نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: فشار - متوسط و دشوار

مدت زمان آزمون: --

مرکز مشاوره تحصیلی راه روشن

۱ کدام‌یک از گزاره‌های زیر درست است؟

۱) ذرات مایع در مکان‌های معینی نسبت به هم قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.
۲) مادهٔ درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای از جنس گاز است.
۳) حالت یک ماده به چگونگی حرکت ذرات سازندهٔ آن و اندازهٔ نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.
۴) مولکول‌های مایع همانند جامدهای بلورین، با نظم و تقارن و نزدیک به یکدیگر قرار می‌گیرند و به شکل ظرف خود درمی‌آیند.

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

به بررسی گزینه‌های نادرست می‌پردازیم:

گزینهٔ «۱»: ذرات جسم جامد در مکان‌های معینی نسبت به هم قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند و ذرات مایع در مکان خود ثابت نیستند.

گزینهٔ «۲»: مادهٔ درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای از جنس پلاسما، حالت چهارم ماده است.

گزینهٔ «۴»: مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به‌صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.

(۲) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) افزایش دما باعث افزایش نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌شود.

ب) کروی بودن قطره‌های آب در حال سقوط را می‌توان با کشش سطحی توجیه کرد.

پ) اضافه کردن مایع ظرفشویی به آب باعث افزایش کشش سطحی می‌شود.

ت) هرچه قطر لولهٔ مویین کم‌تر باشد، ارتفاع جیوه درون لولهٔ مویین هم کم‌تر است.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

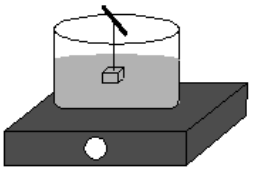
عبارت‌های «ب» و «ت» درست و «الف» و «پ» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

آ) افزایش دما باعث کاهش نیروی هم‌چسبی مولکول‌های یک مایع می‌شود.

پ) اضافه کردن مایع ظرفشویی به آب باعث کاهش کشش سطحی می‌شود.

(۳) مطابق شکل جسمی مکعبی شکل به نخ متصل شده و در آب داخل ظرف در حال تعادل است و ترازو عدد F را نشان می‌دهد. اگر نخ را پاره کنیم تا جسم به طرف پایین شتاب بگیرد، ترازو بلافاصله بعد از پاره شدن نخ و حرکت جسم عدد F' را نشان می‌دهد. در این صورت کدام گزینه صحیح است؟ (جرم نخ و میله ناچیز است و میله روی ظرف قرار دارد.)



۱) $F' = F$

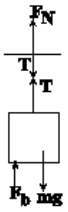
۲) $F' > F$

۳) $F' < F$

۴) $F' = 0$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»



ترازو عددی را نشان می‌دهد که از طرف ظرف به آن وارد می‌شود، به ظرف سه نیرو وارد می‌شود:

۱) نیروی مایع

۲) نیروی میله

۳) نیروی وزن ظرف

۱) نیرویی که از طرف مایع به ظرف وارد می‌شود شامل مجموع وزن مایع و نیروی شناوری است. در هر دو حالت قبل از پاره‌شدن نخ و پس از آن مقدار یکسانی است.

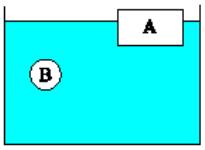
۲) نیرویی که از طرف میله به ظرف وارد می‌شود (عکس‌العمل F_N) برابر است با:

$$F_N = T \xrightarrow{T=mg-F_b} F_N = mg - F_b$$

پس از پاره‌شدن نخ این نیرو صفر می‌شود.

۳) نیروی وزن ظرف در هر دو حالت یکسان است. بنابراین پس از پاره‌شدن نخ عددی که ترازو نشان می‌دهد کم‌تر می‌شود.

۴) در شکل زیر، جسم توپُر A روی سطح مایع شناور و جسم توپُر B داخل مایع غوطه‌ور است. اگر بزرگی نیروی شناوری وارد بر جسم A بیش‌تر از بزرگی نیروی شناوری وارد بر جسم B باشد، کدام گزینه صحیح است؟



۱) چگالی جسم A از چگالی جسم B بیش‌تر است.
۲) حجم جسم A از حجم جسم B بیش‌تر است.
۳) جرم جسم A از جرم جسم B کم‌تر است.
۴) بسته به شرایط، هریک از گزینه‌ها می‌تواند صحیح باشد.

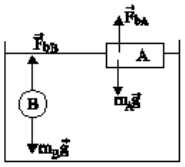
پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

جسم A، روی سطح مایع شناور و جسم B، داخل مایع غوطه‌ور و به حال تعادل قرار دارند، لذا نیروی شناوری و نیروی وزن هر یک از اجسام با یکدیگر برابر است:

$$\left.\begin{matrix} F_{bA} = m_A g \\ F_{bB} = m_B g \end{matrix}\right\} \xrightarrow{F_{bA} > F_{bB}} m_A g > m_B g$$

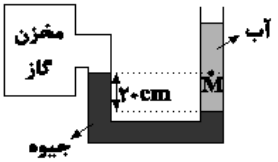
$$\Rightarrow m_A > m_B \Rightarrow \rho_A V_A > \rho_B V_B$$



چون جسم توپرA روی سطح مایع شناور است، لذا چگالی آن از چگالی مایع کم‌تر و چون جسم توپرB در داخل مایع غوطه‌ور است، چگالی آن با چگالی مایع برابر است، لذا:

$$\rho_A V_A > \rho_B V_B \xrightarrow{\rho_B > \rho_A} V_A > V_B$$

⑤ در شکل زیر داخل لوله U شکل جیوه و آب قرار دارند. اختلاف فشار نقطهٔ M و گاز درون مخزن چند کیلوپاسکال است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ و $\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$)



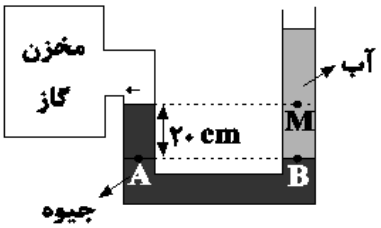
۱) ۷/۲
۲) ۲۵/۲
۳) ۲۷
۴) ۲۹/۲

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

فشار در نقاط هم‌تراز A و B یکسان است.

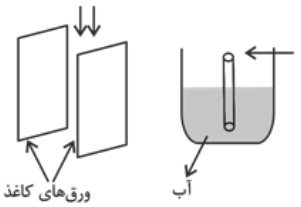
$$P_A = P_B \rightarrow \rho_{جیوه} gh + P_{گاز} = \rho_{آب} gh + P_M$$



$$P_M - P_{گاز} = (\rho_{جیوه} - \rho_{آب}) gh$$

$$= (۱۳۶۰۰ - ۱۰۰۰) \times ۱۰ \times ۰/۲$$
$$= ۲۵۲۰۰ Pa = ۲۵/۲ \, kPa$$

۶ در شکل‌های زیر، اگر از جهت‌های نشان داده شده، فوت کنیم، در کدام‌یک از گزینه‌های زیر پدیده‌هایی که رخ می‌دهد، به‌ترتیب از راست به چپ به درستی بیان شده است؟

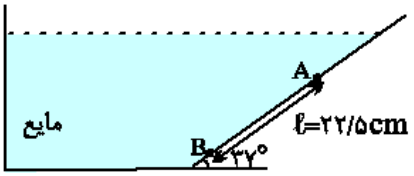


۱) بالا آمدن آب از نی، دور شدن کاغذها از یکدیگر
۲) پایین رانده شدن آب در نی، دور شدن کاغذها از یکدیگر
۳) بالا آمدن آب از نی، نزدیک شدن کاغذها به یکدیگر
۴) پایین رانده شدن آب در نی، نزدیک شدن کاغذها به یکدیگر

پاسخ: گزینه ۳

طبق اصل برنولی، می‌دانیم که با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد. بنابراین با افزایش تندی هوای بالای دهانه نی و کاهش فشار هوای بالای آن، فشار هوای وارد بر سطح آب بیش‌تر از فشار هوای بالای دهانه نی شده و آب درون نی بالا می‌رود. همچنین به‌طور مشابه با افزایش تندی هوای بین دو ورقه کاغذ و کاهش فشار هوای بین آن‌ها، به علت بیش‌تر بودن فشار هوای وارده از کناره‌ها، دو ورق به هم نزدیک خواهند شد.

(۷) در شکل زیر، مایع در حال تعادل است. اندازه اختلاف فشار بین دو نقطه A و B برابر با چند سانتی‌متر جیوه است؟ (چگالی مایع درون ظرف $۲\frac{g}{cm^۳}$، چگالی جیوه $۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ است.)



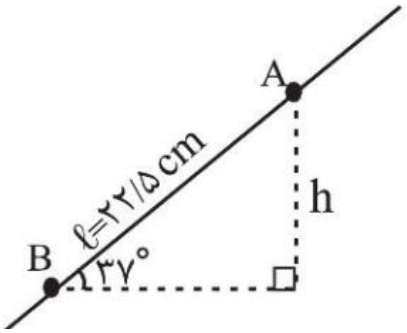
۱) ۱۳/۵
۲) ۲
۳) ۶/۷۵
۴) ۳/۳

پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

ابتدا ارتفاع قائم فاصله بین دو نقطه A و B را می‌یابیم:

$$\sin ۳۷^\circ = \frac{h}{\ell} \xrightarrow[\ell=۲۲/۵cm]{\sin ۳۷^\circ=۰/۶} ۰/۶ = \frac{h}{۲۲/۵}$$
$$\Rightarrow h = ۱۳/۵cm$$

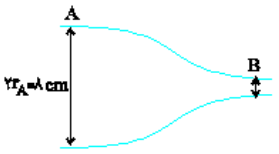


اکنون مشخص می‌کنیم که فشار ستونی از مایع به ارتفاع $۱۳/۵cm$ معادل فشار ستونی از جیوه به ارتفاع چند سانتی‌متر است:

$$(\rho h)_{\text{مایع}} = (\rho' h')_{\text{جیوه}} \xrightarrow[\rho'=۱۳/۵\frac{g}{cm^۳}]{\rho=۲\frac{g}{cm^۳}, h=۱۳/۵cm}$$
$$۲ \times ۱۳/۵ = ۱۳/۵ \times h' \Rightarrow h' = ۲cm \Rightarrow P' = ۲cmHg$$

بنابراین اندازه اختلاف فشار بین دو نقطه A و B برابر با $۲cmHg$ است.

(۸) مطابق شکل زیر، در مدت یک دقیقه ۱۴/۴ لیتر آب به‌صورت پایا از مقطع A می‌گذرد. اگر اختلاف تندی آب در دو مقطع A و B، $۱۵\frac{cm}{s}$ باشد، در این‌صورت شعاع مقطعB چند سانتی‌متر است؟ ($\pi = ۳$)



۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا با توجه به رابطه آهنگ شارش شاره در قسمت A لوله، تندی حرکت آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ شارش شاره} = \frac{۱۴/۴}{۶۰} = ۰/۲۴\frac{L}{s}$$

حال با استفاده از رابطه Av داریم:

$$\text{آهنگ شارش شاره} = Av \Rightarrow ۰/۲۴\frac{L}{s} = \pi r_A^۲ v_A$$

$$\Rightarrow v_A = \frac{۰/۲۴\times ۱۰^{-۳}}{۳\times(۴\times ۱۰^{-۲})^۲} = ۰/۰۵\frac{m}{s} = ۵\frac{cm}{s}$$

پس تندی آب خروجی از مقطع لوله برابر است با:

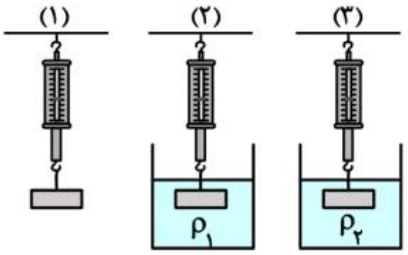
$$v_B = v_A + ۱۵ = ۲۰\frac{cm}{s}.$$

حال با توجه به معادله پیوستگی داریم:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \pi r_A^۲ v_A = \pi r_B^۲ v_B \Rightarrow r_B^۲ = \frac{v_A}{v_B} r_A^۲$$

$$\Rightarrow r_B = \sqrt{\frac{v_A}{v_B}}\, r_A \Rightarrow r_B = \sqrt{\frac{۵}{۲۰}} \times ۴ = \frac{۱}{۲} \times ۴ = ۲cm$$

۹) مطابق شکل زیر، جسمی به انتهای یک نیروسنج وصل شده و نیروسنج در این حالت، عدد $۲۰N$را نمایش می‌دهد (شکل (۱)). زمانی‌که جسم متصل به نیروسنج را درون دو مایع به چگالی‌های $\rho_۱$ و $\rho_۲$قرار می‌دهیم، نیروسنج به‌ترتیب اعداد $۶N$و $۸N$ را نشان می‌دهد. اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم از طرف مایع با چگالی $\rho_۱$ چند برابر اندازه نیروی شناوری وارد بر جسم از طرف مایع با چگالی$\rho_۲$ است؟



۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۷}{۶}$
۴) $\frac{۶}{۷}$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

اختلاف وزن جسم با عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، برابر با اندازه نیروی شناوری است که در هر حالت از طرف شاره بر جسم وارد می‌شود:

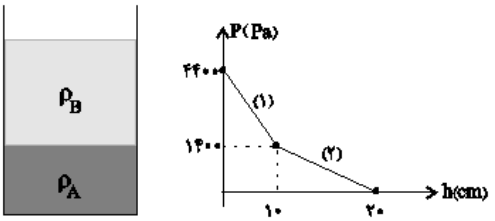
$$F_{b_۱} = ۲۰ - ۶ = ۱۴N$$

$$F_{b_۲} = ۲۰ - ۸ = ۱۲N$$

لذا نسبت اندازه نیروهای شناوری برابر است با:

$$\frac{F_{b_۱}}{F_{b_۲}} = \frac{۱۴}{۱۲} = \frac{۷}{۶}$$

(۱۰) در شکل زیر نمودار فشار حاصل از ستون دو مایع A و B برحسب ارتفاع مایع‌ها از کف ظرف نشان داده شده است. اگر $۵۰۰cm^۳$ از مایع B را با $۱۰۰۰cm^۳$ از مایع A در ظرفی استوانه‌ای به مساحت مقطع $۱۰۰cm^۲$ بریزیم، در این‌صورت فشار کل وارد بر کف ظرف چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg} \ , \ P_۰ = ۱۰^۵ Pa)$

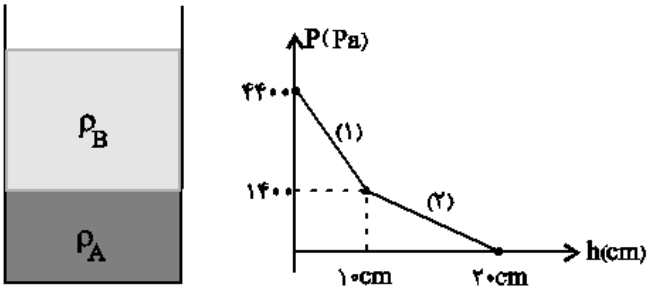


۱) ۲۹۰۰
۲) ۳۷۰۰
۳) ۱۰۳۷۰۰
۴) ۱۰۲۹۰۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا چگالی مایع‌های A و B را می‌یابیم. بنا به رابطه $P = P_۰ + \rho gh$، شیب نمودار P برحسب h برابر ρg است. بنابراین با توجه به نمودار شیب خط‌ها که برابر ρg است را می‌یابیم و آن را برابر ρg قرار می‌دهیم:



$\rho_A g = (۱)$ اندازهٔ شیب خط $= \left|\frac{۴۴۰۰-۱۴۰۰}{۰-۰/۱}\right| \Rightarrow \rho_A \times ۱۰ = \frac{۳۰۰۰}{۰/۱}$

$\Rightarrow \rho_A = ۳۰۰۰ \frac{kg}{m^۳} = ۳ \frac{g}{cm^۳}$

$\rho_B g = (۲)$ اندازهٔ شیب خط $= \left|\frac{۱۴۰۰-۰}{۰/۱-۰/۲}\right| \Rightarrow \rho_B \times ۱۰ = \frac{۱۴۰۰}{۰/۱}$

$\rho_B = ۱۴۰۰ \frac{kg}{m^۳} = ۱/۴ \frac{g}{cm^۳}$

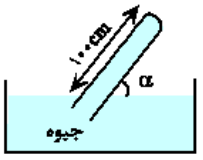
حال اگر $۵۰۰cm^۳$ از مایع B و $۱۰۰۰cm^۳$ از مایع A را در یک ظرف بریزیم:

$m_t = m_A + m_B = \rho_A V_A + \rho_B V_B = ۳ \times ۱۰۰۰ + ۱/۴ \times ۵۰۰ = ۳۷۰۰g = ۳/۷kg$

حال با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{W}{A}$ فشار وارد بر کف ظرف را می‌یابیم:

$P = \frac{۳/۷ \times ۱۰}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۳۷۰۰Pa \Rightarrow P_t = P_۰ + P_{\text{مایع}} = ۱۰۰۰۰۰ + ۳۷۰۰ = ۱۰۳۷۰۰Pa$

⑪ در شکل زیر، مساحت مقطع لولهٔ ته بسته $۴cm^۲$، چگالی جیوه $۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}$ و اندازهٔ نیرویی که بر ته بستهٔ لوله وارد می‌شود، $۷/۳۶N$ است. اگر فشار هوای محیط $۱۰^۵Pa$ باشد، زاویهٔ α چند درجه است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$، $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و $\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$ است.)



۱) ۵۳
۲) ۶۰
۳) ۳۷
۴) ۳۰

پاسخ: گزینه ۳

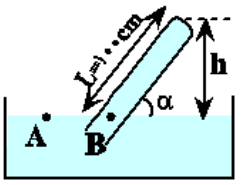
گزینه «۳»

چون اندازهٔ نیروی وارد بر ته بستهٔ لوله و مساحت آن معلوم‌اند، ابتدا فشار وارد بر ته بستهٔ لوله از طرف جیوه را پیدا می‌کنیم. فشار وارد بر ته بستهٔ لوله را با P' نشان می‌دهیم.

$$P' = \frac{F}{A} \xrightarrow[A=۴cm^۲=۴\times۱۰^{-۴}m^۲]{F=۷/۳۶N} P' = \frac{۷/۳۶}{۴\times۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow P' = ۱۸۴۰۰Pa$$

از طرف دیگر، مطابق شکل زیر، $P_A = P_B$ است. با توجه به این‌که $P_A = P_۰$ و $P_B = P'+\rho gh$ است، می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_۰ = P'+\rho gh \xrightarrow[\rho=۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}]{P_۰=۱۰۰۰۰۰Pa,\ P'=۱۸۴۰۰Pa}$$

$$۱۰۰۰۰۰ = ۱۸۴۰۰ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h \Rightarrow ۸۱۶۰۰ = ۱۳۶۰۰۰h$$

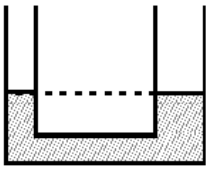
$$\Rightarrow h = ۰/۶m \Rightarrow h = ۶۰cm$$

بنابراین، زاویهٔ α برابر است با:

$$\sin\alpha = \frac{h}{L} \xrightarrow[L=۱۰۰cm]{h=۶۰cm} \sin\alpha = \frac{۶۰}{۱۰۰} = ۰/۶ \xrightarrow{\sin ۳۷^\circ = ۰/۶}$$

$$\alpha = ۳۷^\circ$$

(۱۲) مقداری جیوه در لوله U شکل زیر در حال تعادل است. اگر قطر مقطع شاخه سمت راست ۲ برابر قطر مقطع شاخه سمت چپ باشد، در صورتی که در شاخه سمت چپ ستونی از آب به ارتفاع ۴۰/۸cm بریزیم، پس از برقراری مجدد تعادل، سطح جیوه در شاخه سمت راست نسبت به مکان اولیه‌اش چند میلی‌متر بالا می‌رود؟ (چگالی آب و جیوه به‌ترتیب ۱۰۰۰ و ۱۳۶۰۰ واحد SI است.)



۱) ۲۴
۲) ۲۰
۳) ۱۰
۴) ۶

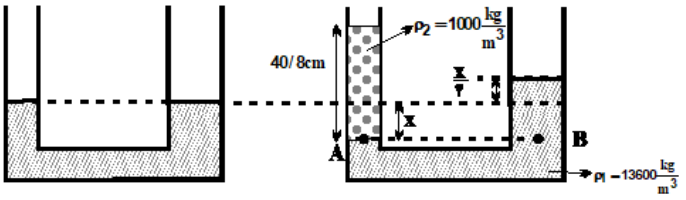
پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

می‌دانیم که حجم جیوه جابه‌جا شده در دو شاخه با هم برابر است. اگر در اثر ریختن آب در شاخه سمت چپ، سطح جیوه به اندازه x پایین بیاید، برای به‌دست آوردن مقدار بالا رفتن جیوه در شاخه سمت راست داریم:

$$V = V' \Rightarrow Ah = A'h' \Rightarrow h' = \left(\frac{A}{A'}\right) h \xrightarrow{A=\frac{\pi}{4}d^2} h' = \left(\frac{d}{d'}\right)^2 h \xrightarrow[h=x]{d'=2d} h' = \left(\frac{d}{2d}\right)^2 \times x \Rightarrow h' = \frac{x}{4}$$

اکنون با توجه به شکل زیر و با استفاده از برابری فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، داریم:



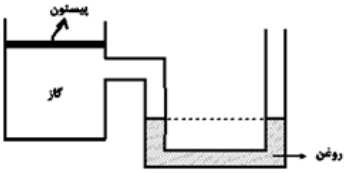
$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\Rightarrow 13600 \times \left(x + \frac{x}{4}\right) = 1000 \times 40/8 \Rightarrow \frac{5x}{4} = \frac{1000 \times 40/8}{13600}$$

$$\Rightarrow x = 2/4 cm$$

در نتیجه سطح جیوه در شاخه سمت راست نسبت به مکان اولیه‌اش به اندازه $\frac{x}{4} = \frac{2/4}{4} = 0/6 cm = 6 mm$ بالا می‌رود.

(۱۳) در مانومتر در حال تعادل شکل زیر، اگر وزنه‌ای به جرم ۲kg را به آرامی روی پیستون بدون جرمی قرار دهیم، پس از برقراری مجدد تعادل، اختلاف ارتفاع روغن در دو شاخه لوله U شکل، ۵ سانتی‌متر می‌شود. مساحت قاعده پیستون چند سانتی‌متر مربع است؟ ($\rho_{\text{روغن}} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و از اصطکاک پیستون و دیواره مخزن صرف‌نظر نمایید.)



۱) ۵
۲) ۵۰
۳) ۵۰۰
۴) ۵۰۰۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

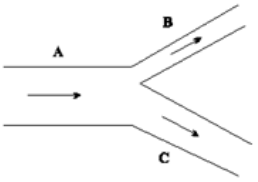
فشار وارد بر گاز در اثر قرار دادن وزنه روی پیستون، باعث ایجاد اختلاف ارتفاع در روغن درون لوله U شکل می‌شود. داریم:

$$\frac{mg}{A} = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}}}$$

$$\xrightarrow[\rho_{\text{روغن}} = ۰/۸ \frac{g}{cm^۳} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}]{m=۲kg,\ h_{\text{روغن}} = ۵cm = ۰/۰۵m} A = \frac{۲}{۸۰۰ \times ۰/۰۵} = ۰/۰۵ m^۲$$

$$\Rightarrow A = ۰/۰۵ m^۲ \times \frac{۱ cm^۲}{۱۰^{-۴} m^۲} = ۵۰۰ cm^۲$$

(۱۴) در شکل زیر، سطح مقطع لوله‌های B و C به‌ترتیب برابر با $۲۵cm^۲$ و $۵۰cm^۲$ است. اگر شاره تراکم‌ناپذیری با جریان یکنواخت و آهنگ $۱/۵\frac{L}{s}$ از لوله A وارد شده و با تندی $۴۰\frac{cm}{s}$ از لوله B عبور کند، تندی عبور شاره از لوله C چند $\frac{cm}{s}$ است؟



۱) ۵۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با استفاده از معادله پیوستگی، داریم:

$$A_A v_A = A_B v_B + A_C v_C$$

$$\xrightarrow[A_B=۲۵cm^۲,\ A_C=۵۰cm^۲,\ v_B=۴۰\frac{cm}{s}]{A_A v_A=۱/۵\frac{L}{s}\times\frac{۱۰۰۰cm^۳}{۱L}=۱۵۰۰\frac{cm^۳}{s}}$$

$$۱۵۰۰ = ۲۵ \times ۴۰ + ۵۰ \times v_C \Rightarrow ۵۰۰ = ۵۰v_C \Rightarrow v_C = ۱۰\frac{cm}{s}$$

(۱۵) اگر از سطح آزاد دریاچه‌ای به اندازه $\frac{۱}{۳}$ عمق آن پایین رویم، فشار کل $\frac{۵}{۱۴}$ فشار کل در ته دریاچه خواهد شد. عمق دریاچه چند متر است؟ (فشار هوا $۱۰^۵ Pa$ و چگالی آب دریا $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ است.) $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

۱) ۲۷۰
۲) ۳۰۰
۳) ۳۲۰
۴) ۲۹۰

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

فشار ناشی از ستون از مایعی به ارتفاع h، از رابطه ρgh به‌دست می‌آید. بنابراین داریم:

فشار در عمق $\frac{h}{۳}$: $P_۰ + \rho g\frac{h}{۳}$

فشار در ته دریاچه به عمق h: $P_۰ + \rho gh$

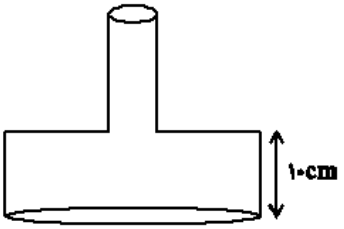
$$\Rightarrow P_۰ + \rho g\frac{h}{۳} = \frac{۵}{۱۴}(P_۰ + \rho gh)$$

$$\Rightarrow ۴۲P_۰ + ۱۴\rho gh = ۱۵P_۰ + ۱۵\rho gh$$

$$۲۷P_۰ = \rho gh \Rightarrow h = \frac{۲۷P_۰}{\rho g} = \frac{۲۷\times۱۰^۵}{۱۰۰۰\times۱۰}$$

$$\Rightarrow h = ۲۷۰\ m$$

(۱۶) در شکل زیر، اگر ۱۵ لیتر مایع درون ظرف بریزیم، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع $۲۴۰۰N$ می‌شود. اگر قطر سطح مقطع پایین ظرف ۴۰cm و مساحت سطح مقطع بالای آن $۱۰۰cm^۲$ باشد، چگالی مایع درون ظرف چند $kg/$ است؟ ($\pi = ۳$ و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



۱) ۲۰۰۰

۲) ۴۰۰۰

۳) ۵۰۰۰

۴) ۶۰۰۰

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا مساحت سطح مقطع پایین ظرف را می‌یابیم و سپس حجم آن را حساب می‌کنیم:

$$A_۱ = \pi r^۲ \xrightarrow{r=\frac{D}{۲}} A_۱ = \pi\frac{D^۲}{۴}$$

$$\xrightarrow{D=۴۰cm} A_۱ = ۳ \times \frac{۱۶۰۰}{۴} \Rightarrow A_۱ = ۱۲۰۰cm^۲$$

$$V_۱ = A_۱ h_۱ \xrightarrow{h_۱=۱۰cm} V_۱ = ۱۲۰۰ \times ۱۰ \Rightarrow V_۱ = ۱۲۰۰۰cm^۳$$

اکنون مشخص می‌کنیم از ۱۵ لیتر مایع چند لیتر آن در قسمت باریک ظرف جای می‌گیرد و سپس ارتفاع قسمت باریک را حساب می‌کنیم. چون هر لیتر برابر با $۱۰۰۰cm^۳$ است، بنابراین حجم کل مایع $V = ۱۵ \times ۱۰۰۰ = ۱۵۰۰۰cm^۳$ است که $V_۱ = ۱۲۰۰۰cm^۳$ از آن در قسمت پایین ظرف و $V_۲ = ۱۵۰۰۰ - ۱۲۰۰۰ = ۳۰۰۰cm^۳$ از آن در قسمت باریک ظرف جای می‌گیرد. با توجه به این‌که مساحت سطح مقطع قسمت باریک ظرف $۱۰۰cm^۲$ است، ارتفاع آن برابر است با:

$$V_۲ = A_۲ h_۲ \xrightarrow[V_۲=۳۰۰۰cm^۳]{A_۲=۱۰۰cm^۲} ۳۰۰۰ = ۱۰۰ \times h_۲$$
$$\Rightarrow h_۲ = ۳۰cm$$

اکنون با محاسبات زیر، چگالی مایع را پیدا می‌کنیم. ارتفاع مایعی که بر کف ظرف فشار وارد می‌کند، برابر با $h = h_۱ + h_۲ = ۱۰ + ۳۰ = ۴۰cm$ است. در این حالت داریم:

$$\begin{cases} P = \rho gh \\ F = PA_۱ \end{cases} \Rightarrow F = \rho ghA_۱ \xrightarrow[A_۱=۱۲۰۰cm^۲=۱۲۰۰\times۱۰^{-۴}m^۲]{h=۴۰cm=۰/۴m,F=۲۴۰۰N}$$

$$۲۴۰۰ = \rho \times ۱۰ \times ۰/۴ \times ۱۲۰۰ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow \rho = ۵۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

(۱۷) سوراخ کوچکی به مساحت $۳cm^۲$ درکف یک زیردریایی که در عمق $۳۰m$ از سطح آب قرار دارد، ایجاد شده است. برای جلوگیری از ورود آب به داخل این زیردریایی، حداقل چند کیلوگرم جرم باید روی سوراخ قرار دهیم؟ (فشار هوای داخل زیردریایی برابر با $۹\times ۱۰^۴ Pa$، $P_۰ = ۱۰^۵ Pa$، $\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}$، $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

۱) ۶

۲) ۱۲

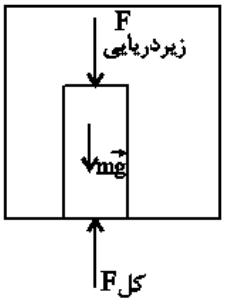
۳) ۹/۳

۴) ۱۴/۷

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

با توجه به شکل زیر، داریم:



$P_{کل}A = P_{زیر\ دریایی}A + mg$

$\Rightarrow mg = (P_{کل} - P_{زیر\ دریایی})A$

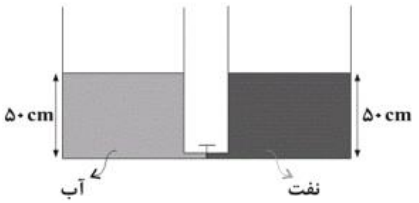
$\Rightarrow mg = (P_۰ + \rho gh - P_{زیردریایی})A$

$\Rightarrow m\times ۱۰ = (۱۰^۵ + ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۳۰ - ۹\times ۱۰^۴) \times ۳\times ۱۰^{-۴}$

$\Rightarrow ۱۰m = ۳۱\times ۱۰^۴ \times ۳\times ۱۰^{-۴} \Rightarrow ۱۰m = ۹۳$

$\Rightarrow m = \frac{۹۳}{۱۰} = ۹/۳kg$

(۱۸) در شکل زیر آب و نفت در دو شاخه با قطر مقطع یکسان به کمک شیر رابط از یکدیگر جدا شده‌اند. اگر شیر را باز کنیم پس از مدتی تعادل برقرار می‌شود. در این حالت، سطح آزاد نفت در شاخه مقابل از کف ظرف چند سانتی‌متر فاصله خواهد داشت؟ (چگالی آب و نفت به‌ترتیب $۱\frac{g}{cm^۳}$ و $۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ است و حجم لوله رابط ناچیز است.)



۱) ۶۰
۲) ۶۲/۵
۳) ۴۰
۴) ۵۵

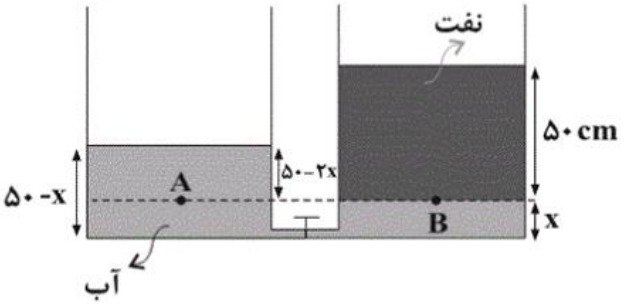
پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

در ابتدا با باز شدن شیر، آب به دلیل چگالی بالاتر مقداری به پایین آمده و نفت را به بالا می‌راند. اگر آب به اندازه x سانتی‌متر به پایین رفته باشد، نفت نیز (به‌دلیل برابر بودن ضخامت دو شاخه) به اندازه همان x سانتی‌متر به بالا خواهد رفت. بنابراین:

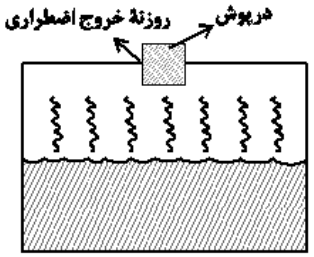
$$P_A = P_B \Rightarrow P_۰ + \rho_W g h_W = P_۰ + \rho_O g h_O$$

$$\rightarrow \rho_w h_W = \rho_o h_O \rightarrow ۱ \times (۵۰ - ۲x) = ۰/۸ \times ۵۰ \rightarrow x = ۵cm$$



ارتفاع سطح آزاد نفت از کف ظرف = $۵۰ + x = ۵۵cm$

(۱۹) در شکل زیر، قطر روزنه دایره‌ای شکل خروج اضطراری بخار یک دیگ بخار، چند میلی‌متر باشد تا در صورت مسدود کردن روزنه با درپوشی استوانه‌ای از جنس سرب به جرم ۲۷۰ گرم، فشار درون دیگ بخار برابر با ۴ اتمسفر باشد؟ ($\pi = ۳$ ، $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ ، $۱atm = ۱۰^{۵} Pa$ و فشار هوای محیط یک اتمسفر است.)



۱) ۱/۵
۲) $\sqrt{۳}$
۳) ۳
۴) $۲\sqrt{۳}$

پاسخ: گزینه ۴

فشار طرفین روزنه باید با هم برابر باشند. فشار در درون دیگ بخار ۴atm و در خارج از آن ناشی از فشار هوا و فشار ناشی از نیروی وزن درپوش استوانه‌ای سربی است. بنابراین:

$$P = P_{۰} + \frac{F}{A} \xrightarrow[A=\pi r^{۲}]{F=mg} P = P_{۰} + \frac{mg}{\pi r^{۲}}$$

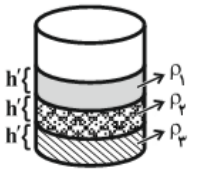
$$\xrightarrow[m=۲۷۰g=۰/۲۷kg, g=۱۰\frac{N}{kg}, \pi=۳]{P=۴atm=۴\times۱۰^{۵}Pa,\ P_{۰}=۱atm=۱۰^{۵}Pa}$$

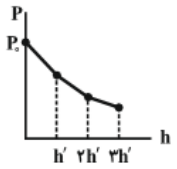
$$۴ \times ۱۰^{۵} = ۱۰^{۵} + \frac{۰/۲۷\times۱۰}{۳\times r^{۲}} \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{۵} = \frac{۲/۷}{۳\times r^{۲}}$$

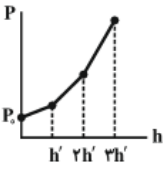
$$\Rightarrow r^{۲} = \frac{۲/۷}{۳\times۳\times۱۰^{۵}} = ۳ \times ۱۰^{-۶}$$

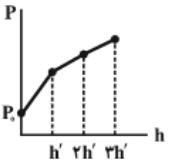
$$\xrightarrow{\text{جذرگیری}} r = \sqrt{۳} \times ۱۰^{-۳} m = \sqrt{۳} mm \Rightarrow d = ۲r = ۲\sqrt{۳} mm$$

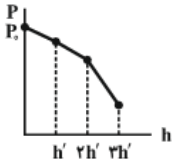
۲۰) در ظرف زیر، سه مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی‌های ρ_1، ρ_2 و ρ_3 ریخته شده و مجموعه در حال تعادل است. نمودار فشار کل برحسب فاصله از سطح آزاد مایع ρ_1 (h)، کدام است؟ (P_0، فشار هوا در سطح آزاد مایع است.)



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

طبق شکل، چون مایع با چگالی ρ_3، پایین‌تر از همه قرار دارد، دارای چگالی بیشتری نسبت به مایع‌های ρ_2 و ρ_1 است. از طرفی، طبق رابطه $P = \rho gh + P_0$، شیب نمودار ($P - h$) برابر با ρg است. پس شیب نمودار مربوط به مایع شماره (۳) از همه بیشتر و شیب نمودار مربوط به مایع شماره (۱) از همه کمتر است.

(۲۱) مکعبی به ضلع $۴۰cm$ پُر از آب است. اگر تمام آب این مکعب را درون استوانه‌ای که قطر قاعده آن $۴۰cm$ است، بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟

۱) ۱
۲) $\frac{۴}{\pi}$
۳) $\frac{\pi}{۴}$
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

چون جرم آب داخل استوانه و مکعب یکسان است، لذا با استفاده از رابطه فشار و نوشتن آن به صورت مقایسه‌ای، داریم:

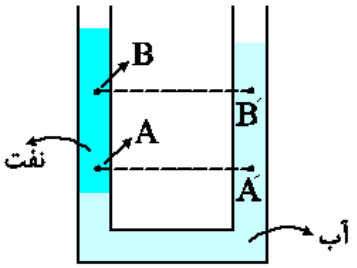
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مکعب}}} = \frac{F_{\text{استوانه}}}{F_{\text{مکعب}}} \times \frac{A_{\text{مکعب}}}{A_{\text{استوانه}}} \xrightarrow{F_{\text{استوانه}} = F_{\text{مکعب}}}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مکعب}}} = \frac{a^۲}{\pi \frac{d^۲}{۴}} = \frac{۴}{\pi}\left(\frac{a}{d}\right)^۲ \xrightarrow{a=d=۴۰cm}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مکعب}}} = \frac{۴}{\pi}$$

(۲۲) مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط‌نشدنی آب و نفت در یک لولهٔ U شکل، در حال تعادل‌اند. اگر اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و A' را با ΔP_1 و اختلاف فشار بین دو نقطهٔ B و B' را با ΔP_2 نمایش دهیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) $\Delta P_1 < \Delta P_2$

۲) $\Delta P_1 = \Delta P_2$

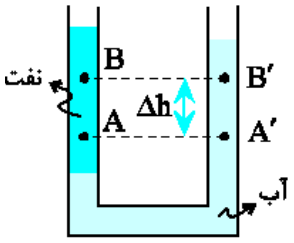
۳) $\Delta P_1 = \Delta P_2 = 0$

۴) $\Delta P_1 > \Delta P_2$

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

مطابق شکل روبه‌رو، آب و نفت در تعادلند و می‌خواهیم اختلاف فشار بین نقاط (A و A') و (B و B') را مقایسه کنیم. برای این کار ابتدا در هر شاخه، به‌طور مستقل رابطهٔ بین فشارها را می‌نویسیم:



شاخهٔ سمت چپ : $P_A = P_B + \rho_{\text{نفت}}\, g\Delta h$ (۱)

شاخهٔ سمت راست : $P_{A'} = P_{B'} + \rho_{\text{آب}}\, g\Delta h$ (۲)

حال رابطهٔ (۲) را از (۱) کم می‌کنیم و خواهیم داشت:

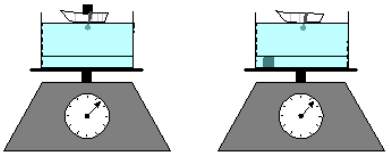
$$P_A - P_{A'} = P_B - P_{B'} + g\Delta h(\rho_{\text{نفت}} - \rho_{\text{آب}})$$

$$\Rightarrow \Delta P_1 = \Delta P_2 + g\Delta h\underbrace{(\rho_{\text{نفت}} - \rho_{\text{آب}})}_{\text{منفی}} \quad (۳)$$

با توجه به اینکه چگالی نفت کم‌تر از چگالی آب است، بنابراین آخرین عبارت سمت راست رابطهٔ (۳) منفی است و خواهیم داشت:

$$\Delta P_1 - \Delta P_2 < 0 \Rightarrow \Delta P_1 < \Delta P_2$$

(۲۳) مطابق شکل‌های زیر، یک قطعه فولادی توپر داخل یک قایق اسباب‌بازی قرار دارد و بر سطح آب درون ظرفی که روی باسکولی قرار دارد، شناور است. پس از آن‌که قطعه فولادی را از داخل قایق برداریم و به درون آب بیندازیم، سطح آب درون ظرف ... و عددی که باسکول نشان خواهد داد، ... حالت قبل خواهد بود.

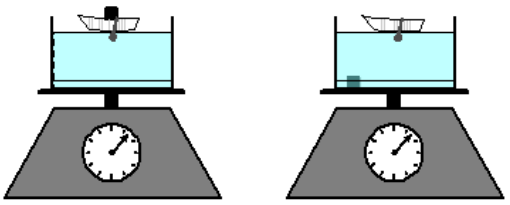


(۱) (۲)

۱) بالاتر می‌رود- برابر با
۲) پایین‌تر می‌رود- برابر با
۳) بالاتر می‌رود- بیش‌تر از
۴) پایین‌تر می‌رود- کم‌تر از

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»



(۱) (۲)

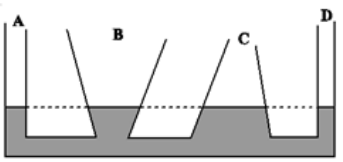
مطابق شکل (۱)، یک قطعه فولادی که روی قایق اسباب‌بازی قرار دارد، بر سطح آب شناور است و مجموعه روی باسکولی قرار دارد. قطعه را از روی قایق برمی‌داریم و داخل ظرف می‌اندازیم (شکل ۲). می‌خواهیم تغییر سطح آب و عدد باسکول پس از انداختن قطعه به داخل آب را مقایسه کنیم.

بررسی تغییر سطح آب: در حالت (۱) که قطعه شناور است، حجمی که آب جابه‌جا می‌شود، آنقدر هست که وزن آن برابر وزن قطعه باشد، اما چون چگالی آب کم‌تر از فولاد است، حجم آب جابه‌جا شده بسیار بیش‌تر از حجم قطعه است (تا هم‌وزن شوند). در حالت دوم که قطعه درون آب قرار دارد، فقط به اندازه حجم خود که اشغال کرده، آب را جابه‌جا می‌کند، بنابراین سطح آب در حالت دوم کمی پایین می‌رود.

بررسی تغییر عدد باسکول: عددی که باسکول نشان می‌دهد، برابر وزن مجموعه‌ای است که بر روی آن قرار دارد (ظرف، آب، قایق و قطعه)، لذا در حالت اول و دوم وزن مجموعه ثابت است، بنابراین عدد باسکول در هر دو حالت برابرند.

دقت کنید که عدد باسکول به نیروهای داخلی مجموعه‌ای که روی آن قرار دارد، بستگی ندارد و صرفاً وزن کل آن‌ها را نشان می‌دهد.

(۲۴) در شکل زیر، مایعی به چگالی ρ در ظرفی به حال تعادل قرار دارد. اگر در شاخهٔ A، مایعی به چگالی $\rho'(\rho' < \rho)$ اضافه کنیم، در این‌صورت پس از رسیدن به حالت تعادل در مورد تغییر ارتفاع ستون مایع در لوله‌های دیگر کدام گزینه صحیح است؟



۱) $\Delta h_D > \Delta h_C > \Delta h_B$

۲) $\Delta h_C > \Delta h_D > \Delta h_B$

۳) $\Delta h_B = \Delta h_C = \Delta h_D \neq 0$

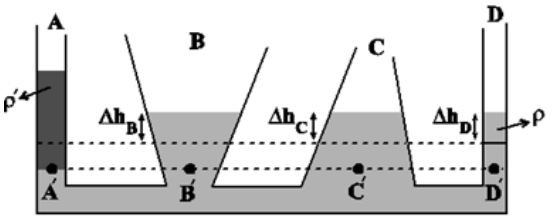
۴) $\Delta h_D \neq 0\ ,\ \Delta h_B = \Delta h_C = 0$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

مطابق شکل زیر، با اضافه کردن مایعی دیگر در شاخه A، سطح مایع ρ در این شاخه کمی پایین می‌آید و در سه شاخه دیگر ظرف، به ارتفاع یکسان بالا می‌رود، زیرا با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، داریم:

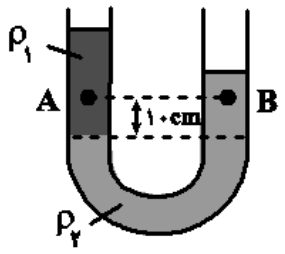
$$P_{A'} = P_{B'} = P_{C'} = P_{D'}$$



چون فشار در هر نقطه از مایع به ارتفاع عمودی مایع از سطح آزاد مایع بستگی دارد، در نتیجه:

$$h_{B'} = h_{C'} = h_{D'} \Rightarrow \Delta h_B = \Delta h_C = \Delta h_D$$

۲۵) در شکل زیر، دو مایع مخلوط‌ناشدنی در لولهٔ U شکل در حال تعادل‌اند. اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟ ($\rho_1 = ۰/۸ \frac{g}{cm^3}$، $\rho_2 = ۱ \frac{g}{cm^3}$ و $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



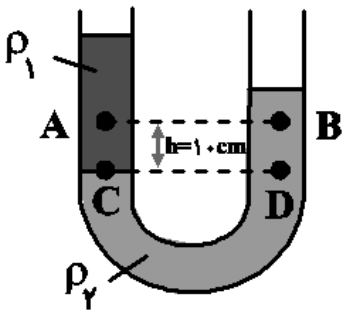
۱) صفر
۲) ۱۰۰
۳) ۲۰۰
۴) ۴۰۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به شکل و برابری فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، داریم:

$$P_C = P_D \Rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh$$
$$\Rightarrow P_A - P_B = \rho_2 gh - \rho_1 gh$$
$$\Rightarrow P_A - P_B = gh(\rho_2 - \rho_1) = ۱۰ \times ۰/۱ \times (۱ - ۰/۸) \times ۱۰^3 = ۲۰۰ Pa$$



(۲۶) نسبت فشار کل در عمق ۳۰ متری به فشار کل در عمق ۱۰ متری از سطح آزاد یک دریاچهٔ ساکن، مطابق با کدام گزینه است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$، $\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ و $P_۰ = ۱۰^۵ Pa$)

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

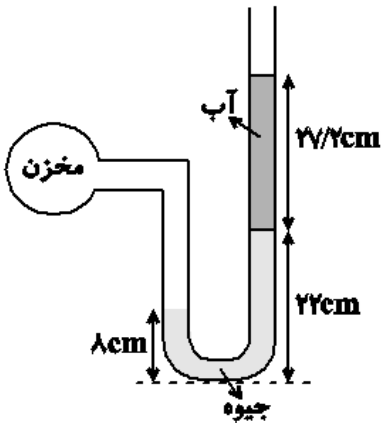
با استفاده از رابطهٔ فشار کل در شاره‌های ساکن، داریم:

$$P = P_۰ + \rho gh \Rightarrow \begin{cases} P_{۳۰} = ۱۰^۵ + ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۳۰ = ۴ \times ۱۰^۵ Pa \\ P_{۱۰} = ۱۰^۵ + ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۱۰ = ۲ \times ۱۰^۵ Pa \end{cases}$$

بنابراین:

$$\frac{P_{۳۰}}{P_{۱۰}} = \frac{۴ \times ۱۰^۵}{۲ \times ۱۰^۵} = ۲$$

(۲۷) در شکل زیر، فشار پیمانه‌ای گاز محبوس درون مخزن چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{آب}= ۱ \frac{g}{cm^۳}$, $\rho_{جیوه}= ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$, $P_۰ = ۷۶\ cmHg$)



۱) ۱۲
۲) ۱۴
۳) ۱۶
۴) ۲۴

پاسخ: گزینه ۳

اگر در شکل صورت سؤال ارتفاع ۸ سانتی‌متری از پایین لوله U شکل را نقطه هم‌فشار دو مایع در نظر بگیریم، برای دو سمت لوله U شکل می‌توان نوشت:

$$P_{مخزن}= P_{جیوه} + P_{هوا}+ P_{آب} \Rightarrow P_{مخزن}- P_{هوا}= P_{جیوه} + P_{آب} \quad (۱)$$

ارتفاع ستون جیوه بالاتر از نقاط هم‌فشار برابر است با:

$$h_{جیوه} = ۲۲ - ۸ = ۱۴\ cm \Rightarrow P_{جیوه} = ۱۴\ cmHg$$

برای محاسبه فشار ستون آب برحسب سانتی‌متر جیوه می‌توان نوشت:

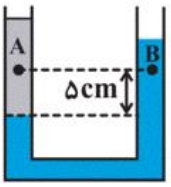
$$(\rho gh)_{آب}= (\rho gh)_{جیوه} \Rightarrow ۱ \times ۲۷/۲ = ۱۳/۶ \times h$$

$$\Rightarrow h = ۲\ cm \Rightarrow P_{آب}= ۲\ cmHg$$

طبق رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$P_{مخزن}- P_{هوا}= ۱۴ + ۲ = ۱۶\ cmHg$$

(۲۸) در شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ و $۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ در یک لوله U شکل قرار دارند. اگر فشار در نقطه‌های A و B به‌ترتیب P_A و P_B باشد، کدام رابطه در SI برقرار است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



۱) $P_A = P_B$

۲) $P_A = \frac{۴}{۵} P_B$

۳) $P_A = P_B - ۱۰۰$

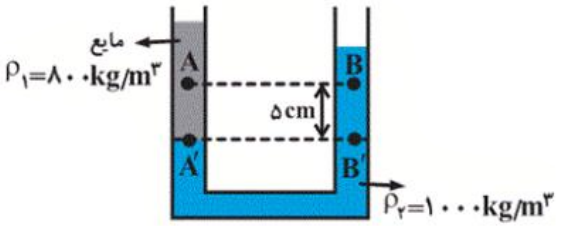
۴) $P_A = P_B + ۱۰۰$

پاسخ: گزینه ۴

اگر نقاط A' و B' را به‌عنوان نقاط هم‌فشار انتخاب کنیم، نقطه Aدر مایع (۱) و نقطه B در مایع (۲) و در یک فاصله از نقاط A' و B' قرار دارند.
چون نقاط A و B بالاتر از نقاط A' و B' هستند، فشار آن‌ها کم‌تر می‌شود:

$$\left.\begin{array}{ll} P_A = P_{A'} - \rho_۱ gh & (۱) \\ P_B = P_{B'} - \rho_۲ gh & (۲) \end{array}\right\} \xrightarrow[(۱)-(۲)]{} P_A - P_B = P_{A'} - P_{B'}$$

$$P_A - P_B = -\rho_۱ gh + \rho_۲ gh = (\rho_۲ - \rho_۱) gh$$



$$\xrightarrow[\rho_۲ = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳},\ h = ۵\ cm]{\rho_۱ = ۸۰۰ \frac{kg}{m^۳}}$$

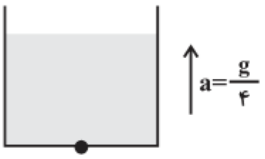
$$P_A - P_B = (۱۰۰۰ - ۸۰۰) \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰} = ۱۰۰ \Rightarrow P_A = P_B + ۱۰۰$$

(۲۹) فشار ناشی از مایع در یک نقطه از کف ظرفی که محتوی مایع است، در حال سکون برابر با ۱۲۰۰Pa است. اگر ظرف محتوی این مایع با شتاب $\frac{g}{۴}$ از حال سکون در راستای قائم رو به بالا حرکت کند، فشار ناشی از مایع در کف ظرف چند پاسکال می‌شود؟

۱) ۱۲۰۰
۲) ۹۰۰
۳) ۱۵۰۰
۴) ۳۰۰

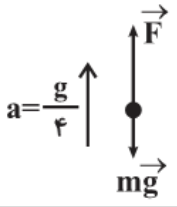
پاسخ: گزینه ۳

می‌دانیم فشار مایع ناشی از وزن آن می‌باشد. بنابراین در حالت اول که مایع ساکن است، تنها نیرویی که فشار را ایجاد می‌کند، وزن مایع است. در این حالت داریم:



$$P = \frac{mg}{A} \xrightarrow{P=۱۲۰۰Pa} ۱۲۰۰ = \frac{mg}{A} \Rightarrow mg = ۱۲۰۰A \ (N)$$

در حالتی‌که ظرف با شتاب ثابت رو به بالا حرکت می‌کند، طبق قانون دوم نیوتون، اندازه نیرویی که فشار را ایجاد می‌کند، برابر است با:



$$F_{\text{خالص}} = ma \xrightarrow{a=\frac{g}{۴}} F - mg = m \times \frac{g}{۴}$$

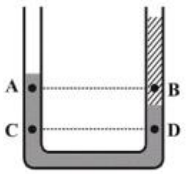
$$F = \frac{۵}{۴}mg \xrightarrow{mg=۱۲۰۰A} F = \frac{۵}{۴} \times ۱۲۰۰A$$

$$\Rightarrow F = ۱۵۰۰ \times A$$

بنابراین طبق تعریف فشار داریم:

$$P' = \frac{F}{A} \xrightarrow{F=۱۵۰۰A} P' = \frac{۱۵۰۰A}{A} \Rightarrow P' = ۱۵۰۰A$$

۳۰) مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط‌نشدنی درون لوله U شکلی در حال تعادل قرار دارند. در کدام گزینه مقایسهٔ درستی بین فشار نقطه‌های A و B و همچنین فشار نقطه‌های C و D صورت گرفته است؟



۱) $P_C = P_D$ ، $P_A = P_B$

۲) $P_C = P_D$ ، $P_A > P_B$

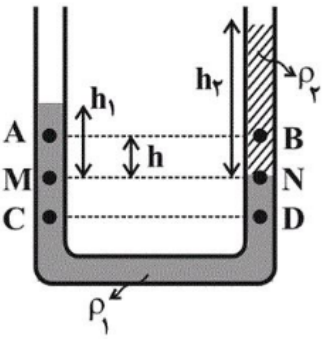
۳) $P_C = P_D$ ، $P_A < P_B$

۴) $P_C > P_D$ ، $P_A < P_B$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

فشار در نقاط C و D چون در یک ارتفاع مشخصی از یک مایع قرار دارند، با هم برابر است:



$P_C = P_D$

فشار در نقاط M و N نیز با یکدیگر برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \xrightarrow{h_2 > h_1} \rho_1 > \rho_2 \quad (1)$$

برای فشار در نقاط A و B داریم:

$$P_M = P_N \rightarrow P_A + \rho_1 gh = P_B + \rho_2 gh$$
$$\Rightarrow P_B - P_A = (\rho_1 - \rho_2)gh \xrightarrow{(1)} P_B > P_A$$