فیزیک
۱۰

نمونه سوالات تشریحی
فصل ۲

bekhunofficial

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: تشریحی فشار ۲

زمان برگزاری: ۱۲۰ دقیقه

مهندس هدیه شاکری

۱ - در یک ظرف استوانه‌ای تا ارتفاع $۵cm$ روغن ریخته‌ایم. تا چه ارتفاعی درون ظرف آب بریزیم تا فشار ناشی از مایع بدون در نظر گرفتن فشار هوای محیط بر کف ظرف چهار برابر شود. $(\rho_{روغن} = ۰/۸۰ \frac{g}{cm^۳} \ , \ \rho_{آب} = ۱/۰ \frac{g}{cm^۳})$

۲ - فشار هوا در بالای کوهی برابر با ۶۵ سانتی‌متر جیوه است. اگر به جای جیوه در جوسنج از یک مایع با چگالی $۵ \frac{g}{cm^۳}$ استفاده کنیم، ارتفاع ستون مایع چقدر می‌شود؟

۳ - در یک ظرف استوانه‌ای مدرج آب و روغن را با جرم‌های یکسان ریخته‌ایم. اگر مجموع ارتفاع برابر با $۱۸cm$ بشود، فشار وارد بر ته ظرف از طرف دو مایع چقدر است؟ $(\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \ , \ \rho_{روغن} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳})$

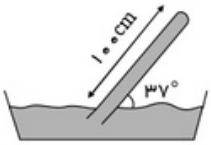
۴ - در کف قایقی که به‌صورت ثابت روی آب دریا شناور است سوراخی به مساحت $۱۰cm^۲$ به‌وجود آمده است. اگر کف قایق $۲۰cm$ از سطح دریا پائین‌تر باشد:

الف) فشار آب در ناحیه‌ی سوراخ شده چقدر است؟

ب)حداقل چه نیرویی لازم است تا جلوی ورود آب دریا به درون قایق را بگیریم؟ $(\rho_{آب\ دریا} = ۱۰۳۰ \frac{kg}{m^۳} \ , \ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۵ -اگر فشار داخل کابین یک هواپیما که در ارتفاع $۵km$ پرواز می‌کند برابر با $۱۰^۵ Pa$ باشد و فشار هوای بیرون برابر با $۵۵kPa$ باشد، اختلاف نیرویی که از طرف هوای بیرون و داخل به در هواپیما وارد می‌شود چقدر است؟ (مساحت در هواپیما برابر با $۲m^۲$ است)

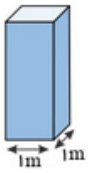
۶ – مطابق شکل لوله‌ای پر از جیوه با زاویه‌ی ۳۷° درون ظرف جیوه قرار دارد. نیروی وارد شده بر انتهای لوله چقدر است؟ (سطح مقطع لوله برابر با $۱۰cm^۲$ است) $(P_۰ = ۷۶cmHg \ , \ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲} \ , \ \rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳})$

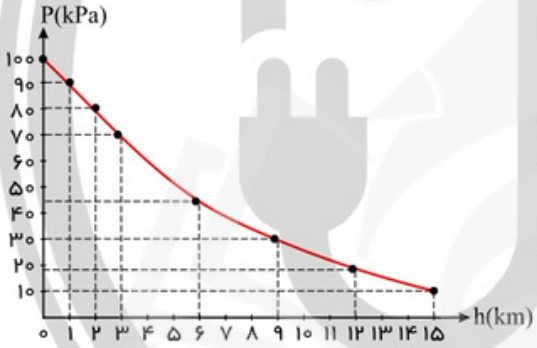


۷ – در هواشناسی و روی نقشه‌های آب‌وهوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می‌کنند. به‌طوری‌که داریم:

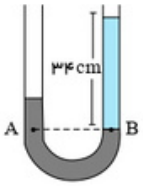
یک ستون به سطح مقطع $۱m^۲$ در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جوّ زمین ادامه می‌یابد (شکل روبه‌رو). اگر فشار هوا را در سطح دریا $۱bar$ در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به نمودار داده‌شده، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

$$۱bar = ۱\text{,}۰۰۰ \times ۱۰^۵\frac{N}{m^۲} = ۱\text{,}۰۰۰ \times ۱۰^۵Pa$$



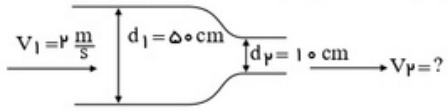


۸ – در یک لولهٔ U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخهٔ سمت راست لوله آن‌قدر آب می‌ریزیم تا ارتفاع آب به $۳۴cm$ برسد (شکل روبه‌رو). اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟
(مقیاس‌ها در این شکل واقعی نیست.)

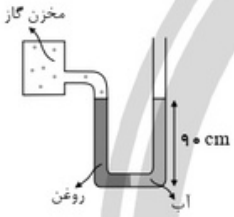


تشریحی فشار ۲

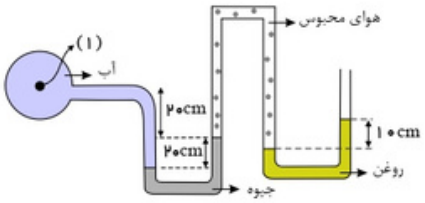
۹ - مطابق شکل لوله‌ای با سطح مقطع مختلف داریم. اگر جریان آب به‌صورت یکنواخت از این لوله بگذرد، تندی آب در قسمت دوم لوله چقدر است؟ آهنگ جریان لوله را محاسبه کنید. فشار آب در دو قسمت لوله را با هم مقایسه کنید.



۱۰ - لوله‌ی U شکلی را در نظر بگیرید که حاوی حجم مساوی از آب و روغن می‌باشد (مطابق شکل) فشار و فشار پیمانه‌ای مخزن گاز را پیدا کنید. $(\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳} , \rho_{روغن} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳} , P_۰ \simeq ۱۰^۵ Pa , g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

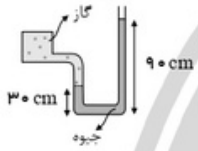


۱۱ - فشار و فشار پیمانه‌ای در نقطه‌ی (۱) را بیابید.

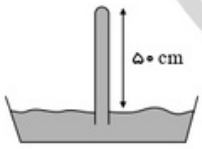


$(P_۰ \simeq ۱۰^۵ Pa , \rho_{روغن} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳} , \rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} , \rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳} , g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

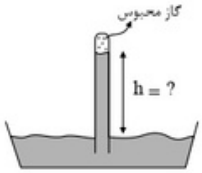
۱۲ - فشار گاز مخزن چقدر است؟ جواب را برحسب سانتی‌متر جیوه و پاسکال بیان کنید. فشار پیمانه‌ای چقدر است؟ جواب را برحسب سانتی‌متر جیوه و پاسکال بیان کنید. $(P_{\circ} = ۷۶cmHg \ , \ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲} \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳})$



۱۳ - اگر سطح مقطع لوله‌ی استوانه‌ای برابر با $۵cm^۲$ باشد و لوله پر از آب باشد (مطابق شکل) نیروی وارده به انتهای لوله چقدر است؟ $(P_{\circ} \simeq ۱۰^۵Pa \ , \ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲} \ , \ \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})$



۱۴ - در شکل زیر فشار گازی که در لوله محبوس شده است برابر با $۲۰cmHg$ است. ارتفاع ستون جیوه را محاسبه کنید.



$(P_{\circ} = ۷۶cmHg \ , \ \rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳} \ , \ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲})$

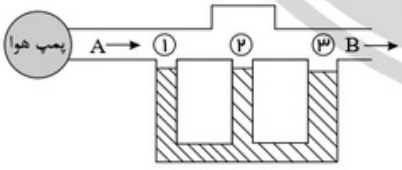
۱۵ - درون ظرفی را تا ارتفاع مشخصی جیوه ریخته‌ایم. اگر فشار وارد بر کف ظرف برابر با $۱۳۶kPa$ باشد و فشار هوا برابر $۱atm$ باشد، ارتفاع جیوه درون ظرف چقدر است؟ $(\rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳} \ , \ g \simeq ۱۰\frac{N}{kg})$

۱۶ - فشاری که به کف استخری به عمق $۴m$ وارد می‌شود چند پاسکال است؟ $(P_{\circ} \simeq ۱۰^۵Pa \ , \ \rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳} \ , \ g \simeq ۱۰\frac{N}{kg})$

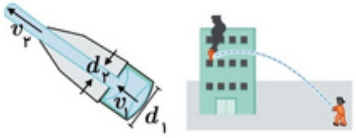
۱۷ - توضیح دهید:

الف. چرا اگر بالای یک لیوان کوچک که محتوی یک توپ پینگ‌پونگ است فوت کنید، توپ از لیوان بیرون می‌آید؟

ب. در شکل زیر اگر پمپ هوا در دریچهٔ A قرار داشته باشد و هوا از دریچهٔ B خارج شود، ارتفاع مایع در سه لوله را باهم مقایسه کنید.



۱۸ - شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصلهٔ نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ‌شده از شیر بسته‌شده به انتهای لولهٔ آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = ۱٫۵۰ \frac{m}{s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = ۹٫۶۰ cm$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = ۲٫۵۰ cm$ باشد، تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.



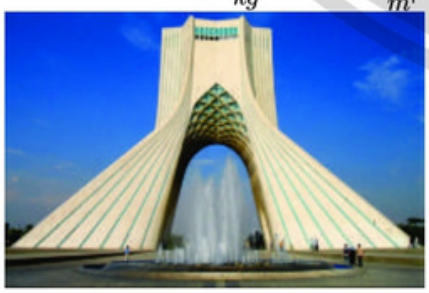
(ب)

(الف)

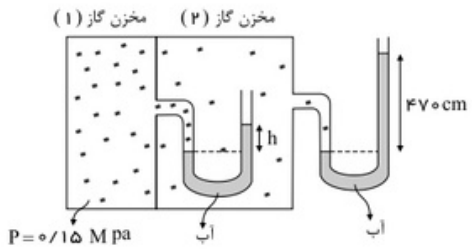
۱۹ - عمیق‌ترین قسمت خلیج فارس با عمقی حدود ۹۳ متر در نزدیکی جزیرهٔ تنب بزرگ قرار دارد. فشار پیمانه‌ای در این عمق چند پاسکال است؟ (چگالی آب خلیج فارس را $۱۰۲۸ \frac{kg}{m^3}$ بگیرید و $g = ۹٫۸ \frac{N}{kg}$)

۲۰ - شناگری در عمق ۵٫۰ متری از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. فشار در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پردهٔ گوش را یک سانتی‌متر مربع $(۱ cm^2)$ فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پردهٔ گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ (فشار هوای محیط را $۱٫۰۱ \times ۱۰^5 Pa$ بگیرید، $g = ۹٫۸ \frac{N}{kg}$, $\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3}$)

۲۱ - اختلاف بین فشار هوای بالا و پایین برج آزادی، با ارتفاع ۴۵ متر، چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً $۱٫۰ \frac{kg}{m^3}$ بگیرید. ($g = ۹٫۸ \frac{N}{kg}$)

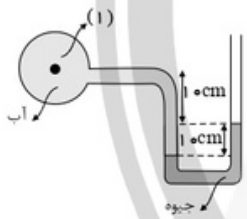


۲۲ - در شکل روبرو h چند سانتی‌متر است؟ ($\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$, $P_۰ \simeq ۱۰^۵ Pa$, $g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

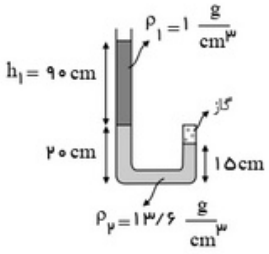


۲۳ - در شکل زیر فشار در نقطه‌ی (۱) را محاسبه کنید. فشار پیمانه‌ای چقدر است؟

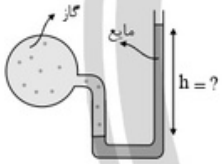
($\rho_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}$, $\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$, $g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲}$, $P_۰ = ۱۰^۵ Pa$)



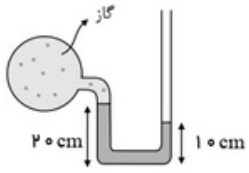
۲۴ - در شکل زیر فشار گاز محبوس چقدر است؟ فشار پیمانه‌ای گاز چقدر است؟ $(g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲} \ , \ P_۰ = ۱۰^۵ Pa)$



۲۵ - در شکل زیر فشار مخزن گاز برابر با $۱/۱ \times ۱۰^۵ Pa$ می‌باشد. اگر فشار هوا برابر با $۷۰ cmHg$ باشد، اختلاف ارتفاع بین سطوح مایع در دو طرف چقدر است؟ $(P_۰ = ۱۰^۵ Pa \ , \ \rho_{مایع} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳} \ , \ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

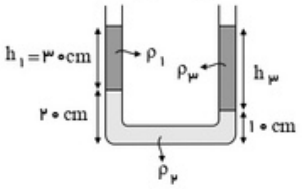


۲۶ - فشار مطلق و پیمانه‌ای گاز را به‌دست بیاورید. (برحسب سانتی‌متر جیوه و مایع درون لوله جیوه است)
$(P_۰ = ۷۶ cmHg \ , \ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲} \ , \ \rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳})$



bekhunofficial

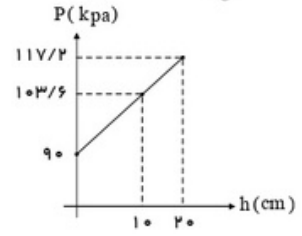
۲۷ - درون لولهٔ U شکلی سه مایع به چگالی‌های $\rho_1 = 1 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 2 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_3 = 1{,}25 \frac{g}{cm^3}$ مطابق شکل ریخته‌ایم. ارتفاع h_3 را محاسبه کنید.



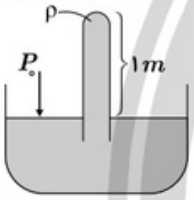
۲۸ - درون یک لوله ابتدا به ارتفاع $10cm$ جیوه و بعد به ارتفاع $20cm$ آب می‌ریزیم. اگر اندازه‌ی فشار به کف ظرف برابر با $115{,}6kPa$ بشود، فشار هوای محیط چقدر است؟

۲۹ - درپوشی سبک به مساحت $3cm^2$ جلوی فواره‌ی آبی را مسدود کرده است. اگر با نیروی $120N$ درپوش را نگه داشته باشیم، چه فشاری از طرف آب زیر درپوش به درپوش وارد می‌شود؟ این فشار معادل با چند سانتی‌متر جیوه است؟

۳۰ - نمودار تغییرات فشار برحسب ارتفاع مایعی به‌صورت زیر است. چگالی مایع را بیابید. $(g \simeq ۱۰ \frac{N}{kg})$ فشار هوا چقدر است؟

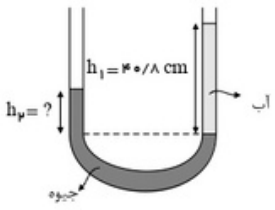


۳۱ - درون لوله‌ای به ارتفاع $۱۰۰cm$ مایعی به چگالی ρ ریخته‌ایم. اگر فشار کل وارد بر انتهای لوله برابر با $۲۲۶kPa$ باشد و فشار هوای محیطی برابر $۹۰kPa$ باشد، چگالی مایع (ρ) را بیابید. این مایع چیست؟



۳۲ - ارتفاع آب مخزنی برابر با $۴/۰۸m$ می‌باشد و فشار هوا برابر با ۷۶ سانتی‌متر جیوه است. فشار کل وارده به ته مخزن را برحسب سانتی‌متر جیوه به‌دست بیاورید. $(\rho_{\text{آب}} = ۱/۰ \frac{g}{cm^۳} \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳})$

۳۳ - در یک لولهٔ U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخه‌ی سمت راست لوله آن قدر آب می‌ریزیم تا ارتفاع آن به $۴۰/۸cm$ برسد. (مطابق شکل). اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳})$



تشریحی فشار ۲

bekhunofficial

۳۴ - یک استوانه از جنس آهن به چگالی $۷۸۷۰(\frac{kg}{m^۳})$ روی زمین قرار دارد. اگر شعاع این استوانه $۵cm$ و ارتفاع آن برابر با $۱m$ باشد، فشاری که این استوانه به زمین وارد می‌کند چقدر است؟ $(g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۳۵ - تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

$۱bar = ۱۰^۵ Pa \quad , \quad ۱٫۰atm = ۷۶cmHg \simeq ۱٫۰ \times ۱۰^۵ Pa \quad , \quad \rho_{جیوه} = ۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳} \quad , \quad g \simeq ۱۰\frac{N}{kg}$

الف

$۱cmHg = ?mmHg$

ب

$۱۰cmHg = ?Pa$

پ

$۱torr = ?Pa$

پاسخ‌نامه تشریحی

۱

$$P_1 = \rho_{روغن} g h_{روغن} = (۸۰۰ \frac{kg}{m^۳})(۱۰ \frac{m}{s^۲})(۰/۰۵m) = ۴۰۰Pa$$

$$P_۲ = \rho_{روغن} g h_{روغن} + \rho_{آ} g h_{آ} = ۴۰۰Pa + (۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳})(۱۰ \frac{m}{s^۲}) h_{آ}$$

$$P_۲ = ۴P_۱ \Rightarrow ۴۰۰ + ۱۰^۴ h_{آ} = ۱۶۰۰ \Rightarrow h_{آ} = \frac{۱۲۰۰}{۱۰^۴} = ۰/۱۲m$$

کافی است درون لوله ۱۲ سانتی‌متر آب بریزیم تا فشار ناشی از مایع بر کف ظرف چهار برابر شود.

۲ با استفاده از رابطه‌ی $P_۰ = \rho_{جیوه} g h_{جیوه}$ ، $P_۰ = \rho_{مایع} g h_{مایع}$ داریم:

$$\rho_{مایع} g h_{مایع} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \Rightarrow h_{مایع} = \frac{\rho_{جیوه}}{\rho_{مایع}} \times h_{جیوه} = \frac{۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}}{۵۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}} \times ۰/۶۵m = ۱/۷۶۸m$$

۳

$$m_{روغن} = m_{آ} \Rightarrow \rho_{روغن} V_{روغن} = \rho_{آ} V_{آ} \xrightarrow[V_{روغن} = A h_{روغن}]{V_{آ} = A h_{آ}} \rho_{روغن} A h_{روغن} = \rho_{آ} A h_{آ}$$

$$\Rightarrow \rho_{روغن} h_{روغن} = \rho_{آ} h_{آ} \Rightarrow ۸۰۰ h_{روغن} = ۱۰۰۰ h_{آ} \Rightarrow ۴ h_{روغن} = ۵ h_{آ}$$

از طرفی می‌دانیم که $h_{روغن} + h_{آ} = ۱۸cm$ است. بنابراین داریم:

$$h_{آ} + \frac{۵}{۴} h_{آ} = ۱۸ \Rightarrow h_{آ} = ۸cm \, , \; h_{روغن} = ۱۰cm$$

حال که ارتفاع‌ها را داریم فشار بر کف ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{کف} = \rho_{روغن} g h_{روغن} + \rho_{آ} g h_{آ} = ۸۰۰Pa + ۸۰۰Pa = ۱۶۰۰Pa$$

۴ الف) فشار پیمانه‌ای در کف قایق برابر است با:

$$P = \rho_{آب\,دریا} g h = ۱۰۳۰ \frac{kg}{m^۳} (۱۰ \frac{m}{s^۲})(۰/۲m) = ۲۰۶۰Pa$$

توجه کنید که روی آب دریا و آبی که از سوراخ وارد قایق می‌شود فشار $P_۰$ وجود دارد بنابراین باید از فشار پیمانه‌ای استفاده کنیم.

ب)

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = ۲۰۶۰Pa \times ۱۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲ = ۲/۰۶N$$

۵ به در هواپیما دو نیرو وارد می‌شود یکی از هوای داخل هواپیما و دیگری از هوای خارج هواپیما (توجه کنید که این دو نیرو برابر نیستند چون فشار درون کابین با فشار بیرون آن یکسان نیست) بنابراین داریم:

$$P_{پل} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P_{پل} A = (P_{داخل} - P_{بیرون}) A = (۱۰^۵ Pa - ۵۵ \times ۱۰^۳ Pa)(۲m^۲)$$

$$F = (۱۰۰ - ۵۵) \times ۱۰^۳ Pa \times (۲m^۲) = ۹۰ \times ۱۰^۳ N = ۹ \times ۱۰^۴ N$$

۶ فشار هوا برابر با ارتفاع عمودی ستون جیوه می‌باشد و اختلاف این دو فشاری است که در انتهای لوله وجود دارد. بنابراین:

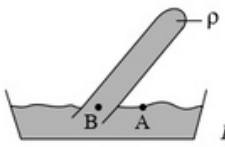
$$P_A = P_B \xrightarrow[P_B = \rho g h + P_{انتها}]{P_A = P_۰}$$

$P_۰ = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} + P_{انتها}$ → برحسب پاسکال

$۷۶cmHg = ۶۰cmHg + P_{انتها} \Rightarrow P_{انتها} = ۱۶cmHg$ → برحسب سانتی‌متر جیوه

$$P_{انتها} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۱۶m = ۲۱۷۶۰Pa$$

نیروی وارده به انتهای لوله برابر است با:



$P_A = P_B$

$$F_{انتها} = P_{انتها} \times A = ۲۱۷۶۰Pa \times ۱۰^{-۳} m^۲ = ۲۱/۷۶N$$

۷ با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$، نیروی عمودی ناشی از این ستون فرضی هوا را که در واقع برابر وزن این ستون هواست، به‌دست می‌آوریم:

$$F = (۱۰^۵ Pa)(۱m^۲) = ۱۰^۵ N$$

$$F = W = mg \Rightarrow ۱۰^۵ N = (۱۰ \frac{N}{kg})m \Rightarrow m = ۱۰^۴ kg$$

با توجه به نمودار، حدود هفتاد درصد این جرم یعنی حدود $۷۰۰۰kg$، از سطح زمین تا ارتفاع ۹ کیلومتری توزیع شده است.

۸ در شکل صورت سؤال، نقاط A و B که درون جیوه انتخاب شده‌اند، هم‌ترازند، بنابراین $P_A = P_B$ است. به این ترتیب می‌توان نوشت:

$$P_۰ + \rho_m g h_m = P_۰ + \rho_w g h_w \Rightarrow \rho_m h_m = \rho_w h_w$$

$$(۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}) \times h_m = (۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}) \times ۳۴cm \Rightarrow h_m = ۲/۵cm$$

۹ باتوجه به معادله‌ی پیوستگی تندی در قسمت دوم لوله محاسبه می‌شود:

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲ \Rightarrow \pi(۲۵ \times ۱۰^{-۲} m)^۲ (۲ \frac{m}{s}) = \pi(۵ \times ۱۰^{-۲} m)^۲ V_۲$$

$$\Rightarrow v_۲ = (\frac{۲۵ \times ۱۰^{-۲} m}{۵ \times ۱۰^{-۲} m})^۲ (۲ \frac{m}{s}) = ۲۵ \times (۲ \frac{m}{s}) = ۵۰ \frac{m}{s}$$

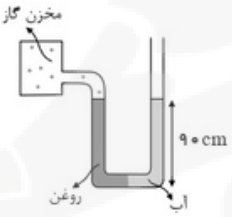
آهنگ جریان لوله در هر قسمت لوله برابر با تندی ضرب در سطح مقطع آن قسمت لوله است. بنابراین:

$$A_۱ v_۱ = \pi(۲۵ \times ۱۰^{-۲} m)^۲ (۲ \frac{m}{s}) = ۱۲۵۰\pi \times ۱۰^{-۴}$$

$$A_۲ v_۲ = \pi(۵ \times ۱۰^{-۲} m)^۲ (۵۰ \frac{m}{s}) = ۱۲۵۰\pi \times ۱۰^{-۴}$$

مشاهده می‌شود که آهنگ جریان لوله در هر قسمت مقداری ثابت است (چون جریان یکنواخت است) طبق اصل برنولی فشار در قسمت پرسرعت کمتر از قسمت کم سرعت است. بنابراین فشار در قسمت کلفت لوله زیاد است و فشار در قسمت نازک کم است.

۱۰



در نقطه‌ی به هم رسیدن آب و روغن فشارها باید با هم برابر باشد.

$$P_{آ} = P_{روغن} \Rightarrow P_۰ + \rho_{آ} g h = P_{گاز} + \rho_{روغن} g h$$

$$\Rightarrow P_{گاز} = P_۰ + gh(\rho_{آ} - \rho_{روغن}) = ۱۰^۵ Pa + (۱۰ \frac{m}{s^۲})(۰/۹m)(۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} - ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳})$$

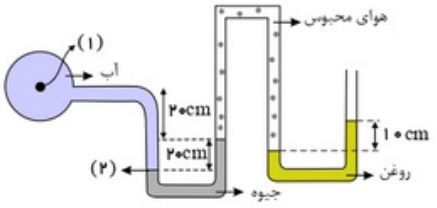
$$= ۱۰^۵ Pa + ۱۸۰۰ Pa = ۱۰۱۸۰۰ Pa$$

$P_{گاز} = ۱۰۱۸۰۰ Pa \rightarrow$ فشار مطلق گاز

$$P_g = P_{گاز} - P_۰ = ۱۰۱۸۰۰ Pa - ۱۰۰۰۰۰ Pa = ۱۸۰۰ Pa$$

۱۱

فشار هوای محبوس را $P_{هوا}$ می‌نامیم. باتوجه به اختلاف ارتفاع روغن در لوله‌ها خواهیم داشت:



$$P_{هوا} = P_۰ + \rho_{روغن} \times g \times h_{روغن} = ۱۰۰kPa + ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۱m$$

$$\Rightarrow P_{هوا} = ۱۰۰/۸kPa$$

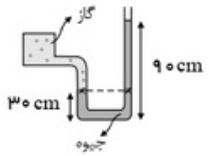
حال نقطه‌ی شماره (۲) را به‌عنوان پایین‌ترین سطح اشتراک آب و جیوه در نظر می‌گیریم:

$$P_{(۲)} = P_{هوا} + \rho_{جیوه} \times g \times h_{جیوه} = ۱۰۰۸۰۰ + ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۲m = ۱۲۸ \times ۱۰^۳ Pa$$

$$P_{(۲)} = P_{(۱)} + \rho_{آ} g h_{آ} \Rightarrow P_{(۱)} = ۱۲۸۰۰۰ - ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۴ = ۱۲۴kPa$$

$$P_g = P_{(۱)} - P_۰ = ۱۲۴۰۰۰ Pa - ۱۰۰۰۰۰ Pa = ۲۴kPa$$

۱۲ با انتخاب دو نقطه‌ی هم‌تراز مناسب می‌توانیم بنویسیم:

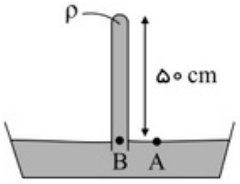


$$P_{گاز} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} + P_{\circ} \Rightarrow P_{گاز} = ۶۰cmHg + ۷۶cmHg = ۱۳۶cmHg$$
$$= ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۶m + ۱۰^۵ pa = ۱۸۱/۶kPa$$

فشار پیمانه‌ای به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$P_g = P_{گاز} - P_{\circ} = ۱۸۱/۶ \times ۱۰^۳ Pa - ۱۰^۵ Pa = ۸۱/۶Pa$$
$$۸۱۶۰۰ = \rho_{جیوه} \times g \times h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = \frac{۸۱۶۰۰}{۱۳۶۰۰ \times ۱۰} = ۰/۶ \Rightarrow P_g = ۶۰cmHg$$

۱۳ با انتخاب دو نقطه‌ی هم‌تراز یکی درون لوله و دیگری بیرون داریم:

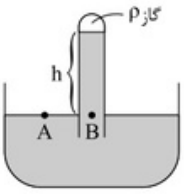


$$P_A = P_B \xrightarrow[P_B = P + \rho g h]{P_A = P_{\circ}}$$
$$P_{\circ} = \rho_{آب} g h_{آب} + P_{نفت} \Rightarrow P_{نفت} = ۱۰^۵ Pa - ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۵m$$
$$\Rightarrow P_{نفت} = ۹۵ \times ۱۰^۳ Pa$$
$$F_{نفت} = P_{نفت} \times A = ۹۵ \times ۱۰^۳ Pa \times ۵ \times ۱۰^{-۴} m^۲ = ۴۷/۵N$$

۱۴ فشار در دو نقطه‌ی مختلف روی سطح جیوه یکی در زیر ستون جیوه و دیگری خارج از آن باید برابر باشد بنابراین داریم. (برحسب سانتی‌متر جیوه):

$$P_A = P_B \xrightarrow[P_B = P_{گاز} + h_{جیوه}]{P_A = P_{\circ}}$$
$$P_{\circ} = P_{گاز} + h_{جیوه}$$
$$\Rightarrow h_{جیوه} = P_{\circ} - P_{گاز} = ۷۶cmHg - ۲۰cmHg = ۵۶cmHg$$

ستون جیوه ۵۶ سانتی‌متر جیوه است.



۱۵ اگر تمامی فشارها را برحسب سانتی‌متر جیوه بنویسیم حل این مسئله راحت‌تر است.

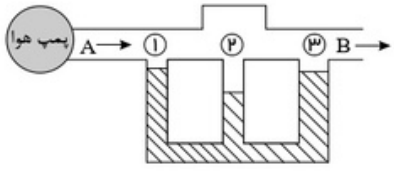
$$P_{کف} = ۱۳۶ \times ۱۰^۳ Pa = \rho_{جیوه} \times g \times h_{جیوه} \Rightarrow ۱۳۶ \times ۱۰^۳ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = ۱m$$
$$P_{کف} = P_{\circ} + h_{جیوه} \Rightarrow ۱m - ۰/۷۶m = h_{جیوه} \Rightarrow h_{جیوه} = ۰/۲۴m$$

۱۶ نقطه‌ی (۲) در کف استخر و نقطه‌ی (۱) را روی سطح آب اختیار می‌کنیم و $P_۲ = P_۱ + \rho_{آب} g h_{آب}$ بنابراین:

$$P_۲ = P_۱ + \rho_{آب} g h_{آب} = ۱۰^۵ Pa + ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{N}{kg} \times ۴m$$
$$= ۱۰^۵ Pa + ۴ \times ۱۰^۴ Pa = ۱۰^۵ Pa + ۰/۴ \times ۱۰^۵ Pa = ۱/۴ \times ۱۰^۵ Pa$$

۱۷ الف. چون تندی هوا در بالای لیوان بیشتر می‌شود، بنابراین طبق اصل برنولی فشار هوا در بالای لیوان کاهش یافته و با فشار هوای داخل لیوان توپ به بالا حرکت می‌کند.

ب. باتوجه به معادلهٔ پیوستگی در لولهٔ (۲) تندی هوا کم‌تر است پس فشار بیشتر خواهد بود و مایع پایین‌تر می‌رود و در لولهٔ (۱) و (۳) ارتفاع مایع یکسان است.



تشریحی فشار ۲

۱۸ با استفاده از معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲$$

$$\pi(\frac{d_۱}{۲})^۲ v_۱ = \pi(\frac{d_۲}{۲})^۲ v_۲ \Rightarrow d_۱^۲v_۱ = d_۲^۲v_۲$$

با جای‌گذاری مقادیر داده‌شده داریم:

$$(۹٫۶۰cm)^۲(۱٫۵۰\frac{m}{s}) = (۲٫۵۰cm)^۲(v_۲) \Rightarrow v_۲ = ۲۲٫۱\frac{m}{s}$$

۱۹ همان‌طور که دیدیم، فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار درون شاره با فشار جو است. به این ترتیب داریم:

$$P - P_۰ = \rho gh = (۱۰۲۸\frac{kg}{m^۳})(۹٫۸\frac{N}{kg})(۹۳m) = ۹۳۶۹۱۹Pa \approx ۹٫۴ \times ۱۰^۵Pa$$

۲۰

الف)

$$\text{فشار ناشی از آب} = \rho gh = (۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})(۹٫۸\frac{N}{kg})(۵m) = ۴۹۰۰۰Pa$$

$$\text{فشار کل} = P = P_۰ + \rho gh = ۱٫۰۱ \times ۱۰^۵Pa + ۴۹۰۰۰Pa = ۱۵۰۰۰۰Pa = ۱٫۵ \times ۱۰^۵Pa$$

ب) با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$ داریم:

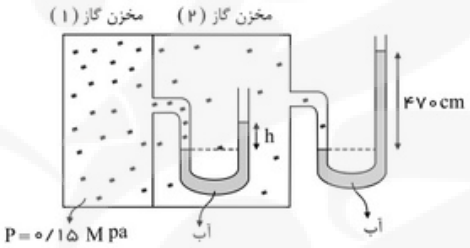
$$F = PA = (۱٫۵ \times ۱۰^۵Pa)(۱۰^{-۴}m^۲) = ۱۵N$$

این نیرو معادل وزن یک جسم ۱٫۵ کیلوگرمی است که می‌تواند برای گوش دردناک و ناراحت‌کننده باشد.

۲۱

$$P_۲ = P_۱ + \rho gh \Rightarrow P_۲ - P_۱ = \rho gh = (۱٫۰\frac{kg}{m^۳})(۹٫۸\frac{N}{kg})(۴۵m) = ۴۴۱Pa \approx ۴٫۴ \times ۱۰^۲Pa$$

۲۲



فشار گاز در مخزن (۲) برابر است با:

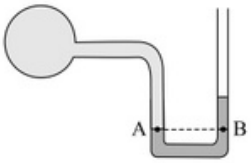
$$P_۲ = P_۰ + \rho_{آب}gh_۱ = ۱۰^۵Pa + (۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})(۱۰\frac{m}{s^۲})(۴٫۷m) = ۱۴۷۰۰۰Pa$$

فشار گاز در مخزن (۱) برابر است با:

$$P_۱ = P_۲ + \rho_{آب}gh = ۱٫۴۷ \times ۱۰^۵Pa + (۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})(۱۰\frac{m}{s^۲})(h) = ۰٫۱۵ \times ۱۰^۶Pa$$

$$\Rightarrow ۱۰^۴h = (۱٫۵ - ۱٫۴۷) \times ۱۰^۵ \Rightarrow h = ۰٫۰۳ \times ۱۰ = ۰٫۳m \Rightarrow ۳۰cm$$

۲۳ با توجه به نقاط هم‌تراز داریم:



$$P_B = P_A$$

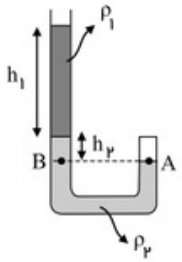
$$P_۰ + \rho_{روغن}gh_{روغن} = P_{(۱)} + \rho_{آب}gh_{آب}$$

$$P_{(۱)} = ۱۰^۵Pa + ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳} \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۰٫۱m - ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳} \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۰٫۲m$$

$$P_{(۱)} = ۱۰۰kPa + ۱۳٫۶kPa - ۲kPa = ۱۱۱٫۶kPa$$

$$P_g = P_{(۱)} - P_۰ = ۱۱۱٫۶kPa - ۱۰۰kPa = ۱۱٫۶kPa$$

۲۴ با انتخاب نقاط هم‌تراز داریم:



$$P_A = P_B$$

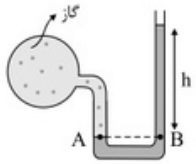
$$P_{گاز} = \rho_۲ g h_۲ + \rho_۱ g h_۱ + P_۰$$

$$= ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۰۵m + ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} \times ۱۰ \frac{m}{s^۲} \times ۰/۹m + ۱۰^۵ Pa$$

$$P_{گاز} = ۶۸۰۰Pa + ۹۰۰۰Pa + ۱۰^۵ Pa = ۱۱۵۸۰۰Pa$$

$$P_g = P_{گاز} - P_۰ = ۱۱۵۸۰۰ - ۱۰۰۰۰۰Pa = ۱۵۸۰۰Pa$$

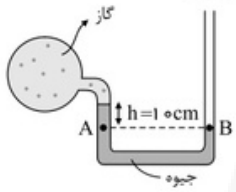
۲۵ کافی است فشار را در سطوح هم‌تراز برابر بگذاریم:



$$P_A = P_B$$

$$P_{گاز} = P_۰ + \rho_{مایع} g h \Rightarrow h = \frac{P_{گاز} - P_۰}{\rho_{مایع} \times g} = \frac{۰/۱ \times ۱۰^۵}{۸۰۰۰} = ۱/۲۵m$$

۲۶ سطح هم‌تراز اول را روی سطح جیوه در لوله‌ی سمت راست اختیار کرده و سطح هم‌تراز دوم به موازات سطح اول در لوله‌ی سمت چپ اختیار می‌کنیم. بنابراین:



$$P_A = P_B$$

$$P_{گاز} + \rho_{۰,جیوه} g h_{۰,جیوه} = P_۰ \Rightarrow P_{گاز} = P_۰ - \rho_{۰,جیوه} g h_{جیوه}$$

$$P_{گاز} = ۷۶cmHg - ۱۰cmHg = ۶۶cmHg \rightarrow \text{فشار مطلق}$$

$$P_g = P_{گاز} - P_۰ = ۶۶cmHg - ۷۶cmHg = -۱۰cmHg \rightarrow \text{فشار پیمانه‌ای}$$

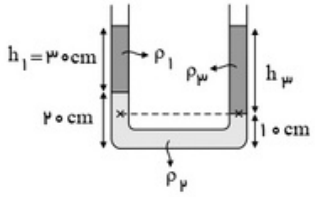
در اینجا فشار پیمانه‌ای منفی است و این به معنی آن است که فشار مخزن از فشار هوا $۱۰cmHg$ کمتر است.

۲۷ باید توجه کنید فشار در نقاط هم‌تراز در یک مایع ساکن، برابر است کافی است که فشار را در نقاط مشخص شده در مایع با چگالی $\rho_۳$ را برابر بگذاریم بنابراین داریم:

$$\rho_۱ g h_۱ + \rho_۲ g h_۲ = \rho_۳ g h_۳ \quad , \quad h_۲ = ۲۰ - ۱۰ = ۱۰cm$$

$$\Rightarrow ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}(۰/۳m) + ۲۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}(۰/۱m) = ۱۲۵۰ \frac{kg}{m^۳}(h_۳)$$

$$\Rightarrow h_۳ = \frac{۵۰۰}{۱۲۵۰} = ۰/۴m = ۴۰cm$$



۲۸ فشار کف لوله متشکل از:

$$P_{کف} = P_۰ + \rho_{۰,جیوه} g h_{۰,جیوه} + \rho_{آب} g h_{آب}$$

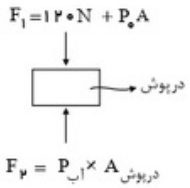
$$\Rightarrow P_۰ = P_{کف} - \rho_{۰,جیوه} g h_{۰,جیوه} - \rho_{آب} g h_{آب} = ۱۱۵۶۰۰Pa - ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱Pa - ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۲Pa$$

$$= ۱۱۵۶۰۰Pa - ۱۳۶۰۰Pa - ۲۰۰Pa = ۱۰۰۰۰۰Pa = ۱۰۰kPa \simeq ۱atm$$

۲۹

مهندس هدیه شاکری

الف) چون درپوش سبک است می‌توان از نیروی وزن آن صرف‌نظر کرد بنابراین نیروهای وارد به درپوش به‌صورت شکل می‌باشد:



برای اینکه درپوش سر جای خود بماند باید نیروهای F_1 و F_2 با هم برابر باشند بنابراین:

$$F_1 = F_2 \Rightarrow ۱۲۰ + P_۰ A_{\text{درپوش}} = P_{\text{آب}} A_{\text{درپوش}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{آب}} = \frac{۱۲۰N}{A_{\text{درپوش}}} + P_۰ = \frac{۱۲۰N}{۳ \times ۱۰^{-۴} m} + ۱۰^۵ Pa = ۴ \times ۱۰^۵ Pa + ۱۰^۵ Pa$$

$$P_{\text{آب}} = ۵ \times ۱۰^۵ Pa$$

برای قسمت بعدی سوال کافی است این فشار را با فشار ناشی از ارتفاع h از ستون جیوه، برابر قرار دهیم.

$$۵ \times ۱۰^۵ Pa = \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{۵ \times ۱۰^۵ Pa}{۱۳۶۰۰ \times ۱۰} \simeq ۳٫۶۷m$$

البته می‌توان گفت که $۱۰^۵ Pa$ برابر با $۷۶cmHg$ است بنابراین $۵ \times ۱۰^۵ Pa$ برابر با $۵ \times ۷۶cmHg$ است که برابر با $۳۸۰cmHg$ است. این دو روش به جواب‌های متفاوتی رسیده‌ایم و دلیل آن این است که یک اتمسفر برابر با $۱٫۰۱ \times ۱۰^۵ Pa$ است (نه $۱۰^۵ Pa$). برای جواب دادن دقیق‌تر از روش دوم $(۳۸۰cmHg)$ استفاده کنید.

۳۰ می‌دانیم که:

$$P = P_۰ + \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}}$$

این یک معادله‌ی خط است که فشار را برحسب $h_{\text{مایع}}$ به‌دست می‌دهد. عرض از مبدأ این معادله برابر با $P_۰$ می‌باشد و شیب خط برابر با $\rho_{\text{مایع}} g$ است، بنابراین: $P_۰ = ۹۰kP$

$$\text{شیب خط} = \frac{P_۲ - P_۱}{h_۲ - h_۱} = \frac{۱۱۷٫۲ \times ۱۰^۳ - ۱۰۳٫۶ \times ۱۰^۳}{۰٫۲ - ۰٫۱} = \frac{۱۳٫۶ \times ۱۰^۳ pa}{۰٫۱m} = ۱۳۶ \times ۱۰^۳$$

می‌دانیم که $\rho_{\text{مایع}} \times g =$ شیب خط است. بنابراین:

$$۱۳۶ \times ۱۰^۳ = \rho_{\text{مایع}} \times ۱۰ \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

(شیب را می‌توان با استفاده از دو نقطه‌ی دیگر نیز به‌دست آورد)

۳۱

$$P_{\text{ته}} = P_۰ + \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}} \Rightarrow P_{\text{ته}} - P_۰ = \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}}$$

$$\Rightarrow ۲۲۶ \times ۱۰^۳ Pa - ۹۰ \times ۱۰^۳ Pa = \rho_{\text{مایع}} (۱۰ \frac{m}{s^۲})(۱m)$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{۲۲۶ - ۹۰}{۱۰} \times ۱۰^۳ = ۱۳٫۶ \times ۱۰^۳ = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

این مایع جیوه است.

۳۲ کافی است که فشار ستون آب را برحسب سانتی‌متر جیوه محاسبه کنیم و سپس نتیجه را با ۷۶ سانتی‌متر جیوه جمع کنیم:

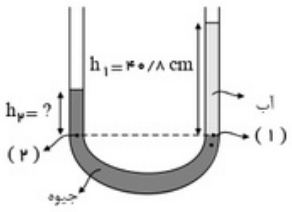
$$\rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{\rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{جیوه}}} h_{\text{آب}} = \frac{۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}}{۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}} \times ۴٫۰۸m$$

$$h_{\text{جیوه}} = ۰٫۳m = ۳۰cm \rightarrow \text{فشار برابر با ۳۰ سانتی‌متر جیوه}$$

بنابراین:

$$P_{\text{پا}} = P_۰ + (\text{فشار ستون آب برحسب سانتی‌متر جیوه}) = ۷۶cm + ۳۰cm = ۱۰۶cm$$

۳۳ با انتخاب نقاط (۱) و (۲) (انتخاب هوشمندانه که کمک به حل مسأله بکند) می‌دانیم که فشار در این نقاط برابر است (چون هم‌سطح و در یک مایع هستند، البته مشخص است که ستون آب با چگالی کمتر، دارای ارتفاع بیشتری از ستون جیوه با چگالی بیشتر است.



$$P_{(۱)} = P_{(۲)} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_۰ = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_۰ \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$$h_{\text{جیوه}} = \frac{\rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{جیوه}}} h_{\text{آب}} = \frac{۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}}{۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^۳}} \times ۴۰٫۸cm = ۳cm$$

اختلاف ارتفاع دو ستون جیوه برابر با $۳cm$ است.

تشریحی فشار ۲

۳۴ رابطه‌ی فشار به صورت زیر است:

$$P = \frac{F}{A} \ , \ F = mg$$

از طرفی می‌دانیم که جرم از چگالی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$$

حجم استوانه و طول h برابر $V = Ah$ (A سطح مقطع) است در رابطه‌ی بالا می‌گذاریم:

$$m = \rho Ah \rightarrow P = \frac{mg}{A} = \frac{\rho \cancel{A} hg}{\cancel{A}} = \rho hg$$

فشار وارده از استوانه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P = (۷۸۷۰\frac{kg}{m^۳})(۱m)(۱۰\frac{m}{s^۲}) = ۷۸۷۰۰Pa$$

۳۵

الف

$$۱cmHg = ۱۰mmHg$$

ب

$$\rho_{جیوه} \times g \times h_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۱ = ۱۳۶۰۰Pa$$

پ

$$\rho_{جیوه} \times g \times h_{جیوه} = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۳} = ۱۳۶Pa$$

بنابراین: $۱torr = ۱mmHg$

سایت بخــون
همیشه رایگان

- گام به گام
- فیلم آموزشی
- نمونه سوال
- مشاوره
- جزوه
- برنامه‌ریزی

کلیک کنید

www.bekhun.com