



بخش ۱ حالت‌های مختلف ماده

۱- کدام یک از عبارتهای زیر در مورد جامدها صحیح است؟

- (۱) مولکول‌ها به صورت نامنظم و فشرده، کنار هم قرار دارند و به آسانی نسبت به یکدیگر جابه‌جا می‌شوند.
- (۲) اگر مایع را سریع سرد کنیم، جامد بلورین می‌شود.
- (۳) اگر مایع را آهسته سرد کنیم، جامد بی‌شکل می‌شود.
- (۴) ساختار شبکه‌ای جامدهای بی‌شکل به مایعات نزدیک‌تر است تا جامدات.

۲- در کدام گزینه مولکول‌ها در مکان‌های خاص و در طرح‌های منظمی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و فقط در اطراف این مکان‌ها حرکت‌های نوسانی بسیار کوچکی انجام می‌دهند؟

- (۱) جامد بلورین
- (۲) جامد بی‌شکل
- (۳) مایع
- (۴) گاز

۳- در کدام ماده، مولکول‌ها به صورت نامنظم، اما فشرده در کنار هم قرار گرفته‌اند؟

- (۱) نمک طعام
- (۲) الماس
- (۳) شیشه
- (۴) آهن

۴- در بین سیالات، به علت وجود نیروی بین مولکول‌ها در فواصل نزدیک، تقریباً تراکم‌ناپذیرند.

- (۱) گازها، جاذبه‌ی
- (۲) مایع‌ها، جاذبه‌ی
- (۳) گازها، رانشی
- (۴) مایع‌ها، رانشی

۵- از پخش شدن یک قطره‌ی جوهر در آب می‌توان دریافت:

- (۱) مولکول‌های آب آزادانه به اطراف حرکت می‌کنند و با یکدیگر برخورد می‌کنند.
- (۲) مولکول‌های جوهر در مسیر مستقیم حرکت می‌کنند و در آب پخش می‌شوند.
- (۳) چون برای پخش شدن جوهر در آب، مدتی زمان نیاز است، سرعت حرکت مولکول‌های جوهر کم است.
- (۴) علت پخش جوهر در آب پدیده‌ی همرفت می‌باشد.

۶- اگر فاصله‌ی مولکول‌ها را در جامد با a_s ، در مایع با a_l و در گاز a_g نشان می‌دهیم، کدام رابطه صحیح است؟

- (۱) $a_g > a_l > a_s$
- (۲) $a_g = a_l = a_s$
- (۳) $a_g > a_l = a_s$
- (۴) $a_g = a_l > a_s$

۷- یک قطره‌ی کوچک روغن به حجم یک میلی‌متر مکعب را بر روی سطح وسیع آب ساکن می‌ریزیم. اگر مساحت بزرگ‌ترین لکه‌ی روغنی که بر سطح آب تشکیل می‌شود، ۱۰ متر مربع باشد، اندازه‌ی مولکول روغن چند آنگستروم است؟

- (۱) ۰/۱
- (۲) ۱
- (۳) ۱۰
- (۴) ۱۰۰

۸- کدام یک از عبارتهای زیر صحیح است؟

- (۱) اگر شخصی در آب استخر شناور بماند، در آب ساکن دریا به درون آب فرو می‌رود.
 (۲) طلای ۱۸ عیار از ۱۸ درصد وزنی طلا و ۸۲ درصد وزنی مس تشکیل شده است.
 (۳) علت بیشتر بودن چگالی مایعات نسبت به گازها، کم‌تر بودن فاصله‌ی مولکول‌ها در حالت مایع است.
 (۴) اگر با جرم مساوی از مایع‌های A و B محلولی بسازیم، چگالی محلول، میانگین چگالی مایع‌های A و B خواهد بود.
- ۹- مکعب توپری به ضلع ۵ سانتی‌متر، ۴۰۰ گرم جرم دارد. چگالی ماده‌ی سازنده‌ی این مکعب چند واحد SI است؟
 (۱) $1/6$ (۲) 1600 (۳) $3/2$ (۴) 3200

۱۰- کره‌ای به قطر ۲R از ماده‌ی A داریم که جرمش ۵ برابر کره‌ای به قطر R از ماده‌ی B است. چگالی ماده‌ی B چند برابر چگالی ماده‌ی A است؟

- (۱) $1/8$ (۲) $5/8$ (۳) $4/5$ (۴) $5/4$

 ۱۱- چگالی مایع A، $2/3$ برابر چگالی مایع B است. اگر حجم ۸ کیلوگرم از مایع A برابر ۵ لیتر باشد، حجم ۶ کیلوگرم از مایع B چند لیتر است؟

- (۱) ۲ (۲) $6/4$ (۳) $2/5$ (۴) ۴

 ۱۲- یک گلوله‌ی فلزی که ۸۰۰ گرم جرم دارد را به آرامی داخل ظرفی پر از روغن مایع می‌اندازیم و ۱۶۰ گرم روغن از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر چگالی روغن 0.8 g/cm^3 باشد، چگالی فلز چند واحد SI است؟

- (۱) ۴ (۲) 4000 (۳) ۵ (۴) 5000

 ۱۳- استوانه‌ی مدرجی که ۱۱۰ سانتی‌متر مکعب آب در درون آن وجود دارد، روی یک ترازو قرار دارد. یک قطعه فلز را درون استوانه می‌اندازیم و در نتیجه سطح آب به 150 cm^3 می‌رسد. اگر عددی که ترازو نشان می‌دهد از $1/92 \text{ N}$ به 3 N افزایش یابد، چگالی قطعه فلز چند واحد SI است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) 2000 (۲) 2700 (۳) ۲ (۴) $2/7$

 ۱۴- یک مکعب چوبی به ضلع ۴ cm را به آرامی به داخل ظرف پر از آبی می‌اندازیم. اگر ۴۰ سانتی‌متر مکعب آب از ظرف بیرون بریزد، چگالی چوب چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۶۲۵ (۳) ۶۴۰ (۴) 1600

 ۱۵- ۳ لیتر مایع A به چگالی 3 g/cm^3 و ۳ لیتر مایع B به چگالی 1 g/cm^3 محلولی می‌سازیم. اگر محلول ایده‌آل باشد، چگالی آن چند واحد SI است؟

- (۱) ۲ (۲) $1/5$ (۳) 2000 (۴) 1500

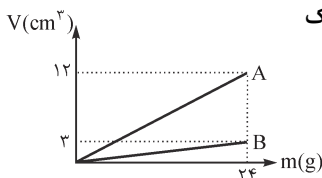
 ۱۶- ۳ کیلوگرم مایع A به چگالی 3 g/cm^3 و ۳ کیلوگرم مایع B به چگالی 1 g/cm^3 محلولی می‌سازیم. اگر محلول ایده‌آل باشد، چگالی آن چند واحد SI است؟

- (۱) ۲ (۲) $1/5$ (۳) 2000 (۴) 1500

۱۷- چگالی مس تقریباً سه برابر چگالی آلومینیم است. می‌خواهیم آلیاژی از این دو فلز بسازیم. بار اول با جرم‌های مساوی از مس و آلومینیم و بار دیگر با حجم‌های مساوی از مس و آلومینیم آلیاژ را می‌سازیم. اگر تغییر حجم ناشی از اختلاط ناچیز باشد، چگالی آلیاژ اول چند برابر چگالی آلیاژ دوم است؟

- (۱) $2/3$ (۲) $3/2$ (۳) $4/3$ (۴) $3/4$

۱۸- شکل مقابل، نمودار حجم بر حسب جرم دو مایع A و B می‌باشد. با جرم یکسانی از مایع‌های A و B یک محلول ایده‌آل می‌سازیم. چگالی محلول حاصل چند واحد SI است؟



- (۱) 200 (۲) $312/5$ (۳) 4000 (۴) 3200

 ۱۹- ۹۰ گرم اسید سولفوریک به چگالی 1.8 g/cm^3 را با 270 گرم آب خالص به چگالی 1 g/cm^3 مخلوط می‌کنیم. اگر حجم اجزا بر اثر اختلاط 20 cm^3 کاهش یابد، چگالی مخلوط چند g/cm^3 است؟

- (۱) $7/5$ (۲) $9/8$ (۳) $6/5$ (۴) $18/17$

 ۲۰- مکعبی به ضلع ۱۰ cm داریم که وزن آن 1800 g است. اگر چگالی ماده‌ی سازنده‌ی آن 2000 kg/m^3 باشد، حجم حفره‌ی داخل آن چند سانتی‌متر مکعب است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۴۰۰

۲۱- مکعبی به ضلع ۸ سانتی‌متر از ماده‌ای به چگالی 7 g/cm^3 ساخته شده است. اگر جرم این مکعب $3/5$ کیلوگرم باشد، مکعب:

- (۱) توپر است.
 (۲) حفره‌ای به حجم 12 cm^3 دارد.
 (۳) حفره‌ای به حجم 84 cm^3 دارد.
 (۴) حفره‌ای به حجم 96 cm^3 دارد.

بخش ۳ نیروهای بین مولکولی

۲۲- اگر یک قطره آب روی سطح شیشه‌ای تمیز بریزیم، آب روی سطح شیشه پخش:

- (۱) نمی‌شود؛ زیرا نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب بیشتر از نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه است.
 (۲) نمی‌شود؛ زیرا نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه بیشتر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب است.
 (۳) می‌شود و شیشه را تر می‌کند؛ زیرا نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب بیشتر از نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه است.
 (۴) می‌شود و شیشه را تر می‌کند؛ زیرا نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه بیشتر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب است.
 ۲۲- یک تیغ از پهنا می‌تواند روی آب شناور شود، زیرا
 (مشابه سراسری ریاضی ۱۵)

- (۱) چگالی تیغ کم‌تر از چگالی آب است.
 (۲) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد.
 (۳) فشار آب مانع پایین‌رفتن تیغ در آب می‌شود.
 (۴) بین مولکول‌های تیغ و آب چسبندگی سطحی وجود دارد.

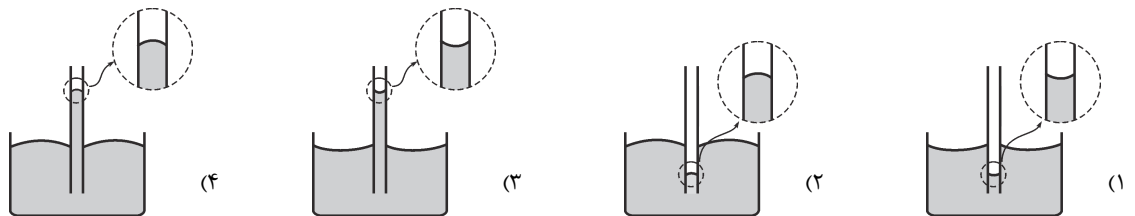
۲۴- علت آن که قطره‌های باران تقریباً کروی هستند، نیروی است که ماهیت دارد.

- (۱) کشش سطحی، گرانشی
 (۲) کشش سطحی، الکتریکی
 (۳) چسبندگی بین مولکول‌های آب، گرانشی
 (۴) چسبندگی بین مولکول‌های آب، الکتریکی

۲۵- کدام یک از عبارات زیر نادرست است؟

- (۱) سطح آب در لوله‌ی مویین به صورت کوا است.
 (۲) اگر جداره‌ی داخلی یک لوله‌ی مویین را چرب کنیم، سطح آب در لوله‌ی مویین دارای فرورفتگی خواهد بود و سطح آن نسبت به سطح آب در ظرف پایین‌تر است.
 (۳) در گیاهان، آب و مواد غذایی لازم دیگر براساس مویینگی از آوندهای چوبی بالا می‌روند.
 (۴) مصالح ساختمانی به علت مویینگی آب را به درون خود می‌کشند؛ به همین دلیل برای عدم نفوذ آب در ساختمان، از قیر استفاده می‌شود.

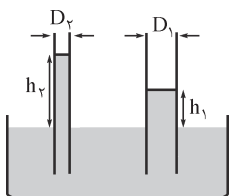
۲۶- کدام شکل، جیوه را در لوله‌ی مویین درست نشان می‌دهد؟



۲۷- یک لوله‌ی مویین را به داخل ظرف پر از آبی فرو می‌بریم. برای آن که اختلاف ارتفاع آب در درون لوله و سطح آزاد آب در درون ظرف افزایش یابد، باید:

- (۱) لوله را بیشتر در آب فرو ببریم.
 (۲) از لوله‌ی مویین با قطر کوچک‌تر استفاده کنیم.
 (۳) سطح داخلی لوله را با روغن چرب کنیم.
 (۴) آزمایش را در محلی انجام دهیم که فشار هوا کم‌تر باشد.

۲۸- مطابق شکل دو لوله‌ی مویین هم‌جنس که قطر یکی دو برابر دیگری است ($D_1 = 2D_2$) را در تشتت پر از آبی فرو برده‌ایم. کدام رابطه بین اختلاف ارتفاع آب در لوله‌های مویین و سطح آزاد آب در تشتت (h_1, h_2) برقرار است؟



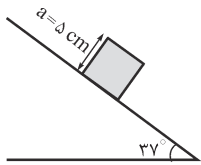
- (۱) $h_2 = 2h_1$
 (۲) $2h_1 < h_2 < 4h_1$
 (۳) $h_2 = 4h_1$
 (۴) $h_2 > 4h_1$

۲۹- لوله‌ی مویینی را در ظرفی حاوی آب قرار می‌دهیم و سطح آب در لوله‌ی مویین ۲۵ cm بالاتر از سطح آزاد آب در لوله‌ی مویین قرار می‌گیرد.

اگر سطح مقطع این لوله 6 mm^2 باشد، نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه چند نیوتون است؟

$$(\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3, g = 10 \text{ N/kg})$$

- (۱) $7/5 \times 10^{-4}$ (۲) $1/5 \times 10^{-3}$ (۳) 3×10^{-3} (۴) 10^{-3}



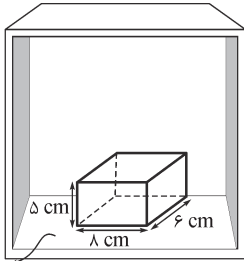
۵ (۴)

۴ (۳)

۳ / ۲ (۲)

۲ / ۴ (۱)

۳۹- مطابق شکل، مکعبی به ضلع $a = 5 \text{ cm}$ که از فلزی به چگالی 8 g/cm^3 ساخته شده است، روی سطح شیب‌داری که با افق زاویه‌ی 37° می‌سازد، به حالت سکون قرار دارد. فشاری که مکعب بر سطح زیرین خود وارد می‌کند، چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



کف آسانسور

۴۰- مطابق شکل، مکعب‌مستطیلی که از ماده‌ای به چگالی 4 g/cm^3 ساخته شده، روی کف آسانسوری قرار دارد. اگر آسانسور با شتاب 2 m/s^2 به سمت پایین شروع به حرکت کند، فشاری که مکعب بر سطح زیرین خود وارد می‌کند، چند پاسکال خواهد شد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

۱۶۰۰ (۱)

۲۰۰۰ (۲)

۲۴۰۰ (۳)

۳۲۰۰ (۴)

بخش ۵ فشار ناشی از مایعات و نیرویی که مایع بر اجسام درون خود وارد می‌کند



۴۱- مطابق شکل، در یک مخزن بزرگ آب در چند نقطه سوراخ‌هایی ایجاد شده است و از آن آب به بیرون می‌ریزد. براساس این آزمایش:

(۱) سرعت خروج آب از سوراخ‌ها، با عمق آب متناسب است.

(۲) فشار درون آب، با عمق آن متناسب است.

(۳) هر چه سوراخ بزرگ‌تر باشد، سرعت خروج آب از آن بیشتر است.

(۴) علت فوران آب به بیرون فشار هواست.

۴۲- کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟

(۱) فشار کمیتی برداری است و بنابراین فشار کل از جمع جبری تک‌تک فشارها به دست می‌آید.

(۲) فشار در یک نقطه از شاره میانگین نیرویی است که مولکول‌های شاره بر یکای سطح در آن نقطه وارد می‌کنند.

(۳) اختلاف فشار در دو عمق مختلف از یک مایع، از وزن آن مایع ناشی می‌شود.

(۴) فشار وارد بر مایع محصور، بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع منتقل می‌شود.

۴۳- در یک حوض مستطیل‌شکل به ابعاد $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ تا ارتفاع 50 سانتی‌متر آب وجود دارد. فشار ناشی از آب در کف استخر چند کیلوپاسکال

است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

۲ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۴۴- فشار ناشی از ستون جیوه‌ای به ارتفاع 40 سانتی‌متر معادل چند نیوتون بر سانتی‌متر مربع است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

۵۴۰۰۰ (۴)

۲۷۰۰۰ (۳)

۵ / ۴ (۲)

۲ / ۷ (۱)

۴۵- فشارسنجی را به اندازه‌ی 32 سانتی‌متر درون مایعی به چگالی $1/7 \text{ g/cm}^3$ پایین می‌بریم. افزایش فشار چند میلی‌متر جیوه

است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$)

۴۰ (۴)

۲۵ (۳)

۴ (۲)

۲ / ۵ (۱)

۴۶- هر یک از ابعاد استخر C دو برابر ابعاد استخر B است. اگر عمق آب در استخر C سه متر و در استخر B برابر یک متر باشد، به ترتیب فشار ناشی از آب و نیرویی که بر کف استخر C وارد می‌شود، چند برابر استخر B است؟

۱۲، ۶ (۴)

۳، ۶ (۳)

۱۲، ۳ (۲)

۶، ۳ (۱)

۴۷- تلمبه‌ای باید در هر دقیقه $2/4$ مترمکعب آب را از عمق 25 متری سطح زمین بالا بکشد. توان مفید این تلمبه کیلووات و فشار پیمانه‌ای مورد نیاز آن کیلوپاسکال است. ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

۲۵۰، ۶۰ (۴)

۲۵، ۶۰ (۳)

۲۵۰، ۱۰ (۲)

۲۵، ۱۰ (۱)

۴۸- مطابق شکل در ظرفی تا عمق 40 سانتی‌متر از مایعی به چگالی 2500 kg/m^3 ریخته شده است.

فشار ناشی از مایع در نقطه‌ی A چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

۶ (۲)

۵ (۱)

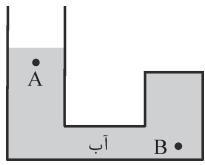
۱۰ (۴)

۷ (۳)



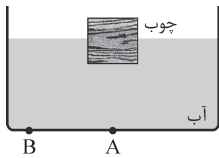
۴۹- در دو ظرف مکعب‌شکل که ابعاد یکی دو برابر دیگری است، مقدار یکسانی آب می‌ریزیم. فشار ناشی از آب در کف ظرف بزرگ‌تر، چند برابر ظرف کوچک‌تر است؟

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) $\frac{1}{8}$



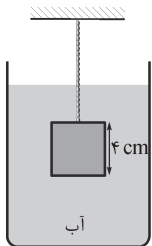
۵۰- اگر مقداری آب بر آب موجود در ظرف مقابل اضافه کنیم، کدام رابطه بین فشار نهایی (P_B , P_A) و افزایش فشار (ΔP_B , ΔP_A) دو نقطه‌ی A و B صحیح است؟ (مشابه سراسری ریاضی ۹۰)

- (۱) $\Delta P_A = \Delta P_B$, $P_A = P_B$ (۲) $\Delta P_A < \Delta P_B$, $P_A = P_B$
 (۳) $\Delta P_A = \Delta P_B$, $P_A < P_B$ (۴) $\Delta P_A < \Delta P_B$, $P_A < P_B$



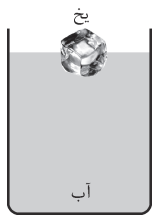
۵۱- مطابق شکل، قطعه چوبی به حجم 200 cm^3 را روی سطح آب حوضی استوانه‌ای شکل به مساحت مقطع 12 m^2 قرار می‌دهیم. اگر چگالی چوب 0.6 g/cm^3 باشد، کدام عبارت درباره‌ی افزایش فشار نقاط A و B صحیح است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) $\Delta P_B = \Delta P_A = 10 \text{ Pa}$ (۲) $\Delta P_B < \Delta P_A = 10 \text{ Pa}$
 (۳) $\Delta P_B = \Delta P_A = 6 \text{ Pa}$ (۴) $\Delta P_B < \Delta P_A = 6 \text{ Pa}$



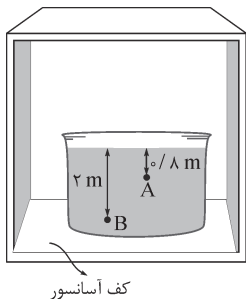
۵۲- در یک ظرف استوانه‌ای شکل که سطح مقطع آن 40 سانتی‌متر مربع است، 456 سانتی‌متر مکعب آب وجود دارد. اگر مطابق شکل مکعبی به ضلع 4 cm که از ماده‌ای به چگالی 5 g/cm^3 ساخته شده، را از نخ آویخته و به طور کامل در این مایع فرو ببریم، فشار وارد بر کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۱۶۰ (۲) ۸۰۰ (۳) ۱۱۴۰ (۴) ۱۳۰۰



۵۳- مطابق شکل، در ظرفی استوانه‌ای شکل یک قالب یخ بر سطح آب شناور است. پس از ذوب کامل یخ، عمق آب و فشار پیمانه‌ای در کف ظرف

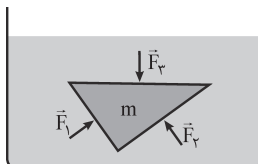
- (۱) افزایش می‌یابد، نیز افزایش می‌یابد.
 (۲) افزایش می‌یابد، ثابت می‌ماند.
 (۳) ثابت می‌ماند، نیز ثابت می‌ماند.
 (۴) ثابت می‌ماند، افزایش می‌یابد.



۵۴- در ظرف شکل مقابل، مایعی به چگالی 2 g/cm^3 وجود دارد. اگر این ظرف را در آسانسوری قرار دهیم که با شتاب 5 m/s^2 و کندشونده رو به بالا حرکت می‌کند، اختلاف فشار دو نقطه‌ی A و B چند کیلوپاسکال خواهد شد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۲۴ (۲) ۱۲ (۳) ۳۶ (۴) ۱۸

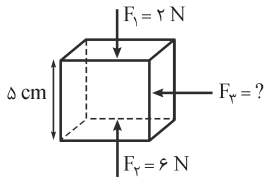
۵۵- مطابق شکل، منشوری به جرم m در داخل مایعی به حالت تعادل (غوطه‌ور) قرار دارد. کدام رابطه بین نیروهایی که مایع بر وجه‌های منشور وارد می‌کند، صحیح است؟



- (۱) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$
 (۲) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m\vec{g}$
 (۳) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + m\vec{g} = 0$
 (۴) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3$

۵۶- ابعاد استخری $25 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ و عمق آن 2 m است. نیرویی که آب بر دیواره‌ی 8 متری استخر وارد می‌کند، چند کیلونیوتون است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۱۶۰ (۲) ۳۲۰ (۳) ۲۰۰۰ (۴) ۴۰۰۰



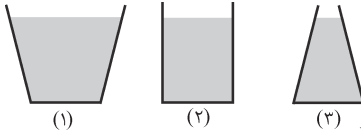
۵۷- مطابق شکل، مکعبی به ضلع ۵ سانتی‌متر را درون مایعی در نظر می‌گیریم. اگر نیروی وارد بر وجه‌های بالایی و پایینی مکعب $F_1 = 2 \text{ N}$ و $F_2 = 6 \text{ N}$ باشند، نیروی مایع بر وجه جانبی مکعب (F_3) برابر نیوتون است و چگالی مایع گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

$$3/2, 4(2)$$

$$3/2, 3(1)$$

$$8, 4(4)$$

$$8, 3(3)$$



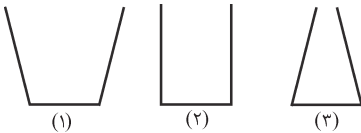
۵۸- مطابق شکل، در سه ظرف با مساحت قاعده‌های یکسان، تا ارتفاع مساوی از یک مایع می‌ریزیم. کدام رابطه بین وزن مایع درون ظرف‌ها (w) و نیرویی که مایعات بر کف هر ظرف وارد می‌کنند (F) صحیح است؟

$$w_1 < F_1 = F_2 = F_3 = w_2 < w_3(2)$$

$$w_3 < F_1 = F_2 = F_3 = w_2 < w_1(1)$$

$$F_1 < w_1 = w_2 = w_3 = F_2 < F_3(4)$$

$$F_2 < w_1 = w_2 = w_3 = F_3 < F_1(3)$$



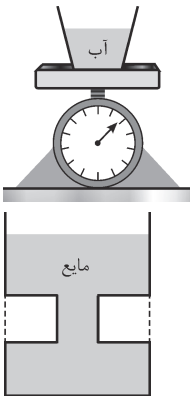
۵۹- مطابق شکل، در سه ظرف با مساحت قاعده‌های یکسان، جرم مساوی از یک مایع می‌ریزیم. کدام رابطه بین وزن مایع درون ظرف‌ها (w) و نیرویی که مایعات بر کف هر ظرف وارد می‌کنند (F) صحیح است؟

$$w_1 < F_1 = F_2 = F_3 = w_2 < w_3(2)$$

$$w_3 < F_1 = F_2 = F_3 = w_2 < w_1(1)$$

$$F_1 < w_1 = w_2 = w_3 = F_2 < F_3(4)$$

$$F_2 < w_1 = w_2 = w_3 = F_3 < F_1(3)$$



۶۰- مطابق شکل، ظرفی حاوی 100 گرم آب روی ترازو قرار دارد. اگر 100 گرم آب بر آب موجود در ظرف بیفزاییم، چه رابطه‌ای بین افزایش وزنی که ترازو نشان می‌دهد (Δw) و افزایش نیروی مایع بر کف ظرف (ΔF) وجود دارد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

$$\Delta F > \Delta w > 1 \text{ N}(2)$$

$$\Delta F = \Delta w = 1 \text{ N}(1)$$

$$\Delta F < \Delta w = 1 \text{ N}(4)$$

$$\Delta F > \Delta w = 1 \text{ N}(3)$$

۶۱- در ظرف مقابل، تا ارتفاع مشخص شده مایع ریخته شده است. کدام عبارت صحیح است؟

(۱) برابری نیروهایی که کف و جداره‌های ظرف بر مایع وارد می‌کنند بیشتر از نیروی وزن مایع است.

(۲) برابری نیروهایی که کف و جداره‌های ظرف بر مایع وارد می‌کنند، کم‌تر از نیروی وزن مایع است.

(۳) نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند، بیشتر از نیروی وزن مایع است.

(۴) نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند، کم‌تر از نیروی وزن مایع است.

بخش ۲ فشار در گازها و محاسبه‌ی فشار کل در مایع با در نظر گرفتن فشار هوا

۶۲- در کدام گزینه فشار هوا نقشی ندارد؟

(۱) بیرون نریختن آب از لوله‌ی پیهت

(۲) وقتی با یک نی نوشابه‌ای را می‌مکیم، نوشابه از نی بالا می‌آید.

(۳) اگر کف یک مخزن حاوی آب سوراخ شود، آب از آن به بیرون می‌ریزد.

(۴) اگر در یک قوطی مقدار کمی آب جوش بریزیم و در آن را محکم ببندیم، پس از سرد شدن، قوطی مچاله می‌شود.

۶۳- اگر بتوان چگالی هوا را تا ارتفاع 2000 متری یکنواخت و برابر $1/2 \text{ kg/m}^3$ در نظر گرفت، فشار هوا در بالای کوهی که ارتفاعش از سطح

زمین 1800 متر است، چند پاسکال می‌باشد؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

$$100000(4)$$

$$82000(3)$$

$$76000(2)$$

$$78400(1)$$

۶۴- شهر تهران در ارتفاع 1400 متری از سطح آزاد دریا قرار دارد. اگر فشار هوا در سطح آزاد دریا برابر 76 cmHg باشد، فشار هوا در تهران چند میلی‌متر جیوه است؟

$$746(4)$$

$$620(3)$$

$$74/6(2)$$

$$62(1)$$

۶۵- در محلی که فشار هوا برابر 10^5 پاسکال است، بر هر وجه یک کفهی ترازو به مساحت 10 سانتی‌متر مربع نیروی نیوتون وارد می‌شود و کفه در اثر فشار هوا به طرف پایین رانده
 (۱) 100 ، می‌شود. (۲) 10 ، نمی‌شود. (۳) 1000 ، می‌شود. (۴) 1000 ، نمی‌شود.

۶۶- اگر فشار هوا برابر 10^5 Pa باشد، فشار کل در عمق 20 متری دریا چند برابر فشار در عمق 5 متری آن است؟

$$(g = 10 \text{ N/kg}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3)$$

$$1/5(2)$$

$$4(1)$$

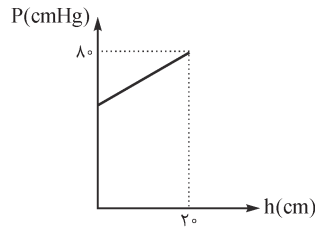
$$5/3(4)$$

$$2(3)$$

۶۷- در دو ظرف استوانه‌ای شکل که سطح قاعده‌ی یکی A و سطح قاعده‌ی دیگری $2A$ می‌باشد، به مقدار مساوی آب می‌ریزیم. اگر فشار کل وارد بر کف ظرف اول P_1 و فشار کل وارد بر کف ظرف دوم P_2 باشد، کدام رابطه صحیح است؟ (مشابه آزار ریاضی ۷۳)

$$P_2 < P_1 < 2P_1 \quad (1) \quad P_1 = 2P_2 \quad (2) \quad P_1 < P_2 < 2P_1 \quad (3) \quad P_2 = 2P_1 \quad (4)$$

۶۸- در محلی که فشار هوا 72 cmHg است، نمودار فشار برحسب فاصله از سطح آزاد یک مایع مطابق شکل است. چگالی جیوه چند برابر این مایع است؟



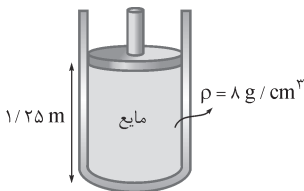
- (۱) ۲
(۲) ۲/۵
(۳) ۳/۶
(۴) ۴

۶۹- در عمق ۲ متری دریاچه‌ای، فشار کل برابر 90 cmHg است. اگر فشار هوا در سطح دریاچه برابر 75 cmHg باشد، فشار کل در عمق ۸ متری این دریاچه چند سانتی‌متر جیوه است؟

$$175 \quad (1) \quad 150 \quad (2) \quad 135 \quad (3) \quad 120 \quad (4)$$

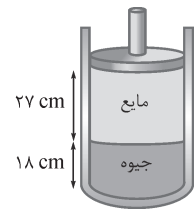
۷۰- اگر فشار کل در عمق‌های ۹۶ و ۱۶۸ سانتی‌متری از مایعی به ترتیب برابر ۸۴ و ۹۳ سانتی‌متر جیوه باشد، چگالی جیوه برابر چگالی مایع است و فشار در سطح مایع سانتی‌متر جیوه می‌باشد.

$$76, 8 \quad (1) \quad 76, 6 \quad (2) \quad 72, 8 \quad (3) \quad 72, 6 \quad (4)$$



۷۱- مطابق شکل، در زیر پیستونی به جرم ۴ کیلوگرم و سطح مقطع 25 سانتی‌متر مربع، ستونی به ارتفاع $1/25 \text{ m}$ از مایعی به چگالی $\rho = 8 \text{ g/cm}^3$ وجود دارد. اگر فشار هوا برابر 10^5 Pa باشد، فشار کل وارد بر کف ظرف چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

$$126 \quad (1) \quad 360 \quad (2) \quad 116 \quad (3) \quad 216 \quad (4)$$



۷۲- مطابق شکل مقابل، در زیر پیستونی به جرم $2/7 \text{ kg}$ و سطح مقطع 40 cm^2 ، ستونی از جیوه به ارتفاع 18 cm و ستونی از یک مایع مخلوط‌نشده با جیوه به ارتفاع 27 cm وجود دارد. اگر فشار هوا برابر 75 cmHg باشد، فشار کل وارد بر کف ظرف چند سانتی‌متر جیوه است؟

$$(g = 10 \text{ N/kg}, \rho_{\text{مایع}} = 4 \text{ g/cm}^3, \rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3)$$

$$125 \quad (1) \quad 106 \quad (2) \quad 100 \quad (3) \quad 92 \quad (4)$$

۷۳- در یک محفظه‌ی استوانه‌ای شکل جرم‌های مساوی از آب و روغن ریخته‌ایم، به طوری که مجموع ارتفاع آن‌ها برابر 90 cm می‌شود. فشار ناشی از مایع‌ها در کف ظرف چند پاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{روغن}} = 0/8 \text{ g/cm}^3$)

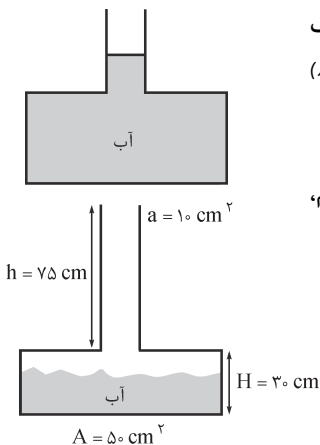
$$9000 \quad (1) \quad 8100 \quad (2) \quad 8000 \quad (3) \quad 7200 \quad (4)$$

۷۴- در یک مخزن استوانه‌ای، مقداری آب و به اندازه‌ی $1/4$ برابر جرم آن، جیوه ریخته شده است. اگر مجموع ارتفاع دو لایه‌ی مایع برابر 75 cm و فشار هوا 75 cmHg باشد، فشار کل وارد بر کف استوانه چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$)

$$121 \quad (1) \quad 95 \quad (2) \quad 87 \quad (3) \quad 82 \quad (4)$$

(مشابه سراسری تهری ۷۷)

بخش ۷ ظرف با دو سطح مقطع مختلف، منگنه‌ی آبی و لوله‌های U شکل



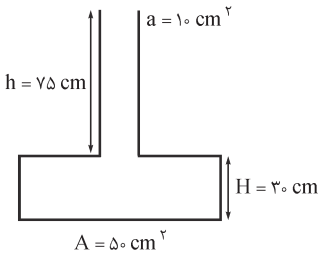
۷۵- در شکل مقابل، مساحت کف ظرف 40 برابر سطح آزاد مایع است. اگر 100 گرم آب بر آب موجود در ظرف اضافه کنیم، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف چند نیوتون خواهد بود؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) (مشابه آزار ریاضی ۸۰)

$$1 \quad (1) \quad 40 \quad (2) \quad 4 \quad (3)$$

۷۶- در ظرف مقابل، یک کیلوگرم آب وجود دارد. اگر یک کیلوگرم دیگر بر آب موجود در ظرف اضافه کنیم، فشار ناشی از آب در کف ظرف چند برابر خواهد شد؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

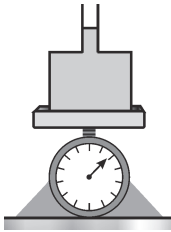
- (۱) ۲
(۲) ۲/۵
(۳) ۴
(۴) ۵

۷۷- در ظرف مقابل، دو کیلوگرم آب می‌ریزیم. نیرویی که آب بر کف ظرف وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



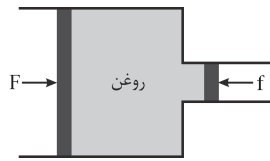
- (۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۲۰
(۴) ۴۰

۷۸- در شکل مقابل، سطح قاعده‌ی ظرف 40 cm^2 و سطح مقطع قسمت باریک آن 8 cm^2 است و ترازو در ابتدا 100 N را نشان می‌دهد. اگر 200 g گرم مایع به آن اضافی کنیم، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف و عددی که ترازو نشان می‌دهد، به ترتیب چند نیوتون می‌باشد؟



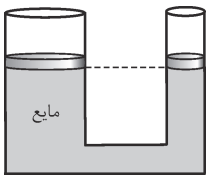
- (۱) $102, 2$
(۲) $110, 2$
(۳) $102, 10$
(۴) $110, 10$

۷۹- مطابق شکل، داخل یک سرنگ مقداری روغن قرار دارد و قطر پیستون بزرگ ۲ برابر پیستون کوچک است. اگر نیروی $F = 24 \text{ N}$ بر پیستون بزرگ وارد شود، نیروی وارد بر پیستون کوچک (f) چند نیوتون باشد تا دستگاه به حالت تعادل باقی بماند؟



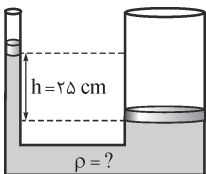
- (۱) ۶
(۲) ۱۲
(۳) ۴۸
(۴) ۹۶

۸۰- در بالابر هیدرولیکی شکل مقابل، اگر پیستون کوچک 15 cm جابه‌جا شود، پیستون بزرگ 6 mm جابه‌جا می‌شود. اگر جرم پیستون کوچک 400 g باشد، برای برقراری تعادل، جرم پیستون بزرگ چند کیلوگرم باید باشد؟



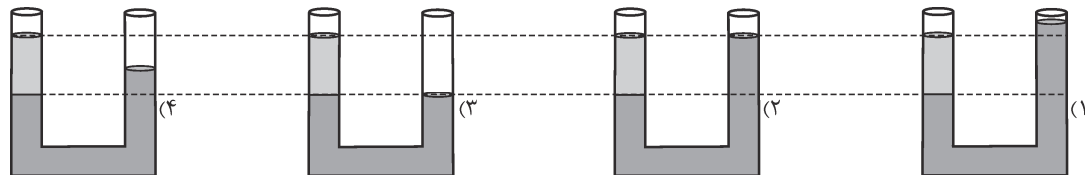
- (۱) ۱
(۲) ۱۰
(۳) $1/6$
(۴) ۱۶

۸۱- در منگنه‌ی آبی مقابل، مساحت پیستون‌های بزرگ و کوچک برابر 100 cm^2 و 10 cm^2 و جرم آن‌ها به ترتیب برابر 8 kg و 5 kg می‌باشد. اگر $h = 25 \text{ cm}$ و مجموعه در حال تعادل باشد، چگالی مایع داخل منگنه چند واحد SI است؟

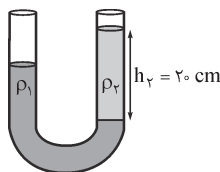


- (۱) ۱۰۰۰
(۲) ۱۲۰۰
(۳) ۱۵۰۰
(۴) ۱۶۰۰

۸۲- در کدام یک از گزینه‌های زیر دو مایع درون لوله‌ی U شکل نمی‌توانند در حالت تعادل قرار داشته باشند؟

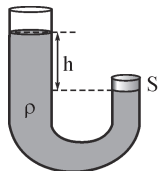


۸۳- در لوله‌ی U شکل مقابل، دو مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $\rho_1 = 1/5 \text{ g/cm}^3$ و ρ_2 وجود دارد. اگر اختلاف سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخه برابر 8 cm باشد، چگالی مایع ρ_1 چند واحد SI است؟



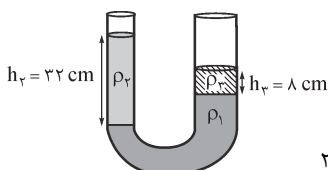
- (۱) $2/5$
(۲) $3/75$
(۳) ۲۵۰۰
(۴) ۳۷۵۰

۸۴- مطابق شکل، مایعی به چگالی ρ در داخل یک لوله‌ی U شکل ریخته شده و انتهای شاخه‌ی سمت راست آن با دریوشی بسته شده است. اگر شعاع شاخه‌ی سمت چپ $2r$ و شعاع شاخه‌ی سمت راست برابر r باشد، نیرویی که از طرف مایع بر دریوش S وارد می‌شود، کدام است؟

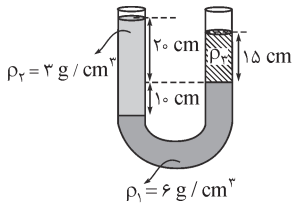


- (۱) $2\pi r \rho g h$
(۲) $\pi r^2 \rho g h$
(۳) $4\pi r \rho g h$
(۴) $4\pi r^2 \rho g h$

۸۵- در لوله‌ی U شکل مقابل، سه مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $\rho_1 = 4 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_2 = 1/5 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_3 = 1 \text{ g/cm}^3$ به حالت تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع شاخه‌ی سمت راست ۲ برابر شاخه‌ی سمت چپ باشد، اختلاف ارتفاع مایع ρ_1 در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟

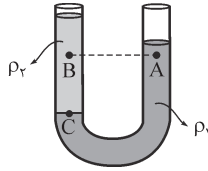


- (۱) ۴
(۲) ۸
(۳) ۱۰
(۴) ۲۲



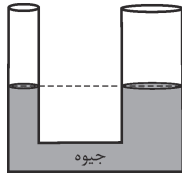
۸۶- در لوله‌ی U شکل مقابل، سه مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $\rho_2 = 3 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_1 = 6 \text{ g/cm}^3$ و ρ_3 در حالت تعادل قرار دارند. فشار پیمانه‌ای در فصل مشترک مایع‌های ρ_1 و ρ_2 چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- ۳ (۱)
 ۴/۵ (۲)
 ۹ (۳)
 ۶ (۴)



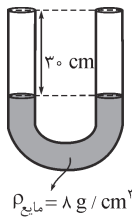
۸۷- در لوله‌ی U شکل مقابل، دو مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 به حالت تعادل قرار دارند. کدام گزینه در مورد فشار نقاط A، B و C صحیح است؟

- $P_C > P_B > P_A$ (۲)
 $P_C > P_A = P_B$ (۱)
 $P_C = P_A > P_B$ (۴)
 $P_C > P_A > P_B$ (۳)



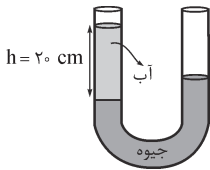
۸۸- مساحت مقطع شاخه‌ی سمت راست لوله‌ی U شکل مقابل 3 cm^2 و مساحت مقطع شاخه‌ی سمت چپ آن 2 cm^2 است. چند سانتی‌متر مکعب آب در شاخه‌ی سمت چپ بریزیم تا سطح جیوه در شاخه‌ی سمت راست نسبت به محل اولیه‌ی خود ۲ cm بالا بیاید؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$)

- ۵۴ (۱)
 ۱۰۸ (۲)
 ۶۷/۵ (۴)
 ۱۳۵ (۳)



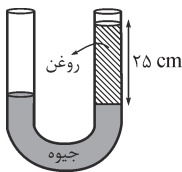
۸۹- مطابق شکل، در یک لوله‌ی U شکل که قطر مقطع آن همه‌جا ثابت است، مایعی با چگالی 8 g/cm^3 که با آب مخلوط نمی‌شود، در حالت تعادل قرار دارد. از شاخه‌ی سمت چپ آن قدر آب می‌ریزیم تا این شاخه کاملاً پر شود. چند سانتی‌متر از شاخه‌ی سمت راست خالی می‌ماند؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

- ۲۲/۵ (۱)
 ۲۴ (۲)
 ۲۸ (۴)
 ۲۶/۲۵ (۳)



۹۰- در شاخه‌ی سمت چپ لوله‌ی U شکل مقابل، ستونی از آب به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بر روی جیوه وجود دارد. اگر سطح مقطع لوله همه‌جا برابر 2 cm^2 باشد، چند گرم روغن در شاخه‌ی سمت راست بریزیم تا جیوه در دو شاخه هم‌سطح گردد؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{روغن}} = 0/8 \text{ g/cm}^3$)

- ۲۵ (۱)
 ۳۲ (۲)
 ۴۰ (۳)
 ۵۰ (۴)



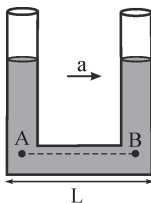
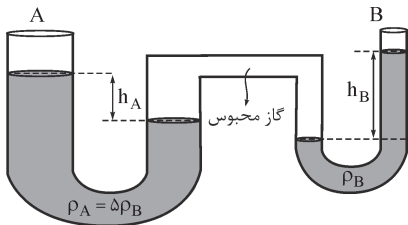
۹۱- در شاخه‌ی سمت راست لوله‌ی U شکل مقابل، ستونی از روغن به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر بر روی جیوه وجود دارد. در شاخه‌ی سمت چپ آن قدر آب بر روی جیوه می‌ریزیم تا سطح آزاد آب و روغن هم‌سطح شوند. ارتفاع ستون آب در این حالت چند سانتی‌متر است؟

- $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{روغن}} = 0/8 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$ (۱)
 ۲۰ (۱)
 ۲۰/۴ (۲)
 ۲۵ (۳)
 ۲۵/۴ (۴)

۹۲- در شکل زیر، سطح مقطع لوله‌ی U شکل A دو برابر سطح مقطع لوله‌ی U شکل B است.

اگر $\rho_A = 5\rho_B$ باشد، نسبت $\frac{h_B}{h_A}$ کدام است؟

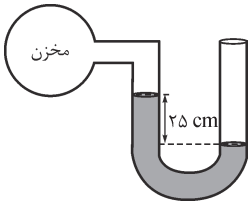
- ۲ (۱)
 ۲/۵ (۲)
 ۵ (۳)
 ۱۰ (۴)



۹۳- مطابق شکل، داخل لوله‌ی U شکلی به طول L مایعی ریخته شده است و لوله با شتاب ثابت a در امتداد افقی به طرف راست حرکت می‌کند. اگر سطح مقطع لوله همه‌جا یکسان باشد، کدام گزینه درباره‌ی فشار دو نقطه‌ی هم‌تراز A و B و اختلاف ارتفاع مایع در دو شاخه (Δh) صحیح است؟

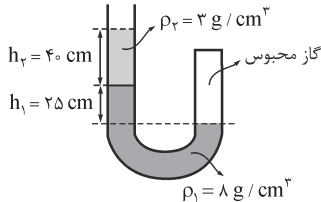
- $\Delta h = L(\frac{a}{g})$ ، $P_A = P_B$ (۲)
 $\Delta h = L(\frac{a}{g})$ ، $P_A > P_B$ (۱)
 $\Delta h = L(\frac{g}{a})$ ، $P_A = P_B$ (۴)
 $\Delta h = L(\frac{g}{a})$ ، $P_A > P_B$ (۳)

بخش ۸ فشارسنج، جوسنج جیوه‌ای و قانون پیوستگی



۹۴- اگر چگالی مایع موجود در لوله‌ی U شکل مقابل، $3/2 \text{ g/cm}^3$ باشد، فشار گاز موجود در مخزن چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $P_0 = 100 \text{ kPa}$)

- (۱) ۹۲
(۲) ۹۹/۲
(۳) ۱۰۰/۸
(۴) ۱۰۸

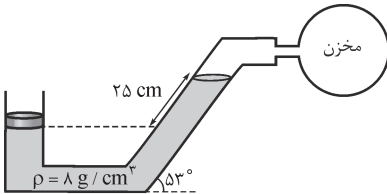


۹۵- در شکل مقابل، چگالی دو مایع مخلوط‌نشده‌ی برابر $\rho_1 = 8 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_2 = 3 \text{ g/cm}^3$ است. فشار پیمانه‌ی گاز محبوس چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۳۲
(۲) ۳۹/۵
(۳) ۱۳۲
(۴) ۱۳۹/۵

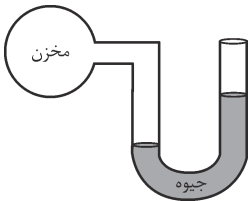
۹۶- شخصی به دهانه‌ی یک لوله‌ی U شکل حاوی آب می‌دمد و در اثر آن، آب در شاخه‌ی که شخص به آن می‌دمد، ۱۰ سانتی‌متر از وضع اولیه‌ی خود پایین می‌رود. اگر سطح مقطع لوله همه‌جا ثابت باشد، فشار پیمانه‌ی دمیدن شخص چند پاسکال است؟ ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۱۰۰
(۲) ۲۰۰
(۳) ۱۰۰۰
(۴) ۲۰۰۰



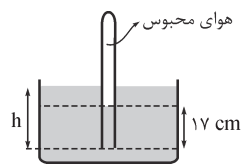
۹۷- در شکل مقابل جرم پیستون ۴ kg و مساحت مقطع آن 20 cm^2 است. اگر چگالی مایع 8 g/cm^3 باشد، فشار پیمانه‌ی مخزن گاز چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۴
(۲) ۸
(۳) ۱۶
(۴) ۲۰



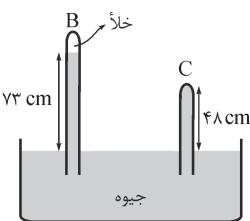
۹۸- در شکل مقابل، اگر سوراخی در مخزن ایجاد کنیم، سطح جیوه در شاخه‌ی سمت راست ۲۰ سانتی‌متر پایین می‌آید. فشار پیمانه‌ی مخزن در ابتدا چند کیلوپاسکال بوده است؟ ($P_0 = 100 \text{ kPa}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۲۷
(۲) ۵۴
(۳) ۱۲۷
(۴) ۱۵۴



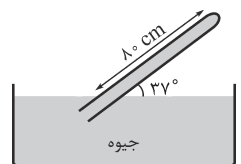
۹۹- مطابق شکل مقابل، لوله‌ی قائمی به صورت وارون تا عمق ۲۵ cm درون مایعی به چگالی $1/7 \text{ g/cm}^3$ فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۱۷ cm باشد، فشار هوای محبوس در داخل لوله، چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$, $P_0 = 75 \text{ cmHg}$) (مشابه سراسری تیرپی ۷۸)

- (۱) ۷۴
(۲) ۷۶
(۳) ۶۷
(۴) ۸۳



۱۰۰- شکل مقابل دو فشارسنج جیوه‌ای را نشان می‌دهد. اگر سطح مقطع لوله‌ی C برابر 8 cm^2 باشد، نیرویی که جیوه بر ته این لوله وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۲۵
(۲) ۲۷
(۳) ۵۱/۸۴
(۴) ۷۸/۸۴



۱۰۱- مطابق شکل مقابل، لوله‌ای به طول ۸۰ cm با سطح آزاد جیوه، زاویه‌ی 37° می‌سازد. اگر مساحت ته لوله برابر $A = 5 \text{ cm}^2$ باشد، نیرویی که جیوه بر انتهای این لوله وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($P_0 = 76 \text{ cmHg}$, $g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۸/۱
(۲) ۱۸/۹
(۳) ۳۲/۴
(۴) ۴۳/۲



۱۰۲- در شکل مقابل، قطر دهانه‌ی پهن‌تر لوله، دو برابر قطر دهانه‌ی باریک‌تر آن است. اگر در هر ثانیه، ۴ لیتر آب با سرعت 1 m/s از دهانه‌ی بزرگ‌تر لوله وارد شود، لیتر آب با سرعت متر بر ثانیه از دهانه‌ی کوچک‌تر خارج خواهد شد. (مشابه سراسری تیرپی ۷۵)

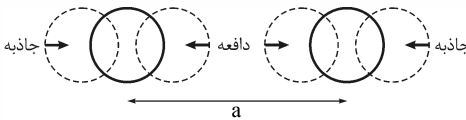
- (۱) ۱،۱
(۲) ۱،۴
(۳) ۴،۱
(۴) ۴،۴



حالت‌های مختلف ماده

۱ ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز وجود دارد. در جامدها، مولکول‌ها در مکان‌های خاصی قرار دارند و فقط می‌توانند در اطراف این مکان‌ها حرکت‌های نوسانی کوچکی انجام دهند. بسته به نحوه‌ی سردکردن مایع دو نوع جامد داریم؛ یکی **جامد بلورین** (کریستالین) که از سردکردن آهسته‌ی مذاب به دست می‌آید و دارای یک واحد شبکه‌ای است که کل ساختار از تکرار آن به دست آمده است و دیگری **جامدهای بی‌شکل** (آمورف) که از سردکردن سریع مذاب به دست می‌آید و چون مولکول‌ها فرصت ندارند خود را منظم کرده و واحد شبکه‌ای را تشکیل دهند، نمی‌توان کوچک‌ترین جزئی را مشخص کرد که کل ساختار از تکرار منظم آن حاصل شده باشد. تمام فلزات و عموم سرامیک‌ها مانند نمک طعام جزء جامدات بلورین به حساب می‌آیند و شیشه مثالی از جامدات بی‌شکل است.

۲ در مایعات، مولکول‌ها در فواصل ثابتی از هم قرار دارند، اما آزادانه به اطراف حرکت می‌کنند و روی هم می‌لغزند. مولکول‌های مایعات در یک فاصله‌ی تعادلی (a) از هم قرار دارند. وقتی فاصله‌ی مولکول‌ها از فاصله‌ی تعادلی بیشتر شود، یک نیروی جاذبه بین



آن‌ها ایجاد می‌شود و اگر فاصله‌ی مولکول‌ها از فاصله‌ی تعادلی کم‌تر شود، یک نیروی دافعه‌ی قوی بین آن‌ها ایجاد می‌شود و آن‌ها را تقریباً **تراکم‌ناپذیر** می‌سازد. در حالت جامد پیوندها جهت دارند، اما در حالت مایع پیوندها، جهت‌دار بودن خود را از دست داده‌اند.

۳ در حالت گازی تمام پیوندهای بین مولکول‌ها شکسته شده است و مولکول‌ها آزادانه به اطراف حرکت می‌کنند و با یکدیگر و جداره‌ی ظرف برخورد می‌کنند.

۴ فاصله‌ی مولکول‌ها از هم در حالت جامد و مایع تقریباً با هم برابر و در حدود یک آنگستروم است؛ در حالی که فاصله‌ی مولکول‌ها در حالت گاز چند ده برابر فاصله‌ی آن‌ها در مایع و جامد است.

۵ اگر یک قطره‌ی روغن مایع را روی سطح آب بچکانیم، قطره‌ی روغن روی سطح آب گسترش می‌یابد و اگر سطح آب به اندازه‌ی کافی وسیع باشد، لایه‌ی نازکی از روغن که ضخامت آن در حدود اندازه‌ی یک مولکول است، بر سطح آب تشکیل می‌شود.

اگر مایع را سریع سرد کنیم، مولکول‌ها فرصت کافی ندارند که خود را در طرح منظمی مرتب کنند. در نتیجه، تا حدود زیادی در وضعیت نامنظمی که در حالت مایع داشتند، باقی می‌مانند. بنابراین ساختار مولکولی جامدات بی‌شکل به مایعات نزدیک‌تر است تا جامدات.

۲- گزینه‌ی «۱» توجه کنید که در جامدات بی‌شکل، مولکول‌ها در طرح‌های منظمی در کنار هم قرار ندارند.

۳- گزینه‌ی «۳» تنها مثالی که از جامدهای بی‌شکل در کتاب درسی زده شده است، شیشه می‌باشد.

۴- گزینه‌ی «۴» می‌دانیم در بین سیالات (یعنی گازها و مایعات)، مایعات تراکم‌ناپذیرند، زیرا وقتی مولکول‌های مایع به هم بسیار نزدیک

می‌شوند، یک نیروی رانشی بسیار قوی بین آن‌ها ایجاد می‌شود که از نزدیک شدن بیشتر آن‌ها جلوگیری می‌کند.

۵- گزینه‌ی «۱» مولکول‌های آب آزادانه به اطراف حرکت می‌کنند و با یکدیگر برخورد می‌کنند که اصطلاحاً می‌گوییم مولکول‌های آب به

صورت **کاتوره‌ای** حرکت می‌کنند. اگر یک قطره‌ی جوهر را به آرامی در گوشه‌ای از لیوان بریزیم، پس از مدتی جوهر در تمام آب پخش می‌شود، زیرا مولکول‌های آب به صورت کاتوره‌ای حرکت می‌کنند و برخورد آن‌ها با ذره‌های جوهر، آن‌ها را به همه‌ی جهت‌ها می‌راند. سرعت متوسط حرکت مولکول‌های جوهر بسیار زیاد است و انتظار می‌رود مولکول‌های جوهر در چند صدم ثانیه به طور کامل در آب پخش شوند که در عمل این کار به چند ثانیه زمان نیاز دارد. علت این است که مولکول‌های جوهر مرتباً با مولکول‌های آب برخورد می‌کنند و در نتیجه مسیر آن‌ها به جای خط راست، به صورت خط شکسته است.

۶- گزینه‌ی «۳» چگالی مایعات و جامدات نزدیک به هم است، در حالی که چگالی گازها بسیار کم‌تر از این دو حالت ماده است. از طرف

دیگر هر چه چگالی ماده‌ای کم‌تر باشد، فاصله‌ی بین مولکول‌های آن بیشتر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت فاصله‌ی بین مولکول‌ها در دو حالت جامد و مایع تقریباً با هم برابر است، در حالی که فاصله‌ی بین مولکول‌ها در حالت گاز، بسیار بیشتر از حالت‌های جامد و مایع است.

۷- گزینه‌ی «۲» بزرگ‌ترین قطره‌ی روغن در حالتی تشکیل می‌شود که ضخامت لایه‌ی روغن در حدود اندازه‌ی یک مولکول روغن باشد. بنابراین اگر مساحت قطره‌ی روغن برابر A و حجم قطره برابر V باشد، داریم:

$$V = Ah \rightarrow 1 \text{ mm}^3 = 10 \times h \rightarrow 10^{-9} \text{ m}^3 = 10 \times h \rightarrow h = 10^{-10} \text{ m} \xrightarrow{1 \text{ m} = 10^8 \text{ \AA}} h = 1 \text{ \AA}$$

یعنی قطر یک مولکول روغن در حدود یک آنگستروم است.

۸- گزینه‌ی «۳»

چگالی

جرم یک متر مکعب از هر جسم، **چگالی** (ρ) آن نامیده می‌شود که اگر جرم جسم برابر m و حجم آن برابر V باشد، چگالی آن از رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$ به دست می‌آید. یکای چگالی در SI، kg/m^3 است و واحد فرعی آن g/cm^3 می‌باشد که هر g/cm^3 معادل 1000 kg/m^3 می‌باشد. معمولاً (البته به جز مواردی) چگالی حالت جامد یک ماده اندکی از حالت مایع آن بیشتر است و چگالی با تبدیل به بخار به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

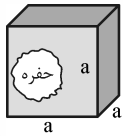
۱ چگالی آلیاژ: معمولاً برای دستیابی به خواص مطلوب‌تر، مواد را با هم مخلوط کرده و آلیاژ تشکیل می‌دهند. در بسیاری از موارد تغییر حجم ناشی از اختلاط ناچیز است (محلول ایده‌آل) و چگالی آلیاژ به سادگی از تقسیم مجموع جرم اجزای سازنده‌ی آن بر مجموع حجم اجزای سازنده‌ی آن به دست می‌آید و داریم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

اما اگر تغییر حجم ناشی از اختلاط ناچیز نباشد (محلول غیر ایده‌آل)، باید آن را به حساب آورد و چگالی آلیاژ را از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots \pm \Delta V}$$

که ΔV تغییر حجم ناشی از اختلاط است.



۲ چگالی جسم حفره‌دار: در این حالت معمولاً **حجم ظاهری** جسم یا با روابط ساده‌ی هندسی و یا با استفاده از مقداری که جسم سطح یک مایع را بالا می‌برد تعیین می‌شود و **حجم واقعی** جسم با داشتن چگالی و جرم جسم به دست می‌آید. در نهایت حجم حفره، که در حقیقت حجم ظاهری منهای حجم واقعی است، حساب می‌شود.

به علت وجود نمک در آب دریا، چگالی آن (1030 kg/m^3) بیشتر از چگالی آب شیرین (1000 kg/m^3) است و اگر شخصی در آب استخر شناور بماند، قطعاً در آب دریا هم شناور خواهد ماند. طلای ۲۴ عیار طلای خالص است، بنابراین طلای ۱۸ عیار آلیاژی است که $\frac{18}{24}$ وزن آن را طلا و $\frac{6}{24}$ وزن آن را مس تشکیل داده است. اگر با **حجم** مساوی از مایع‌های A و B محلولی ایده‌آل بسازیم، چگالی محلول میانگین چگالی مایع‌های A و B می‌باشد. بالاتر بودن چگالی حاکی از نزدیک‌تر بودن مولکول‌ها در آن ماده است و بنابراین علت کاهش بسیار زیاد چگالی در حین تبخیر، افزایش فاصله‌ی بین مولکول‌ها در ضمن تبدیل مایع به گاز می‌باشد.

۹- گزینه‌ی «۴» با استفاده از روابط هندسی، حجم مکعب را به دست آورده و از رابطه‌ی چگالی استفاده می‌کنیم:

$$V = a^3 \rightarrow V = 5^3 = 125 \text{ cm}^3, \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{400}{125} \rightarrow \rho = 3.2 \text{ g/cm}^3 \xrightarrow{1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3} \rho = 3200 \text{ kg/m}^3$$

توجه کنید واحد چگالی در SI، کیلوگرم بر متر مکعب است.

۱۰- گزینه‌ی «۱» رابطه‌ی چگالی را با رابطه‌ی محاسبه‌ی حجم یک کره ترکیب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V}, V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \left(\frac{m_B}{m_A}\right) \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \left(\frac{m_B}{5m_B}\right) \times \left(\frac{2R}{R}\right)^3 \rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{8}{5}$$

۱۱- گزینه‌ی «۳» از فرم مقایسه‌ای رابطه‌ی چگالی استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \left(\frac{m_A}{m_B}\right) \times \left(\frac{V_B}{V_A}\right) \rightarrow \frac{2}{3} = \left(\frac{1}{6}\right) \times \left(\frac{V_B}{5}\right) \rightarrow V_B = 2/5 \text{ lit}$$

۱۲- گزینه‌ی «۲» چون ظرف پر از روغن است، حجم روغنی که از ظرف بیرون می‌ریزد، با حجم گلوله برابر است و از فرم مقایسه‌ای

رابطه‌ی چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{روغن}}} = \left(\frac{m_{\text{فلز}}}{m_{\text{روغن}}}\right) \times \left(\frac{V_{\text{روغن}}}{V_{\text{فلز}}}\right) \rightarrow \frac{\rho_{\text{فلز}}}{16} = \left(\frac{1}{16}\right) \times 1 \rightarrow \rho_{\text{فلز}} = 4 \text{ g/cm}^3 \xrightarrow{1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3} \rho_{\text{فلز}} = 4000 \text{ kg/m}^3$$

۱۳- گزینه‌ی «۲» حجم قطعه فلز، برابر افزایش حجم آب و برابر $V = 150 - 110 = 40 \text{ cm}^3$ است و جرم آن از افزایش نیرویی که ترازو نشان می‌دهد، به دست می‌آید و می‌توان نوشت:

$$w = mg \rightarrow (3 - 1/92) = m \times 10 \rightarrow m = 0.108 \text{ kg} = 108 \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{108}{40} = 2.7 \text{ g/cm}^3 \xrightarrow{1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3} \rho = 2700 \text{ kg/m}^3$$

۱۴- گزینه‌ی «۲» چون حجم مکعب چوبی ($V = a^3 = 4^3 = 64 \text{ cm}^3$) بیش از حجم آبی است که از ظرف بیرون ریخته است، چگالی چوب

کم‌تر از چگالی آب است و مکعب بر سطح آب شناور می‌ماند. در این حالت جرم آب بیرون ریخته از ظرف با جرم مکعب چوبی برابر است و از فرم

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_{\text{چوب}}}{\rho_{\text{آب}}} = \left(\frac{m_{\text{چوب}}}{m_{\text{آب}}} \right) \times \left(\frac{V_{\text{آب}}}{V_{\text{چوب}}} \right) \rightarrow \frac{\rho_{\text{چوب}}}{1} = 1 \times \frac{40}{64} \rightarrow \rho_{\text{چوب}} = 0.625 \text{ g/cm}^3$$

مقایسه‌ای رابطه‌ی چگالی می‌توان نوشت:

$$\xrightarrow{1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3} \rho_{\text{چوب}} = 625 \text{ kg/m}^3$$

۱۵- گزینه‌ی «۳» چون محلول ایده‌آل است، تغییر حجم ناشی از اختلاط ناچیز است ($\Delta V = 0$) و برای محاسبه‌ی چگالی محلول داریم:

$$\rho_{\text{محلول}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \rightarrow \rho_{\text{محلول}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \rightarrow \rho_{\text{محلول}} = \frac{3 \times 3 + 1 \times 3}{3 + 3} = 2 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \rho_{\text{محلول}} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

دقت کنید اگر با حجم مساوی از چند مایع، محلولی ایده‌آل بسازیم، چگالی محلول مانند این مثال میانگین چگالی مایع‌ها می‌باشد.

$$\rho_{\text{محلول}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \rightarrow \rho_{\text{محلول}} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}}$$

۱۶- گزینه‌ی «۴»

$$\rightarrow \rho_{\text{محلول}} = \frac{3000 + 3000}{\frac{3000}{3} + \frac{3000}{1}} = \frac{6000}{4000} = 1.5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \rho_{\text{محلول}} = 1500 \text{ kg/m}^3$$

۱۷- گزینه‌ی «۴» برای آلیاژ اول درصدهای جرمی (وزنی) مشخص است و می‌توان نوشت: (مس: (۱) و آلومینیم: (۲))

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m + m}{\frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}} = \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \xrightarrow{\rho_2 = \rho_1} \rho = \frac{2 \times 3 \times 3}{3 + 3} = 1.5 \rho_2$$

$$\rho' = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V + \rho_2 V}{V + V} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \xrightarrow{\rho_1 = 2\rho_2} \rho' = \frac{2\rho_2 + \rho_2}{2} = 1.5\rho_2$$

و برای آلیاژ دوم که درصدهای وزنی مشخص است، داریم:

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{1.5\rho_2}{1.5\rho_2} = \frac{3}{4}$$

و برای محاسبه‌ی نسبت چگالی دو آلیاژ داریم:

۱۸- گزینه‌ی «۳» ابتدا با توجه به نمودار و با استفاده از رابطه‌ی چگالی، چگالی هر کدام از مایع‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{24}{12} = 2 \text{ g/cm}^3, \rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{24}{3} = 8 \text{ g/cm}^3$$

از حل سؤال قبل، می‌دانیم چگالی محلولی که از ترکیب جرم یکسانی از مایع‌های A و B به دست می‌آید، برابر است با:

$$\rho_{\text{محلول}} = \frac{2\rho_A\rho_B}{\rho_A + \rho_B} = \frac{2 \times 2 \times 8}{2 + 8} = 3/2 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \rho_{\text{محلول}} = 3200 \text{ kg/m}^3$$

۱۹- گزینه‌ی «۳» رابطه‌ی چگالی آلیاژ را در حالتی که تغییر حجم ناشی از اختلاط (ΔV) منفی است، به کار می‌بریم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2 - \Delta V} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} - \Delta V} \rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{90 + 270}{\frac{90}{1/8} + \frac{270}{1} - 20} = \frac{360}{300} = \frac{6}{5} \text{ g/cm}^3$$

۲۰- گزینه‌ی «۲» با استفاده از روابط هندسی حجم ظاهری جسم برابر $V_{\text{ظاهری}} = a^3 = 10^3 = 1000 \text{ cm}^3$ است، در حالی که حجم واقعی جسم

$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} = \frac{1800}{2} = 900 \text{ cm}^3$$

با استفاده از رابطه‌ی چگالی برابر است با:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} = 1000 - 900 = 100 \text{ cm}^3$$

بنابراین حجم حفره که تفاضل حجم ظاهری و واقعی است، برابر است با:

$$V_{\text{ظاهری}} = a^3 = 8^3 = 512 \text{ cm}^3$$

۲۱- گزینه‌ی «۲»

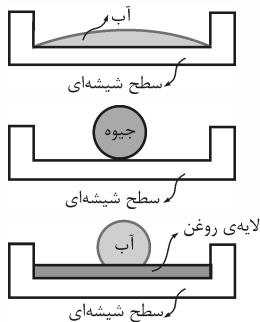
$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} = \frac{3500}{7} = 500 \text{ cm}^3$$

بنابراین این مکعب دارای حفره‌ای به حجم $V_{\text{واقعی}} - V_{\text{ظاهری}} = 12 \text{ cm}^3$ است.

نیروهای بین مولکول

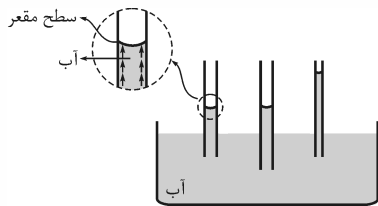
۱) بین مولکول‌های یک ماده یک نیروی ربایشی وجود دارد که نیروی چسبندگی نامیده می‌شود. این نیرو سبب می‌شود که مثلاً باران به صورت قطره‌هایی با اندازه‌ی معین ببارد. این نیرو در سطح مایع‌ها به صورت لایه‌ی کشسانی ظاهر می‌شود که آن را کشش سطحی می‌نامیم. وجود این لایه‌ی کشسان مانند وجود سرشیر بر روی شیر، مانع فرورفتن حشره‌ی کوچک در داخل آب می‌شود. عدم ترشدن لباس‌های چرب هم، محصول وجود این نیرو است و تمام شوینده‌ها می‌خواهند این لایه‌ی کشسان را از بین ببرند و خاصیت تر شوندگی را بهبود بخشند. اگر یک تیغ که چگالی آن تقریباً 8 g/cm^3 است را روی یک دستمال کاغذی قرار دهید و دستمال را بر سطح آب قرار دهید، پس از مدتی دستمال تر می‌شود و به داخل آب فرو می‌رود و تیغ با وجود چگالی بیشتر از آب، بر سطح آن باقی می‌ماند. این به علت وجود نیروی کشش سطحی آب است.

۲) بین مولکول‌های دو ماده هم، نیروی ربایشی وجود دارد که چسبندگی سطحی نامیده می‌شود. حالت‌های زیر را در نظر بگیرید:



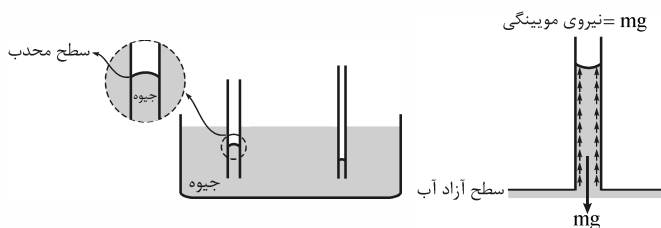
الف) قطره‌ی آب بر روی سطح شیشه‌ای تمیز پهن می‌شود؛ زیرا نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه قوی‌تر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب است.
 ب) قطره‌ی آب بر روی سطح شیشه به صورت کره‌ی درمی‌آید، زیرا نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب و شیشه قوی‌تر از نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه است.
 ج) قطره‌ی آب بر روی سطح شیشه‌ای که چرب شده به صورت گره درمی‌آید، زیرا روغن سبب کاهش چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه می‌شود و نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب غالب می‌شود.

۳) وجود نیروهای چسبندگی سطحی، سبب بالاتر رفتن سطح آب در داخل لوله‌ی موئین نسبت به سطح آزاد آب می‌شود که آن را موئینگی می‌نامیم.



علت بالاتر بودن سطح آب در لوله‌ی موئین نسبت به سطح آزاد آن، در این است که نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه بر نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب غلبه دارد و نیروی وزن ستون آب را خنثی می‌کند. ارتفاعی که آب در لوله‌ی موئین بالا می‌رود تابع جنس لوله و مقدار نازک بودن لوله است و به طولی از لوله که در داخل آب فرو برده شده است، بستگی ندارد.

۴) در دبیرستان نمی‌توان مستقیماً مقدار نیروی موئینگی را حساب کرد و اگر در مسئله‌ای مقدار این نیرو را سؤال کردند آن را برابر نیروی وزن ستون آبی که در لوله بالا آمده است، اعلام می‌کنیم.



۵) اگر به جای آب در آزمایش موئینگی از جیوه استفاده کنیم، سطح جیوه به علت غلبه‌ی نیروی چسبندگی بین مولکول‌های جیوه بر نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های جیوه و شیشه، پایین‌تر از سطح آزاد جیوه خواهد بود. دقت کنید که سطح آب در لوله‌ی موئین به صورت مقعر

(فرورفته) و سطح جیوه به صورت محدب (برآمده) می‌باشد. گیاهان با استفاده از خاصیت موئینگی، آب و املاح را به برگ‌های خود می‌رسانند. مصالح ساختمانی از قبیل خاک، آجر و سیمان به سبب موئینگی آب را به درون خود می‌کشند. برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل ساختمان، از قیر که آب در درون آن نفوذ نمی‌کند، استفاده می‌کنند.

به طور کلی تشکیل مرز بین فازی، به علت وجود بی‌نظمی در آرایش مولکول‌ها موجب افزایش انرژی سیستم می‌شود و چون تمام سیستم‌ها مایل هستند به کم‌ترین سطح انرژی برسند، سطحی که کشش سطحی بر آن وارد می‌شود، تا حد ممکن کوچک می‌شود و به یک مینیمم می‌رسد. مثلاً قطره‌های باران به صورت گره درمی‌آیند، زیرا بین اشکال مختلف هندسی با حجم برابر، گره کم‌ترین سطح را دارد. دقت کنید نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب بیشتر در اندازه‌ی قطره‌های باران مؤثر است تا در شکل آن‌ها. از طرف دیگر تمامی نیروهایی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار داریم، به جز نیروی وزن که ماهیت گرانشی دارد، دارای ماهیت الکتریکی می‌باشند.

۲۵- گزینهی «۲» در لوله‌ی مویین، سطح آب به صورت کاو (مقعر) و سطح جیوه به صورت کوژ (محدب) است. ۳ و ۴ از پدیده‌های طبیعی مرتبط با مویینگی می‌باشند، اما با چرب کردن جداره‌ی داخلی لوله‌ی مویین، نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه کاهش می‌یابد و به علت غلبه‌ی نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب، آب در برابر لوله‌ی مویین چرب، رفتاری مانند جیوه دارد، یعنی سطح آب در لوله‌ی مویین پایین‌تر از سطح آزاد آب و دارای برآمدگی خواهد بود.

۲۶- گزینهی «۲» به علت غلبه‌ی نیروی چسبندگی بین مولکول‌های جیوه بر نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های جیوه و شیشه، سطح جیوه در لوله‌های مویین پایین‌تر از سطح آزاد جیوه (۱ و ۲) و دارای برآمدگی ۲ می‌باشد.

۲۷- گزینهی «۲» چرب کردن سطح داخلی لوله‌ی مویین نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه را کاهش می‌دهد و سبب کاهش اختلاف ارتفاع آب در درون لوله با سطح آزاد ظرف می‌شود. فرورودن بیشتر لوله در آب، در اختلاف ارتفاع آب لوله از سطح آزاد ظرف بی‌تأثیر است. هم‌چنین چون فشار هوا بر سطح آزاد مایع و آب داخل لوله‌ی مویین هر دو اثر می‌کند، تأثیری در اختلاف ارتفاع آب درون لوله از سطح آزاد مایع ندارد، اما هر چه قطر لوله‌ی مویین کوچک‌تر باشد و اصطلاحاً لوله مویین‌تر باشد، نسبت سطح تماس آب و شیشه به حجم آب افزایش می‌یابد و اختلاف ارتفاع سطح آب درون لوله از سطح آزاد آب در ظرف افزایش می‌یابد.

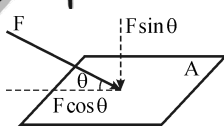
۲۸- گزینهی «۴» فرض کنید نیروی وزن وارد بر m کیلوگرم آب در لوله‌ی مویین (۱) به وسیله‌ی نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه خنثی شده است. چون قطر لوله‌ی (۲) نصف لوله‌ی (۱) است، سطح مقطع این لوله $\frac{1}{4}$ برابر سطح مقطع لوله‌ی (۱) است و اگر فرض کنیم مقدار نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه ثابت مانده است، h_2 چهار برابر h_1 است. از طرف دیگر با نازک‌تر شدن لوله، نسبت سطح تماس آب و شیشه به حجم آب افزایش می‌یابد و نیروی چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه هم افزایش می‌یابد که می‌تواند نیروی وزن جرم بیشتری آب را خنثی کند و بنابراین خواهیم داشت:

۲۹- گزینهی «۲» نیروی مویینگی (چسبندگی سطحی بین مولکول‌های آب و شیشه) نیروی وزن ستون آب را خنثی می‌کند و بزرگی آن برابر است با:

$$F_{\text{مویینگی}} = mg = \rho Vg = \rho Ahg = 1000 \times 6 \times 10^{-6} \times 25 \times 10 \rightarrow F_{\text{مویینگی}} = 1/5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

۳۰- گزینهی «۳»

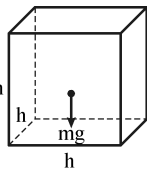
فشار ناشی از جامدات



۱ فشار وارد بر یک سطح برابر بزرگی نیرویی است که به طور عمودی بر واحد سطح آن وارد می‌شود، یعنی $P = \frac{F}{A}$ است. واحد فشار در SI پاسکال نام دارد.

اگر نیرویی که بر سطح وارد می‌شود، عمود نباشد، مؤلفه‌ی عمودی (مانند $F \sin \theta$ در شکل مقابل) فشار را ایجاد می‌کند ($P = \frac{F \sin \theta}{A}$) و مؤلفه‌ی مماسی (مانند $F \cos \theta$ در شکل) تنش برشی ایجاد می‌کند که سبب گسیخته‌شدن ماده می‌شود و در دبیرستان راجع به آن بحث نمی‌شود.

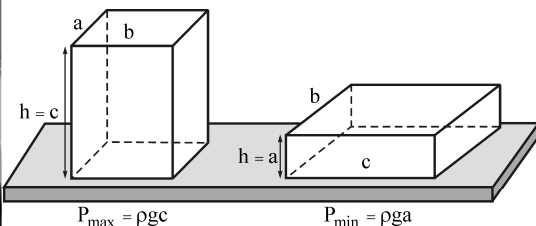
۲ فشار کمیتی اسکالر است، یعنی اعمال جمع و تفریق را به سادگی می‌پذیرد. هم‌چنین فشار کمیت مهمی در مهندسی است و واحدهای فراوانی دارد، مانند: $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ cmHg} = 133 \text{ Pa}$, $1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$, $1 \text{ cmHg} = 133 \text{ Pa}$, $1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$



۳ فشار ناشی از یک جامد منشوری، ساده‌ترین جامد منشوری یک مکعب است. مکعب مقابل به ضلع h در نظر بگیرید. نیرویی که فشار را تأمین می‌کند، وزن مکعب است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

بنابراین فشار ناشی از یک جامد منشوری از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست می‌آید. توجه کنید که اگر جامد غیر منشوری باشد، باید از رابطه‌ی $P = \frac{mg}{A}$ استفاده کرد.



۴ فرض کنید مکعب مستطیلی به ابعاد $c > b > a$ در اختیار داریم. برای بیشینه‌شدن فشاری که مکعب مستطیل به سطح زیرین خود وارد می‌کند، لازم است آن را از کوچک‌ترین وجه روی سطح قرار دهیم که در این حالت، فشار برابر $P_{\text{max}} = \rho g c$ است. هم‌چنین، برای کمینه‌شدن فشاری که مکعب مستطیل بر سطح زیرین خود وارد می‌کند، لازم است آن را از بزرگ‌ترین وجه روی سطح قرار دهیم. بدیهی است که فشار در این حالت برابر $P_{\text{min}} = \rho g a$ است و داریم:

$$\frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} = \frac{c}{a}$$

نیروی وزن میز روی ۴ پایه‌ی آن توزیع می‌شود و از تعریف فشار می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{4A'} = \frac{36 \times 10}{4 \times 4 / 5 \times 10^{-4}} \rightarrow P = 200 \times 10^3 \text{ Pa} \rightarrow P = 200 \text{ kPa}$$

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{\rho gh_{\max}}{\rho gh_{\min}} = \frac{h_{\max}}{h_{\min}} = \frac{c}{a} = \frac{5}{2} = 2.5$$

۳۱- گزینه‌ی «۲»

چون مکعب جامدی منشوری است، می‌توان نوشت: (توجه کنید باید واحدها را در SI جای‌گذاری کرد).

۳۲- گزینه‌ی «۱»

$$P_{\min} = \rho gh_{\min} = 8000 \times 10 \times 0.04 = 3200 \text{ Pa} \rightarrow P_{\min} = 3/2 \text{ kPa}$$

مکعب جامدی منشوری است و چون ارتفاع جامد منشوری n برابر شده است، بنابر رابطه‌ی $P = \rho gh$ ، فشار حاصل از آن

۳۳- گزینه‌ی «۲»

هم n برابر خواهد شد.

استوانه هم جامدی منشوری است و می‌توان فشار آن را از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست آورد، پس می‌توان نوشت:

۳۴- گزینه‌ی «۱»

$$\frac{P'}{P} = \frac{\rho gh'}{\rho gh} = \frac{h'}{h} \rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{2h}{h} = 2$$

این استوانه‌ی توخالی، یک جامد منشوری است و بنابر رابطه‌ی $P = \rho gh$ می‌توان نوشت:

۳۵- گزینه‌ی «۲»

$$P = 8000 \times 10 \times 0.05 = 40000 \text{ Pa} \rightarrow P = 40 \text{ kPa}$$

مخروط جامدی منشوری نیست و باید فشار آن را از تعریف فشار محاسبه کرد و می‌توان نوشت:

۳۶- گزینه‌ی «۲»

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} \xrightarrow{V = \frac{1}{3}Ah} P_{\text{مخروط}} = \frac{\rho \times \frac{1}{3}Ahg}{A} \rightarrow P_{\text{مخروط}} = \frac{1}{3}\rho gh$$

$$P_{\text{مخروط}} = \frac{1}{3} \times 27000 \times 10 \times 0.06 \rightarrow P_{\text{مخروط}} = 5400 \text{ Pa}$$

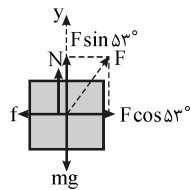
و با جای‌گذاری عددها، خواهیم داشت:

چون شعاع قاعده‌ی بزرگ دو برابر شعاع قاعده‌ی کوچک مخروط است، مساحت قاعده‌ی بزرگ برابر $A_1 = 4A_2 = 60 \text{ cm}^2$

۳۷- گزینه‌ی «۲»

است. چون فشار ناشی از مخروط ناقص وقتی روی قاعده‌ی کوچک قرار دارد، چهار برابر حالتی است که روی قاعده‌ی بزرگ قرار دارد، می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow P_2 - P_1 = \frac{mg}{A_2} - \frac{mg}{A_1} \rightarrow \Delta P = mg \left(\frac{1}{A_2} - \frac{1}{A_1} \right) \rightarrow 6000 = m \times 10 \times \left(\frac{1}{15} - \frac{1}{60} \right) \times 10^4 \rightarrow m = 1/2 \text{ kg}$$



تا این‌جا برای به دست آوردن فشار ناشی از جامد از تعریف فشار یعنی $P = \frac{F}{A}$

۳۸- گزینه‌ی «۱»

استفاده کردیم و با قراردادن $F = mg$ فشار ناشی از جامد را به دست آوردیم. در حقیقت برای به دست آوردن فشار ناشی از جامد باید به جای F ، نیروی عمودی سطح یعنی N را جای‌گذاری کنیم و در حالتی که نیروی خارجی مورب بر جسم اثر می‌کند، دیگر N برابر mg نیست و باید از شرط تعادل جسم در راستای قائم استفاده

$$m = \rho V = \rho a^3 = 5 \times 4^3 = 320 \text{ g}$$

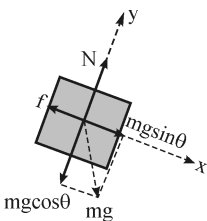
کرد. برای این سؤال می‌توان نوشت:

اکنون نیروی F را تجزیه کرده و شرط تعادل را در راستای قائم می‌نویسیم:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F \sin \delta 3^\circ + N = mg \rightarrow 2 \times 0.8 + N = 0.32 \times 10 \rightarrow N = 1/6 \text{ N}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{N}{A} = \frac{1/6}{4^2 \times 10^{-4}} = 1000 \text{ Pa}$$

و برای محاسبه‌ی فشار داریم:



شکل ساده‌ای رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر جسم را مشخص می‌کنیم. نیروی وزن

۳۹- گزینه‌ی «۲»

وارد بر جسم را در راستای سطح شیب‌دار و عمود بر آن تجزیه می‌کنیم. از شرط تعادل جسم در راستای عمود بر سطح شیب‌دار می‌توان نوشت:

$$m = \rho V = \rho a^3 = 8 \times 5^3 = 1000 \text{ g}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N = mg \cos 37^\circ \rightarrow N = 1 \times 10 \times 0.8 = 8 \text{ N}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{N}{A} = \frac{8}{5^2 \times 10^{-4}} = 3200 \text{ Pa} = 3/2 \text{ kPa}$$

می‌دانیم فشار ناشی از جامد منشوری از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست می‌آید. وقتی جسم درون آسانسوری قرار دارد که

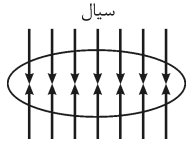
۴۰- گزینه‌ی «۱»

حرکتش شتاب‌دار است، به جای g باید از g' یعنی شتاب ظاهری استفاده کرد. در این سؤال چون آسانسور از حال سکون به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، حرکت جسم تندشونده و به طرف پایین است و می‌دانیم در حرکت تندشونده، شتاب با سرعت هم‌جهت است، بنابراین در این سؤال جهت شتاب جسم به طرف پایین است و شتاب ظاهری برابر $g' = g - a$ است و از رابطه‌ی فشار داریم:

$$P = \rho g'h = \rho(g-a)h = 4000 \times (10-2) \times 0.05 = 1600 \text{ Pa}$$

فشار ناشی از مایعات و نیروی که مایع بر اجسام درون خود وارد می‌کند

۱ فشار در عمق h از یک مایع ساکن، به شکل ظرف و مساحت مقطع آن بستگی ندارد و همانند جامد منشوری از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست می‌آید.



۲ نیروهای موازی سطح را نیروهای برشی می‌نامیم. سیالات برخلاف جامدات، نمی‌توانند نیروهای برشی را تحمل کنند و با اندک نیروی برشی شروع به حرکت می‌کنند، بنابراین در شاره‌های ساکن نیرویی که به هر سطح داخل سیال وارد می‌شود، بر آن سطح عمود است.

۳ بنابر اصل پاسکال فشار وارد بر مایع محصور، بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. یکی از نتایج بسیار مهم اصل پاسکال آن است که فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن، برابر است.

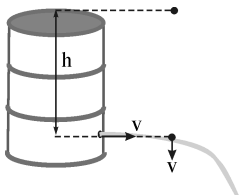
۴ اگر بخواهیم نیروی وارد بر یک سطح مستطیلی شکل در داخل مایع، که اضلاع قائم و افقی دارد را به دست آوریم، فشار متوسط (P_m) را در مساحت سطح ضرب می‌کنیم. فشار متوسط، میانگین بیشترین و کمترین فشار وارد بر مستطیل است.

۵ اگر بخواهیم فشار را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه کنیم، در حقیقت باید ارتفاع ستون جیوه‌ای را اعلام کنیم که فشار ناشی از آن، با فشار داده‌شده برابر باشد.

۶ اگر جسم جامدی را به داخل مایع بیندازیم، سطح مایع بالا می‌آید و فشار وارد بر تمام نقاط کف ظرف به یک اندازه افزایش می‌یابد. اگر جسم بر سطح مایع شناور باشد یا در آن غوطه‌ور باشد، افزایش فشار برابر با فشار ناشی از پیوستنی هم‌جرم با جسم است که مساحتش با سطح آزاد مایع برابر است.

۷ اگر دیواره‌های ظرف در راستای قائم باشند، نیرویی که جداره‌های جانبی ظرف بر مایع وارد می‌کنند، در راستای افقی است و نیروی وزن مایع باید فقط با نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند، خنثی شود. در این حالت نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند، با نیروی وزن مایع برابر است ($w_p = F_p$). برای بررسی سایر ظروف، به جدول زیر توجه کنید. در این جدول، مساحت کف تمام ظرف‌ها با هم برابر است.

شکل ظرف		
P_1	P_2	P_3
فشار وارد بر کف ظرف		
F_1	F_2	F_3
نیروی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند		
w_1	w_2	w_3
نیروی وزن مایع		
$P_1 < P_2 < P_3$, $F_1 < w_1 = w_2 = w_3 = F_2 < F_3$		جرم یکسانی مایع به داخل ظرف‌ها ریخته شده
$P_1 = P_2 = P_3$, $w_3 < F_1 = F_2 = F_3 = w_2 < w_1$		ارتفاع مایع در ظرف‌ها یکسان است
		رابطه‌ی بین نیروها و فشارها



این سؤال بر مبنای فعالیت ۵-۱۸ کتاب سال دوم مطرح شده است. اگر فرض کنیم فاصله‌ی سوراخ از سطح آزاد مایع برابر h است، سرعت خروج آب از سوراخ از رابطه‌ی $v = \sqrt{2gh}$ به دست می‌آید که مستقل از بزرگی سوراخ بوده و برابر با سرعت سنگی است که از سطح آزاد مایع رها شود و تا محل سوراخ سقوط آزاد انجام دهد. بنابراین سرعت خروج آب از سوراخ‌ها با \sqrt{h} متناسب است نه با h .

هر چه فاصله‌ی سوراخ از سطح آزاد مایع بیشتر باشد، سرعت خروج مایع از مخزن بیشتر می‌شود که نشان می‌دهد فشار درون آب با عمق آن متناسب است. فشار هوا بر سطح آزاد مایع و سوراخ هر دو اثر می‌کند و در فوران آب به بیرون نقشی ندارد.

۴۲- گزینه‌ی «۱» فشار کمیتی نرده‌ای است، به همین دلیل فشار کل از جمع جبری تک‌تک فشارها به دست می‌آید.

۴۳- گزینه‌ی «۱» می‌دانیم فشار ناشی از مایع به شکل ظرف و سطح مقطع آن بستگی ندارد و تنها با فاصله از سطح آزاد مایع متناسب است و

همانند جامد منشوری از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست می‌آید، بنابراین می‌توان نوشت: $P = \rho gh = 1000 \times 10 \times 0.5 = 5000 \text{ Pa} \rightarrow P = 5 \text{ kPa}$

۴۴- گزینه‌ی «۲» $\frac{F}{A} = \rho gh \rightarrow \frac{F}{10^{-4}} = 13500 \times 10 \times 0.4 \rightarrow F = 5.4 \text{ N}$

۴۵- گزینه‌ی «۴» باید ارتفاع ستون جیوه‌ای را به دست آوریم که فشار ناشی از آن با فشار حاصل از ستونی به ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر از مایعی

به چگالی $1/7 \text{ g/cm}^3$ برابر باشد، پس می‌توان نوشت: $P_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \rightarrow \rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \rightarrow P_{\text{مایع}} = P_{\text{جیوه}}$
 $\rightarrow 13/6 \times h_{\text{جیوه}} = 1/7 \times 32 \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 4 \text{ cm} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 40 \text{ mm}$

۴۶- گزینه‌ی «۲» فشار ناشی از آب تنها به عمق آب وابسته است و از رابطه‌ی $P = \rho gh$ می‌توان نوشت:

$$P = \rho gh \rightarrow \frac{P_C}{P_B} = \frac{h_C}{h_B} \rightarrow \frac{P_C}{P_B} = 3$$

چون فشار هوا هم بر زیر کف ظرف و هم بر سطح آزاد مایع اثر می‌کند، در محاسبه‌ی نیروی وارد بر کف ظرف آن را به حساب نمی‌آورند. مطابق رابطه‌ی $F = PA$ ، نیرویی که آب بر کف استخر وارد می‌کند، علاوه بر عمق آب به مساحت کف استخر هم وابسته است، اما از شکل کف ظرف

مستقل می‌باشد و می‌توان نوشت: $F = PA \rightarrow \frac{F_C}{F_B} = \left(\frac{P_C}{P_B}\right) \times \left(\frac{A_C}{A_B}\right) \rightarrow \frac{F_C}{F_B} = 3 \times \left(\frac{2 \times 2}{1 \times 1}\right) = 12$

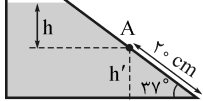
۴۷- گزینه‌ی «۲» کار مفیدی که تلمبه تولید می‌کند، صرف بالا کشیدن آب از عمق مورد نظر می‌شود، پس می‌توان نوشت:

$$Pt = mgh \rightarrow Pt = \rho Vgh \rightarrow P \times 60 = 1000 \times 2/4 \times 10 \times 25 \rightarrow P = 10000 \text{ W} \rightarrow P = 10 \text{ kW}$$

وقتی تلمبه آب را از عمق ۲۵ متری سطح زمین بالا می‌کشد، باید حداقل فشار ناشی از ستون آبی به ارتفاع ۲۵ متر را خنثی کند، پس می‌توان

نوشت: $P = \rho gh = 1000 \times 10 \times 25 \rightarrow P = 250000 \text{ Pa} \rightarrow P = 250 \text{ kPa}$

۴۸- گزینه‌ی «۳» برای محاسبه‌ی فشار ناشی از مایع در نقطه‌ی A باید فاصله‌ی این نقطه از سطح آزاد



$$\sin 37^\circ = \frac{h'}{37} \rightarrow h' = 20 \times 0.6 = 12 \text{ cm}$$

مایع را به دست آوریم. مطابق شکل می‌توان نوشت:

طبق صورت سؤال، عمق مایع برابر $h + h' = 40 \text{ cm}$ است، بنابراین عمق نقطه‌ی A برابر $h = 40 - 12 = 28 \text{ cm}$ است

و می‌توان نوشت: $P_A = \rho gh = 2500 \times 10 \times 0.28 = 7000 \text{ Pa} \rightarrow P_A = 7 \text{ kPa}$

۴۹- گزینه‌ی «۳» مساحت کف ظرف بزرگ‌تر، ۴ برابر مساحت کف ظرف کوچک‌تر است و چون مقدار آب در دو ظرف یکسان است، عمق

آب در ظرف بزرگ‌تر $\frac{1}{4}$ برابر عمق آب در ظرف کوچک‌تر می‌شود، پس می‌توان نوشت: $P = \rho gh \rightarrow \frac{P_{\text{بزرگ}}}{P_{\text{کوچک}}} = \frac{h_{\text{بزرگ}}}{h_{\text{کوچک}}} = \frac{1}{4}$

۵۰- گزینه‌ی «۳» چون فاصله‌ی قائم نقطه‌ی B از سطح آزاد مایع بیش از فاصله‌ی نقطه‌ی A از سطح آزاد مایع است، فشار این نقطه

همواره بزرگ‌تر از فشار نقطه‌ی A است ($P_B > P_A$). اما بنابر اصل پاسکال، فشار وارد بر مایع محصور بدون کاهش به تمام قسمت‌های مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود، پس افزایش فشار ناشی از اضافه کردن آب به لوله، عیناً به نقاط A و B منتقل می‌شود و فشار این دو نقطه به یک اندازه افزایش می‌یابد ($\Delta P_A = \Delta P_B$).

۵۱- گزینه‌ی «۱» وقتی چوب را بر سطح مایع قرار می‌دهیم، چون چگالی آن کم‌تر از چگالی آب است، قسمتی از آن در آب فرو می‌رود و

موجب بالا آمدن سطح آب می‌شود. با بالا آمدن سطح آب فشار ناشی از مایع بر کف ظرف افزایش می‌یابد. طبق اصل پاسکال این افزایش فشار عیناً به تمام نقاط مایع و به هر دو نقطه‌ی A و B منتقل می‌شود ($\Delta P_A = \Delta P_B$). این افزایش فشار با فشاری که پیستونی هم‌جرم با قطعه چوب و مساحت برابر با سطح آزاد مایع ایجاد می‌کند، برابر است و می‌توان نوشت:

$$\Delta P_A = \Delta P_B = \frac{mg}{A} = \frac{0.12 \times 10}{0.12} = 10 \text{ Pa}$$

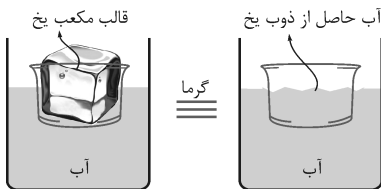
۵۲- گزینه‌ی «۱» در اثر فرو بردن مکعب در آب، سطح آب در ظرف بالا می‌رود و برای محاسبه‌ی افزایش ارتفاع آب (Δh) در ظرف می‌توان

$$V = A \Delta h \rightarrow a^3 = A \times \Delta h \rightarrow 4^3 = 40 \times \Delta h \rightarrow \Delta h = 1/6 \text{ cm}$$

نوشت:

و افزایش فشار ناشی از این افزایش عمق آب که عیناً به کف ظرف منتقل می‌شود، برابر است با:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \rightarrow \Delta P = 1000 \times 10 \times 1/6 \times 10^{-2} \rightarrow \Delta P = 160 \text{ Pa}$$



۵۳- گزینهی «۳» فرض کنید مطابق شکل قالب یخ مکعب شکل است و در اطراف آن، ظرفی هم‌اندازه و هم‌شکل با قالب یخ وجود دارد. حال اگر به قالب یخ گرما دهیم و سبب ذوب آن شویم، سطح آب حاصل از ذوب یخ با سطح آزاد آب در ظرف هم‌سطح می‌شود. این به آن معناست که با ذوب قالب یخ، سطح آب در ظرف ثابت می‌ماند و چون عمق آب ثابت مانده است، فشار ناشی از آن بر کف ظرف هم ثابت خواهد ماند.

۵۴- گزینهی «۲» چون آسانسور کندشونده به طرف بالا حرکت می‌کند، جهت شتاب آن به طرف پایین است. به جای g در رابطه‌ی $\Delta P = \rho g \Delta h$ باید شتاب ظاهری یعنی $g' = (g - a)$ را قرار دهیم و خواهیم داشت:

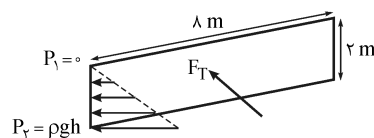
$$\Delta P = \rho(g - a)\Delta h \rightarrow \Delta P = 2000 \times (10 - 5) \times 1/2 = 12000 \text{ Pa} \rightarrow \Delta P = 12 \text{ kPa}$$

۵۵- گزینهی «۳» مایع بر وجه‌های منشور نیروهای $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ را وارد می‌کند. هم‌چنین نیروی وزن ($m\vec{g}$) هم بر منشور اثر می‌کند. چون منشور در داخل مایع غوطه‌ور و در حالت تعادل است، بنابر قانون اول نیوتون برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است و می‌توان نوشت:

$$\sum F = 0 \rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + m\vec{g} = 0$$

توجه کنید که **قانون ارشمیدس** می‌گوید وقتی جسمی درون شاره‌ای قرار می‌گیرد، نیرویی برابر وزن شاره‌ی جابه‌جا شده و رو به بالا از طرف شاره بر آن وارد می‌شود که در این مسئله برآیند نیروهایی که مایع بر منشور وارد می‌کند، (نیروی ارشمیدس) یعنی $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ از نظر بزرگی با وزن جسم برابر است، اما به طرف بالا بر جسم وارد می‌شود.

۵۶- گزینهی «۱» ابتدا توجه کنید که برای به دست آوردن نیرویی که شاره بر یک سطح داخل خود وارد می‌کند، نباید فشار هوا را وارد محاسبات کرد. در شکل مقابل، دیواری که می‌خواهیم نیروی وارد بر آن را به دست آوریم، رسم شده است. فشاری که آب بر دیوار وارد می‌کند، با افزایش عمق آب زیاد می‌شود. اگر بخواهیم نیروی وارد بر یک سطح مستطیل شکل



که اضلاع آن افقی یا قائم هستند را در داخل یک مایع به دست آوریم، می‌توان **فشار میانگینی** (P_m) که آب بر سطح وارد می‌کند را به دست آورد و آن را در مساحت سطح ضرب کرد. در این سؤال می‌توان نوشت:

$$P_1 = 0, P_2 = \rho g h = 1000 \times 10 \times 2 = 20000 \text{ Pa} \rightarrow P_m = \frac{P_1 + P_2}{2} = 10000 \text{ Pa}$$

$$F_T = P_m \times A = 10000 \times (1 \times 2) \rightarrow F_T = 160000 \text{ N} \rightarrow F = 160 \text{ kN}$$

۵۷- گزینهی «۲» فشار ناشی از مایع به صورت خطی با افزایش عمق آن افزایش می‌یابد، بنابراین فشار متوسطی که مایع بر وجه جانبی مکعب وارد می‌کند برابر با میانگین فشارهایی است که بر وجه‌های پایینی و بالایی مکعب وارد می‌کند و چون مساحت همه‌ی وجه‌ها یکسان است، نیرویی که مایع بر هر یک از وجه‌های جانبی مکعب وارد می‌کند، میانگین نیروهای مایع بر وجه‌های بالایی و پایینی مکعب است و می‌توان نوشت:

$$F_T = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{2 + 6}{2} = 4 \text{ N}$$

از طرف دیگر مساحت هر وجه مکعب برابر $A = 5^2 = 25 \text{ cm}^2$ است و بنابراین فشار وارد بر وجه بالایی مکعب برابر $P_1 = \frac{F_1}{A} = \frac{2}{25 \times 10^{-4}} = 800 \text{ Pa}$ و

فشار وارد بر وجه پایینی مکعب برابر $P_2 = \frac{F_2}{A} = \frac{6}{25 \times 10^{-4}} = 2400 \text{ Pa}$ است. حال با استفاده از رابطه‌ی فشار ناشی از مایع می‌توان نوشت:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \rightarrow (2400 - 800) = \rho \times 10 \times 0/05 \rightarrow \rho = 3200 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \rho = 3/2 \text{ g/cm}^3$$

۵۸- گزینهی «۱» چون ارتفاع مایع در ظرف‌ها یکسان است، مطابق رابطه‌ی $P = \rho g h$ ، فشار مایع بر کف سه ظرف یکسان است و چون مساحت قاعده‌های هر سه ظرف هم یکسان است، نیرویی که بر کف هر سه ظرف وارد می‌شود، یکسان است ($F_1 = F_2 = F_3$). از طرف دیگر چون سطح، نیروی عمودی بر مایع وارد می‌کند، دیوارهای ظرف (۲) تنها نیروی افقی بر مایع وارد می‌کنند و برای خنثی شدن نیروی وزن مایع و سکون آن لازم است، نیرویی که کف این ظرف بر مایع وارد می‌کند، با نیروی وزن آن برابر باشد ($F_2 = w_2$). به همین طریق نیرویی که جداره‌های جانبی ظرف (۱) بر مایع وارد می‌کنند، قسمتی از نیروی وزن آن را خنثی می‌کند ($w_1 > F_1$) و نیرویی که جداره‌های جانبی ظرف (۲) بر مایع وارد می‌کنند، سبب افزایش نیروی کف ظرف خواهد شد ($w_2 < F_2$).

۵۹- گزینهی «۴» جرم مایع ریخته‌شده در سه ظرف یکسان است و بنابراین نیروی وزنی که بر مایع درون همه‌ی ظرف‌ها وارد می‌شود، با هم برابر است ($w_1 = w_2 = w_3$). از طرف دیگر با توجه به شکل ظرف‌ها، ارتفاع مایع در ظرف (۳) بیش از ظرف (۲) و در ظرف (۲) بیش از ظرف (۱) خواهد بود و با توجه به متناسب بودن فشار با عمق مایع و یکسان بودن مساحت قاعده‌ی سه ظرف، رابطه‌ی بین نیرویی که مایع‌ها بر کف ظرف وارد می‌کنند، به صورت ($F_1 < F_2 < F_3$) است. اگر این دو رابطه را با شرط برابری وزن مایع و نیرویی که مایع بر کف ظرف (۲) وارد می‌کند ($F_2 = w_2$)، ترکیب کنیم به رابطه‌ی **۴** می‌رسیم.

۶۰- گزینهی «۴»

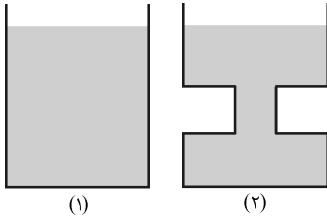
عددی که ترازو نشان می‌دهد، به اندازه‌ی نیروی وزن آب افزوده‌شده به ظرف افزایش می‌یابد، یعنی:

$$\Delta w = mg = 0.1 \times 10 = 1 \text{ N}$$

از طرف دیگر با توجه به شکل ظرف، قسمتی از نیروی وزن مایع توسط جداره‌های جانبی آن خنثی می‌شود و بنابراین نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند، از وزن مایع کوچک‌تر است ($w > F$). با افزایش مقدار آب موجود در ظرف، اختلاف بین این دو نیرو افزایش می‌یابد و بنابراین افزایش نیروی وارد بر کف ظرف، کوچک‌تر از یک نیوتون خواهد بود ($\Delta F < \Delta w = 1 \text{ N}$).

۶۱- گزینهی «۳»

برایند نیروهایی که کف و جداره‌های ظرف بر مایع وارد می‌کنند، باید نیروی



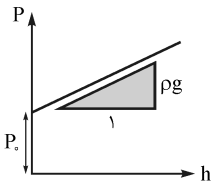
وزن مایع را خنثی کند. بنابراین برایند این نیروها برابر نیروی وزن مایع است. دو ظرف مقابل که مساحت قاعده‌شان یکسان است و تا ارتفاع یکسانی از یک مایع درون آن‌ها ریخته شده است را در نظر بگیرید. چون فشار ناشی از مایع بر کف دو ظرف یکسان است، نیرویی که بر کف دو ظرف وارد می‌شود با هم برابر است ($F_1 = F_2$). از طرف دیگر می‌دانیم نیرویی که کف ظرف (۱) بر مایع وارد می‌کند با وزن

مایع درون آن برابر است ($w_1 = F_1$) و چون مایع موجود در ظرف (۲) کم‌تر از ظرف (۱) است ($w_2 < w_1$)، می‌توان نتیجه گرفت نیرویی که کف ظرف (۲) بر مایع وارد می‌کند، بیش از نیروی وزن مایع است ($w_2 < F_2$).

۶۲- گزینهی «۳»
فشار در گازها و محاسبه‌ی فشار کل در مایع با در نظر گرفتن فشارها

۱ فشار در گازها: رابطه‌ی $P = \rho gh$ در مورد گازها نیز صادق است، یعنی نقاط هم‌تراز در داخل یک گاز دارای فشار یکسان‌اند و اختلاف فشار در دو نقطه‌ی غیر هم‌تراز از وزن گاز بین آن‌ها ناشی می‌شود. از طرف دیگر چگالی گازها بسیار کم است، بنابراین هنگامی که اختلاف ارتفاع بین دو نقطه کم است، اختلاف فشار بین آن‌ها ناچیز خواهد بود و در این‌گونه موارد می‌توان فشار را در تمام نقاط گاز یکسان در نظر گرفت.

۲ هوا هم سیال است و به علت وزن خود فشار ایجاد می‌کند. فشاری که در سطح دریاها‌ی آزاد ایجاد می‌شود، تقریباً برابر $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ است. این فشار معادل فشار ناشی از ستون آبی به ارتفاع 10 m یا ستون جیوه‌ای به ارتفاع 76 cm می‌باشد. با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا کاهش می‌یابد. رابطه‌ی فشار هوا با ارتفاع از سطح زمین پیچیده است، ولی می‌توان نشان داد که تا ارتفاع 2000 متری از سطح زمین، فشار هوا تقریباً به ازای هر 10 m که از سطح زمین دور می‌شویم، یک میلی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.

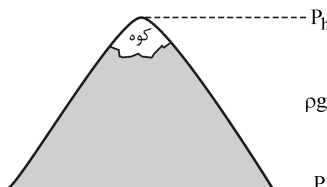


۳ بنابر اصل پاسکال، فشار کل ناشی از مایع و فشار هوا در عمق h از مایعی که فشار هوا بر روی آن وجود دارد، از رابطه‌ی $P = P_0 + \rho gh$ به دست می‌آید. بنابر این رابطه، نمودار فشار کل بر حسب عمق مایع، خط راستی با عرض از مبدأ P_0 (فشار هوا) و شیب ρg می‌باشد.

هنگامی که پیپت از مایع بیرون کشیده می‌شود، هوا نمی‌تواند به قسمت زیر انگشت وارد شود و فشار هوای وارد بر مایع در نوک پیپت به نگره‌داشتن مایع درون آن کمک می‌کند. وقتی با نی، نوشابه‌ای را می‌مکیم، فشار جو که بر سطح نوشابه وارد می‌شود، بیش از فشار هوا در دهان شما خواهد بود که سبب بالا رفتن نوشابه از نی خواهد شد. اگر در یک قوطی مقدار کمی آب جوش بریزیم، بخار آب تمام فضای بالای قوطی را پر می‌کند و اگر در قوطی را بسته و آن را سرد کنیم، بیشتر بخار به آب تبدیل می‌شود و فشار هوای وارد بر سطح خارجی قوطی، آن را مچاله می‌کند. اما اگر در کف یک مخزن حاوی آب سوراخی ایجاد کنیم، فشار هوا در سطح آزاد و سوراخ هر دو بر مایع اثر می‌کند و تأثیری بر بیرون ریختن مایع ندارد. در این حالت فشار ناشی از آب عامل بیرون ریختن آن از مخزن است.

۶۳- گزینهی «۱»

چون ارتفاع کوه زیاد است، اختلاف فشار در پایین و بالای آن قابل صرف نظر



نمی‌باشد و با استفاده از رابطه‌ی فشار در گازها یعنی $P = \rho gh$ و با توجه به شکل مقابل می‌توان نوشت:

$$P_0 = P_h + \rho gh \rightarrow 10^5 = P_h + 1/2 \times 10 \times 1800 \rightarrow P_h = 78400 \text{ Pa}$$

۶۴- گزینهی «۳»

می‌دانیم به ازای هر 10 متر که از سطح آزاد دریاها بالا می‌رویم، فشار هوا یک میلی‌متر جیوه کاهش می‌یابد. بنابراین

$$\text{فشار هوا در تهران} = 140 = \frac{1400}{1} = \text{میلی‌متر جیوه از فشار هوا در سطح آزاد دریا کم‌تر است، یعنی برابر } 760 - 140 = 620 \text{ mmHg}$$

۶۵- گزینهی «۴»

هوا بر هر وجه از کفه‌ی ترازو، نیروی $F = PA = 10^5 \times 10 \times 10^{-4} = 1000 \text{ N}$ را وارد می‌کند، اما چون این نیرو بر هر دو وجه

ترازو به مقدار یکسانی وارد می‌شود، کفه در اثر فشار هوا به طرف پایین رانده نمی‌شود.

۶۶- گزینهی «۳» با توجه به این نکته که وقتی فشار هوا برابر $P_0 = 10^5$ Pa باشد، معادل فشار ستونی از آب به ارتفاع 10 m است، فشار کل در عمق های 20 و 5 متری دریا به ترتیب معادل فشار حاصل از ستون هایی از آب به ارتفاع $(10+20)$ و $(10+5)$ متر هستند و بنابراین داریم:

$$\frac{P_{20}}{P_0} = \frac{20+10}{10} = \frac{30}{10} = 3$$

۶۷- گزینهی «۴» چون مقدار آب موجود در دو ظرف یکسان است، اگر ارتفاع آب در ظرف اول برابر $2h$ باشد، ارتفاع آب در ظرف دوم برابر h است و بنابراین اگر فشار ناشی از مایع در ظرف دوم را برابر P فرض کنیم، فشار ناشی از مایع در ظرف اول برابر $2P$ است و می توان نوشت:

$$P_1 = P_0 + 2P, \quad P_2 = P_0 + P$$

بدیهی است که $P_1 > P_2$ می باشد. از طرف دیگر چون $2P_2 = 2P_0 + 2P$ است، می توان نوشت:

۶۸- گزینهی «۲» با توجه به صورت سؤال، $P_0 = 72$ cmHg است و با توجه به نمودار صورت سؤال، وقتی به عمق 20 سانتی متری مایع می رسیم، فشار کل به 80 cmHg می رسد و این به آن معناست که ستونی از مایع به ارتفاع 20 سانتی متر فشاری برابر $80 - 72 = 8$ cmHg دارد و می توان نوشت:

$$\rho_{\text{مایع}} \times 20 = \rho_{\text{جیوه}} \times 8 \rightarrow \frac{\rho_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{مایع}}} = 2/5$$

۶۹- گزینهی «۲» فشار کل در عمق 2 متری دریاچه برابر 90 cmHg است که 75 cmHg آن مربوط به فشار هوا و 15 cmHg آن فشار ناشی از ستون آبی به ارتفاع 2 متر است. در عمق 8 متری این دریاچه فشار ناشی از آب، 4 برابر فشار ناشی از آب در عمق 2 متری و برابر $4 \times 15 = 60$ cmHg خواهد بود و چون فشار کل، مجموع فشار هوا و فشار ناشی از مایع است، می توان نوشت:

$$P_8 = P_0 + P_{\text{مایع}} = 75 \text{ cmHg} + 60 \text{ cmHg} = 135 \text{ cmHg}$$

۷۰- گزینهی «۲» وقتی از عمق 96 سانتی متری مایع به عمق 168 سانتی متری آن می رویم، فشار کل از 84 cmHg به 93 افزایش می یابد و این به آن معناست که فشار ستونی از مایع به ارتفاع $72 - 96 = 168$ معادل با فشار ستونی از جیوه به ارتفاع $93 - 84 = 9$ cm می باشد و می توان نوشت:

$$\rho_{\text{جیوه}} \times 9 = \rho_{\text{مایع}} \times 168 \rightarrow \frac{\rho_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{مایع}}} = 8$$

و چون چگالی جیوه 8 برابر چگالی مایع است، فشار ستونی از مایع به ارتفاع 96 cm برابر 12 cmHg است و بنابراین برای محاسبه ی فشار هوا

$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{\text{مایع}} \rightarrow 84 = P_0 + 12 \rightarrow P_0 = 72 \text{ cmHg}$$

۷۱- گزینهی «۳» فشار کل وارد بر کف ظرف برابر مجموع فشار هوا، فشار حاصل از پیستون و فشار ناشی از مایع است. بنابراین می توان نوشت:

$$P_{\text{کل}} = P_0 + P_{\text{پیستون}} + P_{\text{مایع}} \rightarrow P_{\text{کل}} = P_0 + \frac{mg}{A} + \rho gh$$

$$\rightarrow P_{\text{کل}} = 10^5 + \frac{4 \times 10^4}{25 \times 10^{-4}} + 8000 \times 10 \times 1/25 \rightarrow P_{\text{کل}} = 216 \times 10^3 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{کل}} = 216 \text{ kPa}$$

۷۲- گزینهی «۳» بنابر صورت سؤال، $P_0 = 75$ cmHg است و چون ارتفاع ستون جیوه برابر 18 cm است، $P_{\text{جیوه}} = 18$ cmHg می باشد.

برای محاسبه ی $P_{\text{کل}}$ بر حسب سانتی متر جیوه باید $P_{\text{مایع}}$ و $P_{\text{پیستون}}$ را بر حسب سانتی متر جیوه به دست آوریم:

$$\frac{mg}{A} = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \rightarrow \frac{2/7}{40 \times 10^{-4}} = 13500 \times h_{\text{جیوه}} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0/05 \text{ m} \rightarrow P_{\text{پیستون}} = 5 \text{ cmHg}$$

$$\rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} gh'_{\text{جیوه}} \rightarrow 4 \times 27 = 13/5 \times h'_{\text{جیوه}} \rightarrow h'_{\text{جیوه}} = 8 \text{ cm} \rightarrow P_{\text{مایع}} = 8 \text{ cmHg}$$

بنابراین فشار کل وارد بر کف ظرف برابر $P_{\text{کل}} = 75 + 5 + 8 + 18 = 106$ cmHg است.

۷۳- گزینهی «۲» مجموع ارتفاع ستون های مایع و روغن در شکل مقابل برابر 90 cm است $(x + y = 90 \text{ cm})$ و

جرم آب و روغن یکسان است، بنابراین می توان نوشت:

$$m_{\text{آب}} = m_{\text{روغن}} \rightarrow \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} = \rho_{\text{روغن}} V_{\text{روغن}} \rightarrow 1 \times A \times y = 0/8 \times A \times x$$

$$\rightarrow y = 0/8x \xrightarrow{x+y=90 \text{ cm}} x = 50 \text{ cm}, \quad y = 40 \text{ cm}$$

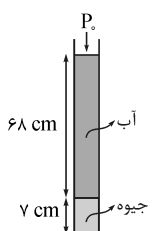
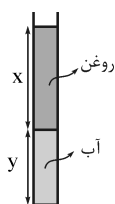
حال که ارتفاع ستون های آب و روغن به دست آمده است، برای محاسبه ی فشار ناشی از این دو مایع می توان نوشت:

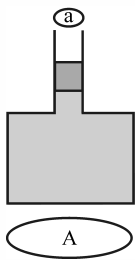
$$P = P_{\text{آب}} + P_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} gy + \rho_{\text{روغن}} gx = 1000 \times 10 \times 0/4 + 800 \times 10 \times 0/5 \rightarrow P = 4000 + 4000 \rightarrow P = 8000 \text{ Pa}$$

۷۴- گزینهی «۲» با توجه به چگالی جیوه و آب و جرم لایه ها در هر 15 cm، $1/4$ ارتفاع مربوط به جیوه

و $13/6$ cm ارتفاع مربوط به آب است و برای 75 cm، ارتفاع آب 68 cm و ارتفاع جیوه 7 cm می شود و داریم:

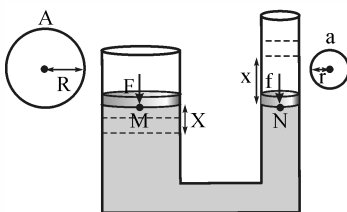
$$P_{\text{کل}} = P_{\text{جیوه}} + P_{\text{آب}} + P_0 = 7 + \frac{68}{13/6} + 75 = 87 \text{ cmHg}$$



ظرف بادوسطح مقطع مختلف، منگنه‌ی آبی ولوله‌های U شکل


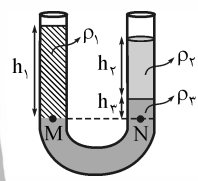
۱) **ظرف با دو سطح مقطع مختلف:** فرض کنید ظرفی به شکل روبه‌رو داریم که از دو قسمت با سطح مقطع‌های مختلف a و A تشکیل شده است. در ظرف ابتدا M کیلوگرم از مایع روشن وجود داشته و سپس m کیلوگرم مایع تیره‌رنگ به آن اضافه کرده‌ایم. بنابر قانون پاسکال، افزایش فشار ناشی از افزایش مایع که برابر $\Delta P = \frac{mg}{a}$ است، عیناً به تمام نقاط مایع و از جمله کف ظرف وارد می‌شود و در نتیجه نیرویی که به کف ظرف وارد می‌شود، به اندازه‌ی $\Delta F = \Delta PA = mg \left(\frac{A}{a}\right)$ افزایش می‌یابد.

توجه کنید اگر ظرف بی‌جرم باشد و آن را بر روی ترازو قرار دهیم، ترازو قبل از اضافه‌کردن مایع، Mg و پس از اضافه‌کردن آن، $(M+m)g$ را نشان می‌دهد. در حقیقت این ظرف مانند اهرمی عمل می‌کند که مزیت مکانیکی آن $\frac{a}{A}$ است و اگر مایعی به وزن mg به قسمت بالای آن اضافه شود، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف $\frac{A}{a}$ برابر وزن مایع افزوده‌شده خواهد شد.



۲) **بالابر هیدرولیکی (منگنه‌ی آبی):** از این وسیله برای بالابردن اجسام سنگین مانند اتومبیل استفاده می‌شود. نیروی وارد بر پیستون‌های کوچک و بزرگ برابر f و F ، سطح مقطع آن‌ها برابر a و A و شعاع مقطع آن‌ها برابر r و R است. هم‌چنین اگر پیستون بزرگ را به اندازه‌ی X به طرف پایین جابه‌جا کنیم، پیستون کوچک به اندازه‌ی x به طرف بالا حرکت می‌کند. چون نقاط هم‌تراز M و N در داخل یک مایع ساکن قرار دارند، فشاری که در زیر پیستون‌های کوچک و بزرگ وجود دارد، با هم برابر است و داریم:

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{X}{x}$$



۳) **لوله‌ی U شکل:** فرض کنید در یک لوله‌ی U شکل، مطابق شکل مقابل سه مایع مخلوط‌نشده‌ی به چگالی‌های ρ_1, ρ_2, ρ_3 ریخته شده است. چون مایع ρ_3 پایین‌ترین مکان را اشغال کرده است، چگالی آن از دو مایع دیگر بیشتر است. بنابر اصل پاسکال، فشار در دو نقطه‌ی M و N که روی یک سطح تراز افقی و داخل یک مایع ساکن قرار دارند، با هم برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \rightarrow (\sum \rho h) = (\sum \rho h)'$$

$$\Delta F = mg \left(\frac{A}{a}\right) \rightarrow \Delta F = 0.1 \times 10 \times 40 \rightarrow \Delta F = 40 \text{ N}$$

فشار ناشی از مایع بر کف ظرف، تنها به ارتفاع آن وابسته است. در حالت اول ارتفاع آب در ظرف (h_1) برابر است با:

$$V_1 = Ah_1 \rightarrow 1000 = 50 \times h_1 \rightarrow h_1 = 20 \text{ cm}$$

در حالت دوم که ۲ لیتر آب در داخل ظرف ریخته‌ایم، ۱/۵ لیتر آن صرف پرکردن قسمتی از ظرف می‌شود که سطح مقطع بزرگ‌تری دارد و ۵/۵ لیتر باقی در قسمتی از ظرف که سطح مقطع آن کوچک‌تر است، قرار می‌گیرد و برای محاسبه‌ی ارتفاع آب در ظرف در این حالت می‌توان نوشت:

$$V'_1 = ah'_1 \rightarrow 500 = 10 \times h'_1 \rightarrow h'_1 = 50 \text{ cm} \rightarrow h_2 = 30 + 50 = 80 \text{ cm}$$

$$P = \rho gh \rightarrow \frac{P_2}{\rho_2} = \frac{h_2}{\rho_2} = \frac{80}{2} = 40$$

در نهایت، با استفاده از رابطه‌ی فشار ناشی از مایع می‌توان نوشت:

۷۷- گزینیه «۴» از سؤال قبل می‌دانیم که ارتفاع آب در ظرف برابر ۸۰ cm خواهد شد و بنابراین برای محاسبه‌ی نیرویی که آب بر کف

$$F = PA = \rho ghA \rightarrow F = 1000 \times 10 \times 0.8 \times 50 \times 10^{-4} \rightarrow F = 40 \text{ N}$$

ظرف وارد می‌کند، می‌توان نوشت:

دقت کنید نیرویی که بر کف ظرف وارد می‌شود، از نیروی وزن مایع بزرگ‌تر است و علت آن است که نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند، باید علاوه بر وزن مایع، نیرویی که جداره‌های افقی ظرف بر مایع وارد می‌کنند را هم خنثی کند.

۷۸- گزینیه «۳» افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر $\Delta F = mg \left(\frac{A}{a}\right) = 0.2 \times 10 \times \frac{40}{1} = 80 \text{ N}$ است، در حالی که عددی که ترازو نشان

$$w' = 100 + 0.2 \times 10 = 102 \text{ N}$$

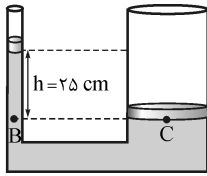
می‌دهد، تنها به اندازه‌ی mg افزایش می‌یابد و داریم:

۷۹- گزینهی «۱»

شرط تعادل دستگاه آن است که فشار زیر پیستون‌ها با هم برابر باشد و بنابراین می‌توان نوشت:

$$P = P' \rightarrow \frac{F}{A} = \frac{f}{a} \rightarrow \frac{f}{F} = \frac{a}{A} \rightarrow \frac{f}{F} = \left(\frac{r}{R}\right)^2 \rightarrow \frac{f}{24} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow f = 6 \text{ N}$$

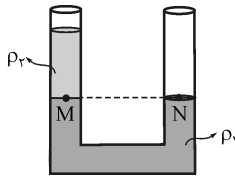
$$X = 6 \text{ mm}, x = 150 \text{ mm}, \frac{F}{f} = \frac{x}{X} \rightarrow \frac{Mg}{mg} = \frac{x}{X} \rightarrow \frac{M}{m} = \frac{x}{X} \rightarrow \frac{M}{10} = \frac{150}{6} \rightarrow M = 10 \text{ kg}$$

۸۰- گزینهی «۲»

۸۱- گزینهی «۲» چون فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن برابر است، فشار در دو نقطه‌ی C

$$P_B = P_C \rightarrow P_0 + \frac{f}{a} + \rho gh = P_0 + \frac{F}{A}$$

و B در شکل مقابل، با هم برابر است و می‌توان نوشت:

$$\rightarrow \frac{m}{a} + \rho h = \frac{M}{A} \rightarrow \frac{10/5}{10 \times 10^{-4}} + \rho \times 0.25 = \frac{\lambda}{100 \times 10^{-4}} \rightarrow \rho = 1200 \text{ kg/m}^3$$


۸۲- گزینهی «۳» در امکان ندارد دو مایع به حالت تعادل قرار داشته باشند، زیرا در شرط

 برابری فشار دو نقطه‌ی هم‌تراز M و N، فشار ناشی از مایع ρ_1 خنثی نمی‌شود که سبب جریان‌یافتن دو

 مایع خواهد شد. دقت کنید کلاً در همه‌ی گزینه‌ها، مقدار مایع ρ_1 بیش از مایع ρ_2 است. هم‌چنین در

 چگالی دو مایع برابر است، در ۱ چگالی مایع ρ_2 بیشتر است و در ۴ چگالی مایع ρ_1 بیشتر می‌باشد.

۸۳- گزینهی «۳»

مطابق شکل، فشار در دو نقطه‌ی هم‌تراز M و N با هم برابر است و چون

اختلاف سطح آزاد دو مایع در شاخه‌ها برابر ۸ cm است، ارتفاع مایع بالای نقطه‌ی M

 برابر $h_1 = 20 - 8 = 12 \text{ cm}$ است و می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \rightarrow P_0 + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2 \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

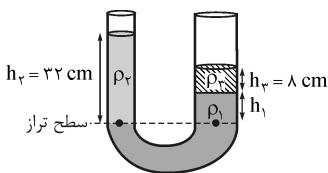
$$\rightarrow \rho_1 \times 12 = 1000 \times 20 \rightarrow \rho_1 = 2000 \text{ kg/m}^3$$

۸۴- گزینهی «۲» اگر سطح درپوش را به عنوان سطح تراز در نظر بگیریم، فشاری که مایع بر درپوش S وارد می‌کند به قطر شاخه‌ها

 بستگی ندارد و از رابطه‌ی $P = \rho gh$ به دست می‌آید. اما درپوش S، دایره‌ای به شعاع r است که مساحت آن برابر $A = \pi r^2$ می‌باشد، بنابراین نیروی

$$F = AP = \pi r^2 \rho gh$$

وارد بر درپوش S برابر است با:


۸۵- گزینهی «۳» همان‌طور که فشار ناشی از مایع فقط به عمق مایع وابسته است، در به کار

بردن رابطه‌ی لوله‌های U شکل هم قطر و هم شکل لوله تأثیری ندارند. مطابق شکل سطح تراز مناسب

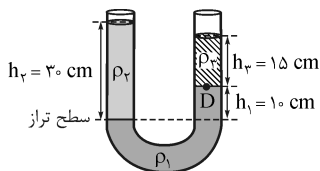
را در نظر می‌گیریم و رابطه‌ی لوله‌های U شکل را برای مایع‌های بالای سطح تراز می‌نویسیم:

$$\rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 + \rho_2 h_3 \rightarrow 1000 \times 22 = \rho_1 h_1 + 1000 \times 8 \rightarrow h_1 = 10 \text{ cm}$$

۸۶- گزینهی «۱» مطابق شکل، سطح تراز مناسب را در نظر گرفته و با نوشتن رابطه‌ی لوله‌های U شکل، چگالی مایع ρ_3 را به دست

$$\rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 + \rho_3 h_3 \rightarrow 3 \times 30 = 10 \times 6 + 15 \rho_3 \rightarrow \rho_3 = 2 \text{ g/cm}^3$$

می‌آوریم:


 فشار پیمانه‌ای در نقطه‌ی D، اختلاف فشار کل از فشار هواست که با فشار ناشی از مایع ρ_3 در این

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_D - P_0 = \rho_3 gh_3 = 2000 \times 10 \times 0.15$$

نقطه برابر است:

$$\rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 3000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 3 \text{ kPa}$$

۸۷- گزینهی «۲»

 مطابق شکل، فشار دو نقطه‌ی هم‌تراز C و D که داخل مایع ساکن ρ_1 قرار

 دارند با هم برابر است و این به آن معناست که برای ایجاد یک فشار معین به ارتفاع بیشتری از مایع ρ_2

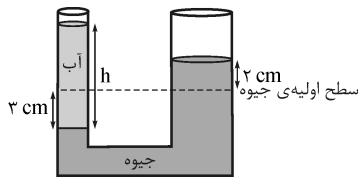
 نیاز است و چگالی مایع ρ_1 بیش از چگالی مایع ρ_2 است ($\rho_1 > \rho_2$). حال اگر از نقطه‌های C و D به

 طرف نقطه‌های A و B حرکت کنیم، فشار افت می‌کند ($P_C > P_B$). اما به علت بیشتر بودن چگالی

 مایع ρ_1 ، افت فشار در رسیدن به نقطه‌ی A بیش از افت فشار در رسیدن به نقطه‌ی B است و فشار نقطه‌ی B بیش از فشار نقطه‌ی A

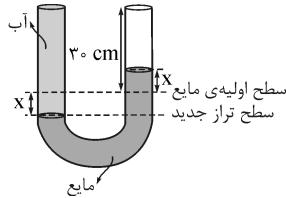
$$P_C > P_B > P_A$$

 می‌باشد ($P_B > P_A$). بدیهی است که در مجموع داریم:



۸۸- گزینهی «۳» با توجه به ثابت بودن حجم جیوه، مطابق شکل برای آن که سطح جیوه در شاخه‌ی سمت راست به اندازه‌ی ۲ cm نسبت به مکان اولیه‌ی خود بالاتر بیاید، سطح آن در شاخه‌ی سمت چپ به اندازه‌ی ۳ cm نسبت به مکان اولیه‌ی خود پایین‌تر می‌رود و بنابراین فشار ناشی از ستون آب باید با فشار ناشی از ستون جیوه‌ای به ارتفاع ۵ cm برابری کند و داریم:

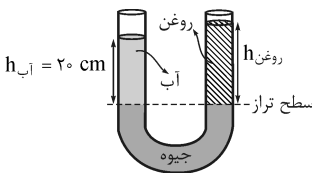
$$(\rho h)_{\text{جیوه}} = (\rho h)_{\text{آب}} \rightarrow 13/5 \times 5 = 1 \times h_{\text{آب}} \rightarrow h_{\text{آب}} = 67/5 \text{ cm} \rightarrow V_{\text{آب}} = Ah = 2 \times 67/5 = 134 \text{ cm}^3$$



۸۹- گزینهی «۴» اگر مطابق شکل فرض کنیم در اثر اضافه کردن آب به شاخه‌ی سمت چپ، سطح مایع در این شاخه به اندازه‌ی x از سطح اولیه‌ی خود پایین‌تر برود، با توجه به ثابت بودن حجم و یکسان بودن سطح مقطع دو شاخه، سطح مایع در شاخه‌ی سمت راست به اندازه‌ی x از سطح اولیه‌ی مایع بالاتر می‌آید. اگر رابطه‌ی لوله‌های U شکل را برای سطح تراز جدید بنویسیم، خواهیم داشت:

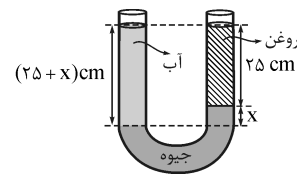
$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \rightarrow 1 \times 2x = 1 \times (30 + x) \rightarrow 15x = 30 \rightarrow x = 2 \text{ cm}$$

بنابراین پس از پر شدن شاخه‌ی سمت چپ، ۲۸ cm = ۳۰ - ۲ از شاخه‌ی سمت راست خالی می‌ماند.



۹۰- گزینهی «۳» مطابق شکل، حالتی را در نظر بگیرید که جیوه در دو شاخه هم‌سطح شده است. می‌توان سطح جیوه را به عنوان سطح تراز در نظر گرفت و پس از به دست آوردن روغن h جرم روغن ریخته شده به شاخه‌ی سمت راست را به دست آورد، اما چون سطح مقطع لوله همه‌جا ثابت و برابر ۲ cm^۲ است و فشار ناشی از ستون روغن با فشار ناشی از ستون آب برابر است، جرم روغنی که به شاخه‌ی سمت راست ریخته می‌شود با جرم آب موجود در شاخه‌ی سمت راست برابر است و می‌توان نوشت:

$$m_{\text{روغن}} = m_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} \times h_{\text{آب}} \times A \rightarrow m_{\text{روغن}} = 1 \times 20 \times 2 = 40 \text{ g}$$



۹۱- گزینهی «۴» اگر فرض کنیم وقتی سطح آزاد روغن و آب هم‌تراز می‌شوند، اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه مطابق شکل برابر x است، با نوشتن رابطه‌ی لوله‌های U برای سطح تراز رسم شده خواهیم داشت:

$$\rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} + \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} \rightarrow 1 \times (25 + x) = 13/5 \times x + 0/8 \times 20 \rightarrow x = 0/4 \text{ cm}$$

بنابراین ارتفاع ستون آب در این حالت برابر ۲۵/۴ cm = ۲۵ + ۰/۴ خواهد بود.

$$P_{\text{جزا}} = \rho_A g h_A + P_0$$

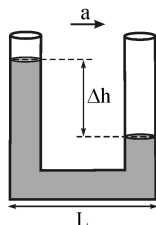
۹۲- گزینهی «۳» برای لوله‌ی U شکل A می‌توان نوشت:

$$P_{\text{جزا}} = \rho_B g h_B + P_0$$

و به طریق مشابه برای لوله‌ی U شکل B داریم:

هم‌چنین به علت چگالی کم گازها، وقتی تغییر ارتفاع گاز کم باشد، فشار آن همه‌جا ثابت است. بنابراین از ترکیب دو رابطه خواهیم داشت:

$$P_0 + \rho_B g h_B = P_0 + \rho_A g h_A \rightarrow \rho_B h_B = \rho_A h_A \rightarrow \frac{h_B}{h_A} = \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\Delta P_B}{\Delta P_A} \rightarrow \frac{h_B}{h_A} = \Delta$$



۹۳- گزینهی «۱» مطابق شکل، در اثر شتاب افقی a، سطح مایع در دو شاخه‌ی لوله، اختلاف ارتفاع Δh پیدا می‌کند که این اختلاف ارتفاع باید نیروی لازم برای حرکت شتاب‌دار قسمت افقی لوله را تأمین کند. اگر سطح مقطع لوله را برابر A فرض کنیم، از قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F = ma \rightarrow F = \rho V a \rightarrow \Delta P A = \rho L A a \xrightarrow{\Delta P = \rho g \Delta h} \rho g \Delta h = \rho L a \rightarrow \Delta h = L \left(\frac{a}{g} \right)$$

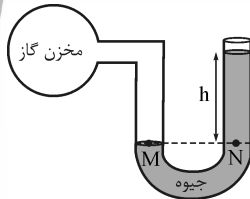
وقتی شتاب، مؤلفه‌ی افقی داشته باشد، دیگر فشار در نقاط هم‌تراز یکسان نیست. برای مقایسه‌ی فشار در دو نقطه‌ی هم‌تراز A و B، قسمتی از لوله که بین این دو نقطه است را مطابق شکل در نظر بگیرید. قانون دوم نیوتون را برای مایع با جرم m، بین این دو نقطه می‌نویسیم:

$$F_A - F_B = ma \rightarrow A \times (P_A - P_B) = \rho x A a \rightarrow P_A - P_B = \rho x a$$

یعنی فشار نقطه‌ی A به اندازه‌ی ρ x a بیش از نقطه‌ی B است.

فشارسنج، جوسنج جیوه‌ای و قانون پیوستگی

۱) **فشارسنج (مانومتر):** در حقیقت مانند یک فشارسنج عمل می‌کند و با استفاده از آن فشار



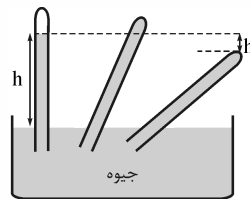
مخزن را اندازه‌گیری می‌کنند. با توجه به برابری فشار برای دو نقطه‌ی هم‌تراز M و N داریم:

$$P_M = P_N \rightarrow P_{\text{مخزن}} = \rho gh + P_0$$

معمولاً برای اعلام فشار مخزن از اختلاف فشار مخزن و فشار هوای محیط که **فشار پیمانه‌ای** نامیده

$$P_{\text{مخزن}} - P_0 = \rho gh \rightarrow \boxed{P_{\text{پیمانه‌ای}} = \rho gh}$$

می‌شود، استفاده می‌شود:



۲) **جوسنج جیوه‌ای (بارومتر):** اگر لوله‌ای به طول ۱ m را از جیوه پر کنیم و به داخل تشتی پر از

جیوه وارونه کنیم، در حقیقت یک فشارسنج ساده ساخته‌ایم. ارتفاعی که جیوه در لوله بالاتر از سطح

آزاد آن در تشت قرار می‌گیرد، در حقیقت فشار هوا در محل آزمایش برحسب cmHg می‌باشد.

اگر بخواهیم این فشار را برحسب پاسکال بیان کنیم از رابطه‌ی $P = \rho gh$ برای جیوه استفاده

می‌کنیم. اگر لوله را کج کنیم، سطح جیوه در لوله طوری قرار می‌گیرد که ارتفاع قائم آن تا سطح

آزاد جیوه تغییر نکند. حال اگر مطابق لوله‌ی سمت راست، لوله را آن‌قدر کج کنیم تا دیگر فاصله‌ی قائم جیوه از سطح آزاد آن نتواند به h

اولیه برسد، به انتهای لوله فشاری برابر h' سانتی‌متر جیوه وارد خواهد شد که ایده‌ی طرح برخی از مسئله‌ها است.



۳) **قانون پیوستگی:** فرض کنید در لوله‌ی شکل مقابل مایعی جاری باشد، چون مایعات تراکم

ناپذیرند، همان حجمی از مایع که در مدت زمان معین از مقطع A_1 وارد می‌شود، باید از مقطع A_2 در

همان زمان خارج شود و بنابراین اگر سرعت مایع وقتی به مقطع A_1 می‌رسد، برابر v_1 باشد، سرعت آن

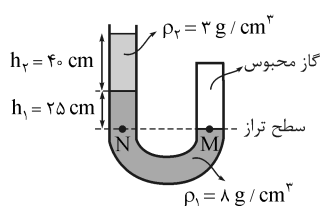
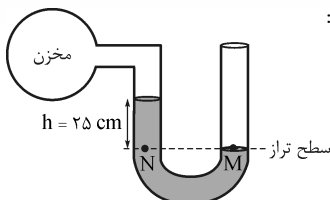
وقتی به مقطع A_2 می‌رسد برابر v_2 خواهد شد و بنابر قانون پیوستگی داریم:

$$\boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2}$$

چون فشار دو نقطه‌ی هم‌تراز M و N که در درون یک مایع ساکن قرار دارند، با هم برابر است، می‌توان نوشت:

$$P_N = P_M \rightarrow \rho gh + P_{\text{گاز}} = P_0$$

$$\rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 - \rho gh \rightarrow P_{\text{گاز}} = 10^5 - 13600 \times 10 \times 0.25 \rightarrow P_{\text{گاز}} = 92000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{گاز}} = 92 \text{ kPa}$$



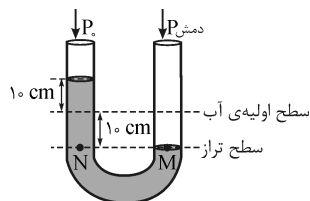
۹۵- گزینه‌ی «۱» با توجه به برابری فشار دو نقطه‌ی هم‌تراز M و N که در داخل یک مایع

ساکن قرار گرفته‌اند، می‌توان نوشت:

$$P_N = P_M \rightarrow \rho_l gh_1 + \rho_g gh_2 + P_0 = P_{\text{گاز}}$$

فشار پیمانه‌ای اختلاف فشار گاز محبوس و فشار هواست، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho_l gh_1 + \rho_g gh_2 \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 8000 \times 10 \times 0.25 + 3000 \times 10 \times 0.4 \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 32000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 32 \text{ kPa}$$



۹۶- گزینه‌ی «۴» اگر بر اثر فشار دمیدن شخص، سطح آب ۱۰ cm از وضع اولیه‌ی خود پایین‌تر

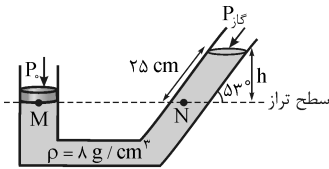
رود، به علت ثابت‌بودن حجم آب و سطح مقطع لوله، اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه مطابق شکل

برابر ۲۰ cm می‌شود و از برابری فشار در نقاط هم‌تراز M و N که داخل یک مایع ساکن قرار دارند،

می‌توان نوشت:

$$P_N = P_M \rightarrow P_0 + \rho gh = P_{\text{دمش}} \rightarrow P_{\text{دمش}} - P_0 = \rho gh \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = \rho gh$$

$$\rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 1000 \times 10 \times 0.2 \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 2000 \text{ Pa}$$



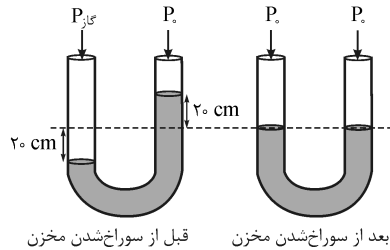
۹۷- گزینه‌ی «۱» فشار در دو نقطه‌ی هم‌تراز M و N که داخل یک مایع ساکن قرار

دارند، با هم برابر است. ابتدا ارتفاع قائم مایع در شاخه‌ی سمت راست (h) را به دست می‌آوریم:

$$\sin 53^\circ = \frac{h}{25} \rightarrow h = 25 \sin 53^\circ = 20 \text{ cm}$$

$$P_N = P_M \rightarrow \rho gh + P_{\text{مخزن}} = \frac{mg}{A} + P_0 \rightarrow P_{\text{مخزن}} - P_0 = \frac{mg}{A} - \rho gh$$

$$\rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = \frac{mg}{A} - \rho gh \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = \frac{4 \times 10^{-4}}{20 \times 10^{-2}} - 1000 \times 10 \times 0.2 \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 4000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 4 \text{ kPa}$$



۹۸- گزینه‌ی «۲» پس از سوراخ‌شدن مخزن، گاز داخل آن خارج می‌شود و فشار آن با

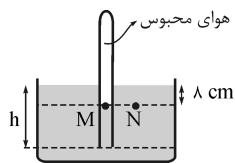
فشار جو برابر می‌شود، در نتیجه مطابق شکل‌های مقابل، سطح جیوه در دو شاخه هم‌سطح

می‌شود. چون سطح جیوه در شاخه‌ی سمت راست ۲۰ cm پایین می‌رود، سطح جیوه در

شاخه‌ی سمت چپ ۲۰ cm بالا می‌رود و اختلاف سطح جیوه در دو شاخه در ابتدا

برابر $h = 40 \text{ cm}$ بوده است. اگر سطح تراز مناسب را اختیار کنیم، می‌توان نوشت:

$$P_{\text{مخزن}} = \rho gh + P_0 \rightarrow P_{\text{مخزن}} - P_0 = \rho gh \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = \rho gh = 13500 \times 10 \times 0.4 \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 54000 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = 54 \text{ kPa}$$



۹۹- گزینه‌ی «۲» با توجه به برابری فشار برای نقاط هم‌تراز M و N می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \rightarrow P_{\text{هوای محبوس}} = P_0 + P_{\text{مایع}}$$

حال باید فشار مایع را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست آوریم:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \rightarrow 1/7 \times 8 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 1 \text{ cm}$$

بنابراین $P_{\text{مایع}} = 1 \text{ cmHg}$ است و می‌توان نوشت:

۱۰۰- گزینه‌ی «۲» چون ارتفاع ستون جیوه در لوله‌ی B برابر ۷۳ cm شده است و فشار ناشی از آن با فشار هوا خنثی می‌شود، فشار هوا در

محل انجام آزمایش برابر ۷۳ cmHg است. در لوله‌ی C ارتفاع ستون جیوه برابر ۴۸ cm است و بنابراین برای خنثی‌شدن فشار هوا لازم است

فشار $P_C = 73 - 48 = 25 \text{ cmHg}$ بر انتهای این لوله وارد شود. برای محاسبه‌ی نیرویی که جیوه بر انتهای این لوله وارد می‌کند، می‌توان نوشت:

$$F_C = P_C \times A = \rho ghA \rightarrow F_C = 13500 \times 10 \times 0.25 \times 8 \times 10^{-4} \rightarrow F_C = 27 \text{ N}$$

۱۰۱- گزینه‌ی «۲» برای به دست آوردن ارتفاع قائم جیوه از سطح آزاد آن (h) می‌توان نوشت:

$$\sin 37^\circ = \frac{h}{8} \rightarrow h = 48 \text{ cm}$$

بنابراین از ۷۶ cmHg فشار هوا، ۴۸ cmHg آن به وسیله‌ی فشار ناشی از ستون جیوه خنثی می‌شود و مابقی به انتهای لوله وارد می‌شود که برای

محاسبه‌ی نیرویی که جیوه بر انتهای لوله وارد می‌کند، می‌توان نوشت:

$$F = PA = \rho ghA = 13500 \times 10 \times (76 - 48) \times 10^{-2} \times 8 \times 10^{-4} \rightarrow F = 18/9 \text{ N}$$

۱۰۲- گزینه‌ی «۴» چون مایع تراکم‌ناپذیر است، در هر ثانیه حجم آب خروجی از دهانه‌ی کوچک‌تر برابر حجم آب ورودی به دهانه‌ی

بزرگ‌تر و برابر ۴ لیتر خواهد بود. از طرف دیگر بنا بر قانون پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{A = \frac{\pi}{4} D^2} \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \rightarrow \frac{v_2}{1} = 2^2 \rightarrow v_2 = 4 \text{ m/s}$$