_{cm}$

جهت برعکس فرض کرده ایم بنابراین فنر رو به پایین نیرو وارد می‌کند و در نتیجه 10_{cm} فشرده شده است.



حالت دوم: در حالت دوم برای اینکه استوانه کامل زیر آب برود باید 20_{cm} پایین برود پس فنر با تغییر 20_{cm} از حالت فشرده به حالت 10_{cm} کشیدگی می‌رسد.

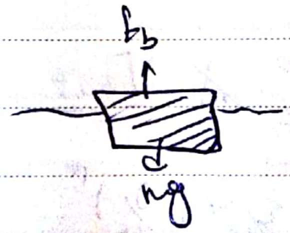
$\Rightarrow f_b + f = Mg + mg \Rightarrow \rho_L.g.V + K.\Delta l = Mg + mg$

$\Rightarrow 10^3\times10\times\frac{4000}{10^6}\times\frac{1}{\cdot} + 100\times\frac{10}{100} = 10 + m\times10 \Rightarrow 50 = 10 + 10m$

$\Rightarrow \boxed{m = 4_{kg}}$

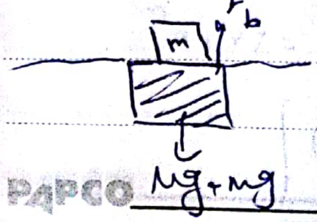
(۱۱)

چوب:



$\Rightarrow mg = f_b \Rightarrow 1.5\times10 = \rho_L.g.V^*$

$\Rightarrow 15 = 10^4\times\frac{60}{100}\times\frac{1.5}{\rho_{چوب}} \Rightarrow \boxed{\rho_{چوب} = 600\frac{kg}{m^3}}$



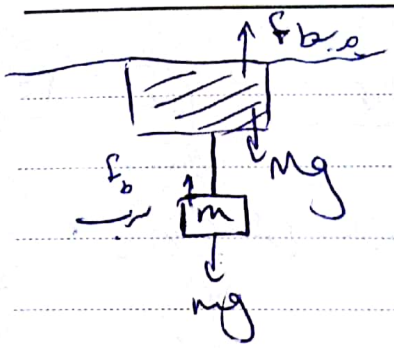
الف) $\Rightarrow Mg + mg = f_b \Rightarrow 1.5\times10 + m\times10 = 10^3\times10\times\frac{1.5}{600\frac{kg}{m^3}}$

$\Rightarrow 1.5 + m = 2.5 \Rightarrow \boxed{m = 1_{kg}}$

PAPCO

Scanned by CamScanner

Subject صفحه ۵
Date



ب)

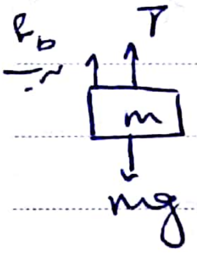
$\Rightarrow F_{b_{\text{چوب}}} + F_{b_{\text{سرب}}} = Mg + mg$

$\Rightarrow \rho_L \cdot g \cdot V_{\text{چوب}} + \rho_L \cdot g \cdot \frac{m_{\text{سرب}}}{\rho_{\text{سرب}}} = M_{\text{چوب}} \cdot g + M_{\text{سرب}} \cdot g$

$\Rightarrow 10^3 \times \frac{1.5}{600} + \cancel{10^3} \times \frac{m_{\text{سرب}}}{11000} = 1.5 + m_{\text{سرب}}$

$2.5 + \frac{m}{11} = 1.5 + m \Rightarrow 1 = m - \frac{m}{11} \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 = m(1 - \frac{1}{11}) = m(\frac{10}{11}) \Rightarrow \boxed{m = \frac{11}{10}\,kg}$



ج)

$\Rightarrow T + \underbrace{F_{b_{\text{سرب}}}}_{\rho_L \cdot g \cdot \frac{m_{\text{سرب}}}{\rho_{\text{سرب}}}} = mg_{\text{سرب}} \Rightarrow T = \frac{11}{10} \times 10 - \cancel{10^3} \times \cancel{10} \times \frac{11/10}{11000}$

$\Rightarrow T = 11 - 1 = 10 \Rightarrow \boxed{T = 10\,N}$ ✓

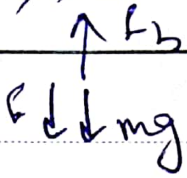
۱۲) نکته: از لفظ شناوری یخ که آب شدن کامل یخ سطح آب تغییری نکند (قبلاً توضیح داده‌ایم). بنابراین فرض می‌کنیم که کل یخ آب شده است.

حجم آب: $2A \times 0.6 = 1.2A$

حجم یخ: $A \times 2 = 2A \Rightarrow$ اگر یخ ذوب شود $\Rightarrow m_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ زیر آب}} \Rightarrow 2A \times \underset{\rho_{\text{یخ}}}{0.9} = V_{\text{یخ زیر آب}} \times \underset{\rho_{\text{آب}}}{1}$

$\Rightarrow V_{\text{یخ زیر آب}} = 1.8A$: آب

حجم کل آب: $1.2A + 1.8A = 3A \Rightarrow h = \frac{V}{3A} \Rightarrow \boxed{h = 1m}$ ✓



(۱۳) درباره‌ی ... بشر، هوای درون آن به صورت آب را رسم می‌کنیم.

با پایین رفتن چون فشار وارد به هوا زیاد می‌شود بنابراین حجم هوا کاهش پیدا می‌کند و بنابراین f_b کم می‌شود

$$h\uparrow \Rightarrow P\uparrow \Rightarrow V_{هوا}\downarrow \Rightarrow f_{b\,(\rho_L \cdot g V)}\downarrow$$

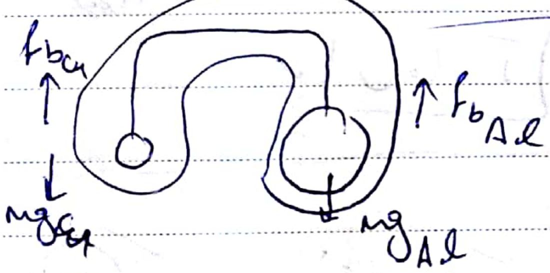
مطلوب داریم در سرعت ثابت: $f + mg = f_b \Rightarrow f = f_b - mg$

با کاهش f_b باید f هم کم شود تا سرعت ثابت بماند.
وقتی ممکن است اگر $f_b = mg$ شود $f = 0$ خواهد شد پس از آن
با کاهش بیشتر f_b، f باید در خلاف جهت اولیه در راستای افزایش یابد.

بنابراین f در ابتدا کاهش پیدا کند صفر شده و در راستای افزایش می‌یابد.

---

(۱۴) فرض می‌کنیم که ... را درون ... قرار داده‌ایم.



$$\Rightarrow mg_{Al} + f_{b_{Cu}} = mg_{Cu} + f_{b_{Al}} \Rightarrow$$

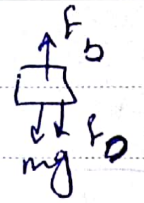
$$\Rightarrow mg_{Al} - f_{b_{Al}} = mg_{Cu} - f_{b_{Cu}} \Rightarrow m_{Al}\, g - \rho_L \cdot g \cdot \frac{m_{Al}}{\rho_{Al}} = m_{Cu}\, g - \rho_L \cdot g \frac{m_{Cu}}{\rho_{Cu}}$$

$$\Rightarrow 6 - 1000 \times \frac{6}{2700} = m_{Cu}\left(1 - \frac{1000}{9000}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 = m_{Cu}\left(\frac{8}{9}\right) \Rightarrow m_{Cu} = \frac{9}{2} \Rightarrow \boxed{m_{Cu} = 4.5\ kg}$$

Scanned by CamScanner

(۱۵)

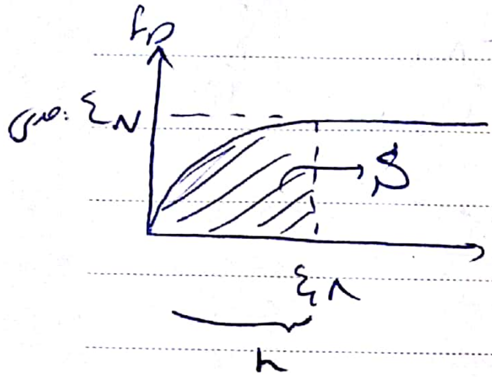


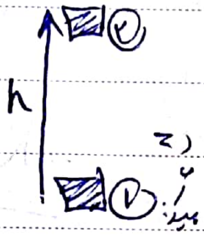
$f_b = mg + f_D \Rightarrow$ ، نیروی مقاومت

$f_b = \rho_L . g . V = 10^3 \times 10 \times \frac{1000}{10^6} = 10\,N$

$mg = \rho_{جسم} . g . V = 600 \times 10 \times \frac{10^3}{10^6} = 6\,N$

$f_D = 4\,N$ (حدی)





$\Rightarrow K_1 + U_{g_1} + U_{s_1} + W_{nc} = K_2 + U_{g_2} + U_{s_2}$

$\Rightarrow W_{f_b} - W_{f_D} = K_2 + U_{g_2}$

$\Rightarrow f_b . h - S = \frac{1}{2} m v^2 + mgh \Rightarrow$

$\Rightarrow \underbrace{10 \times 4.8}_{48} - \underbrace{\frac{1}{4} \times 3 \times 4 \times 4.8}_{14.4} = \underbrace{\frac{1}{2} \times 0.6 \times v^2}_{= 0.3 v^2} + \underbrace{0.6 \times 10 \times 4.8}_{28.8}$

$\Rightarrow 0.3 v^2 = 4.8 \Rightarrow v^2 = 16 \Rightarrow \boxed{v = 4\,m/s}$ ✓

---

(۱۶)

الف) $N = f = P \times A = \rho . g h . A = 10^4 \times \frac{20}{100} \times \frac{2\,m}{10^4} = 400\,N$

بنابراین ترازو عدد ۴۰ kg را نشان می‌دهد

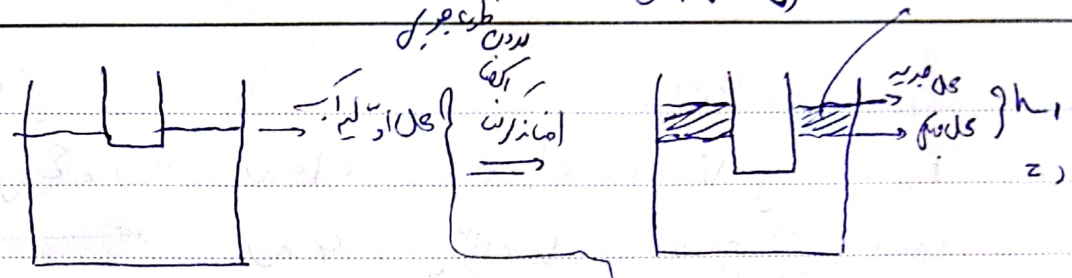
ب) ابتدا $V^{کل}$ لازم برای نگه داشتن آهن روی آب را حساب می‌کنیم و بعد مقدار حجم خود آهن را حساب می‌کنیم. اختلاف (ارتفاعی که از) این دو حجم تغییر (ارتفاع) آب ظرف است که با تقسیم بر سطح مقطع حساب خواهد شد

شرط شناوری ، $V^{کل}_{آهن} = \frac{\rho_{آهن}}{\rho_{آب}} . V_{آهن} = \frac{8000}{1000} \times \frac{10^3}{10^6} = 8 \times 10^{-3}\,m^3$

Scanned by CamScanner

Subject صفحه ۲
Date

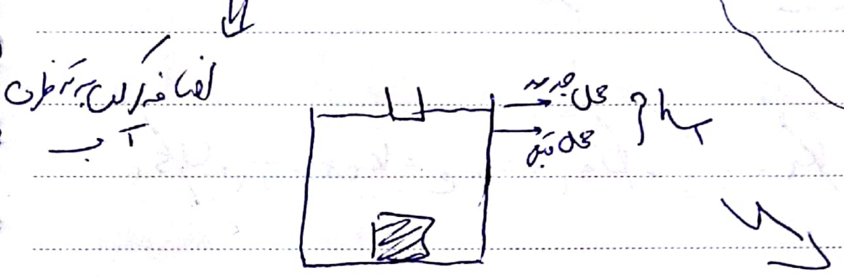
حجم اضافه شده برابر V آهن است



$$\Rightarrow h_1 = \frac{V_{آهن}}{\frac{2000-500}{1.2}}$$

$$\Rightarrow h_1 = \frac{8\times10^{-6}}{150\times10^{-4}} = \frac{8}{150}\ m$$

$$\Rightarrow \boxed{h_1 = 5{,}33\ cm}$$



نکته در این حالت حجم آهن باید بر سطح مقطع ظرف آب تقسیم شود

$$h_2 = \frac{V_{آهن}}{\frac{2000}{1.4}} = \frac{10\times10^{-6}}{2000\times10^{-4}} = \frac{1}{200}\ m \Rightarrow \boxed{h_2 = 5\ mm}$$

$\Rightarrow$ تغییر ارتفاع آب ، $\Delta h = h_1 - h_2 = 5{,}33 - 0{,}5 = \boxed{4{,}83\ cm}$ که پایین می‌رود

۴) چون جرم سیستم تغییر نکرده است. بنابراین عدد ترازو ثابت خواهد ماند.

Scanned by CamScanner