۷۱ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) اگر بر سطح یک شیشهٔ دوداندود چند قطره آب بریزیم، آب به چه صورت بر این سطح قرار می‌گیرد؟ علت را توضیح دهید.

ب) علت آن‌که درون لولهٔ مویین، سطح آب فرو رفته و درون لولهٔ مویین سطح جیوه برآمده است، چیست؟

پ) معمولاً دیواره‌های کنار باغچه‌ها مرطوب است، علت را بیان کنید.

ت) عامل بالا رفتن نفت از فتیلهٔ چراغ نفتی چیست؟

۷۲ یک مایع روی سطح جامدی ریخته‌ایم. در هر حالت نحوهٔ قرارگیری مایع روی سطح را نشان دهید.

الف) نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مایع و سطح باشد.

ب) نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع کمتر از نیروی دگرچسبی بین مایع و سطح باشد.

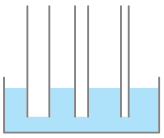
۷۳ در هر یک از پدیده‌های زیر علت پخش‌شدن مایع چیست؟

الف) پخش‌شدن نفت در سطح آب دریا

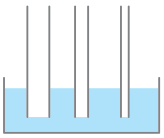
ب) پخش‌شدن آب روی سطح تمیز شیشه

پ) پخش‌شدن جوهر در آب

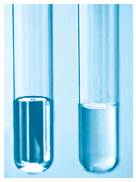
۷۴ الف) نحوهٔ قرارگیری آب در لوله‌های مویین شکل زیر را به صورت تقریبی نشان دهید.



ب) نحوهٔ قرارگیری جیوه در لوله‌های مویین شکل زیر را به صورت تقریبی نشان دهید.



۷۵ شکل‌های (الف) و (ب) نحوهٔ قرارگیری دو مایع درون لولهٔ شیشه‌ای را نشان می‌دهد. نیروی هم‌چسبی مایع و نیروی دگرچسبی مایع با شیشه را در هر شکل با هم مقایسه کنید.



(ب) (الف)

بخش دوم: فشار شاره‌ها

صفحهٔ ۳۲ تا ۳۶ کتاب درسی

تعریف فشار برابر است با نسبت اندازهٔ نیروی عمودی وارد بر سطح به مساحت سطح

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

F: نیوتون، A: متر مربع، P: پاسکال

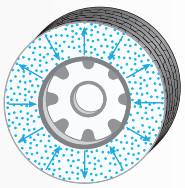
هر پاسکال برابر $1\ N/m^2$ است.

خط‌به‌خط کتاب

- با وجود اینکه شاره به عنوان کل ساکن است مولکول‌های آن در حال حرکت‌اند.
- نیرویی که توسط شاره به دیوارهٔ داخلی ظرف یا به جسم درون شاره وارد می‌شود به دلیل این حرکت‌ها و نیروی تماسی بین مولکولی است.
- برای گازهای رقیق، به علت اینکه فاصلهٔ متوسط بین مولکول‌ها زیاد است، تقریباً تمام این نیرو ناشی از برخورد مولکول‌های گاز است.

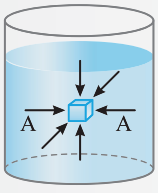
عکس‌ومکث کتاب

الف) برخورد مولکول‌های هوای درون لاستیک به سطح داخلی آن سبب ایجاد نیروی عمودی می‌شود.



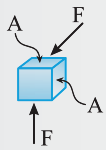
(الف)

ب) به هر نقطه از سطح جسم غوطه‌ور در شاره (آب) نیرویی عمودی وارد می‌شود.



(ب)

پ) برای سادگی تنها نیروهای وارد بر دو سطح که به صورت عمود است نشان داده شده است.



(پ)

• تیپ ۲ - ۱: به‌دست آوردن فشار از نیرو

مسئله ۱

غواصی که مساحت عینک او $۱۸۰\,cm^۲$ است، در زیر آب در حال غواصی بوده و فشار آب در محل عینک او $۲\times۱۰^۵\,Pa$ است. نیرویی که توسط آب بر عینک غواص وارد می‌شود چند نیوتون است؟

راه‌حل ابتدا باید مساحت عینک را برحسب مترمربع بنویسیم:

$$A=۱۸۰\,cm^۲\times\frac{۱m^۲}{۱۰^۴\,cm^۲}\Rightarrow A=۱۸۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$$

به کمک تعریف فشار نیروی وارد بر عینک توسط آب را حساب می‌کنیم:

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow ۲\times۱۰^۵=\frac{F}{۱۸۰\times۱۰^{-۴}}\xrightarrow{\text{طرفین وسطین}}F=۲\times۱۰^۵\times۱۸۰\times۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۳۶۰\times۱۰\Rightarrow F=۳۶۰۰\,N$$

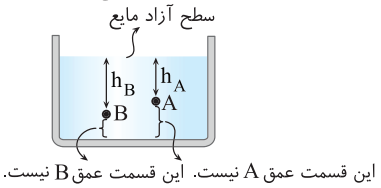
رابطهٔ فشار شاره‌ها برحسب عمق شاره

$$P=\rho gh$$

(شتاب گرانش $m/s^۲$) (چگالی مایع $kg/m^۳$) (عمق مایع m)

- در رابطهٔ فشار شاره، h عمق مایع یعنی فاصلهٔ قائم هر نقطه درون مایع تا سطح آزاد مایع است.

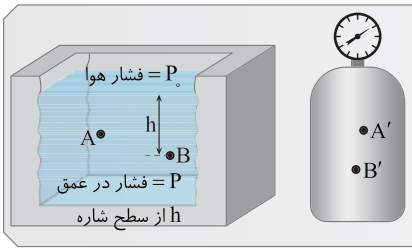
به‌طور مثال در شکل روبه‌رو عمق نقطهٔ A، h_A و عمق نقطهٔ B، h_B است.



عکس‌ومک‌ث کتاب

برای هر دو شارهٔ ساکن فشار از رابطهٔ ρgh به‌دست می‌آید اما چون چگالی گازها خیلی کم است، اختلاف فشار بین دو نقطه در محفظهٔ گاز ناچیز است:

$$\begin{cases}P_B>P_A\\P_{A'}\approx P_{B'}\end{cases}$$



• تیپ ۲ - ۲: فشار حاصل از مایع

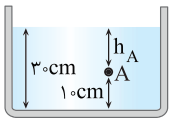
مسئله ۲

در یک ظرف تا ارتفاع $۳۰\,cm$ مایعی به چگالی $۴\,g/cm^۳$ ریخته شده است. در نقطهٔ A واقع در ارتفاع $۱۰\,cm$ از کف ظرف فشار را بیابید. $(g=۱۰\,m/s^۲)$

راه‌حل تمام یکاها را باید به یکای SI تبدیل کنیم تا فشار برحسب پاسکال به‌دست آید.

برای تبدیل $g/cm^۳$ به $kg/m^۳$ کافی است آن را در عدد ۱۰۰۰ ضرب کرد.

$$\rho=۴\,g/cm^۳\times۱۰۰۰\Rightarrow\rho=۴۰۰۰\,kg/m^۳$$



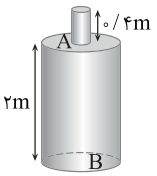
عمق نقطهٔ A از سطح آزاد مایع برابر است با:

$$h_A=۳۰-۱۰=۲۰\,cm\Rightarrow h=\frac{۲۰}{۱۰۰}=۰/۲\,m$$

فشار مایع در نقطهٔ A را حساب می‌کنیم:

$$P=\rho gh\Rightarrow P=۴۰۰۰\times۱۰\times۰/۲\Rightarrow P=۸۰۰۰\,Pa$$

مسئله ۳



لولهٔ باریکی مطابق شکل، بالای بشکه‌ای وصل شده است. این ظرف تا سر لوله پر از آب است. فشار حاصل از مایع را در A (سر بشکه) و B (ته بشکه) به‌دست آورید. (فشار جو را در نظر نگیرید و $\rho_{آب}=۱\,g/cm^۳$)

راه‌حل **نکته** فشار مایع به چگالی و عمق مایع بستگی دارد و شکل ظرف و مساحت کف آن در فشار مایع بی‌تأثیر است.

چگالی آب را برحسب $kg/m^۳$ می‌نویسیم:

$$\rho=۱\,g/cm^۳\times۱۰۰۰=۱۰۰۰\,kg/m^۳$$

با توجه به رابطهٔ فشار برای مایع، فشار در نقطهٔ A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$P_A=\rho gh_A=۱\times۱۰^۳\times۱۰\times\frac{۴}{۱۰}=۴\times۱۰^۳\,Pa\quad,\quad P_B=\rho gh_B=۱\times۱۰^۳\times۱۰\times۲/۴=۲۴\times۱۰^۳\,Pa$$

مجموع فشار هوا و فشار مایع

$$P=P_۰+\rho gh$$

خط‌به‌خط کتاب

$P_۰$: فشار هوای محیط است. فشار هوا در سطح دریای آزاد حدود $۱/۰۱۳۵\times۱۰^۵$ پاسکال (Pa) است که به آن ۱ اتمسفر (atm) گویند. $P_۰=۱atm\approx۱۰^۵\,Pa$

این رابطه نشان می‌دهد فشار در عمق h از سطح شاره، به اندازهٔ ρgh از فشار $P_۰$ در سطح شاره بیشتر است.

• تیپ ۲ - ۳: فشار کل مایع

مسئله ۴

چگالی آب دریاچه‌ای $۱۲۰۰\ kg/m^۳$ است. در چه عمقی از سطح آب دریاچه، فشار کل برابر ۷ اتمسفر است؟ $(g=۱۰\ m/s^۲, P_۰=۱\ atm=۱۰^۵\ Pa)$

راه‌حل با توجه به فرض مسئله:

$$P=۷atm\Rightarrow P=۷\times۱۰^۵\ Pa$$

فشار کل را نوشته و عمق مورد نظر را حساب می‌کنیم:

$$P=P_۰+\rho gh\Rightarrow ۷\times۱۰^۵=۱۰^۵+۱۲۰۰\times۱۰\times h\Rightarrow ۶\times۱۰^۵=۱۲\times۱۰^۳\times h\Rightarrow h=۵۰m$$

• تیپ ۲ - ۴: نیروی حاصل از فشار مایع در عمق h

مسئله ۵

در عمق ۲ متری آب دریاچه‌ای در بدنهٔ یک قایق تفریحی، یک سوراخ به مساحت $۳cm^۲$ ایجاد شده است. برای جلوگیری از نفوذ آب به درون قایق چه نیرویی بر سطح سوراخ باید اعمال گردد؟ $(g=۱۰\ m/s^۲,\ \rho_{آب}=۱\ g/cm^۳)$

راه‌حل نکته با توجه به تعریف فشار و فشار مایع می‌توان نوشت:

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\xrightarrow{P=\rho gh}F=\rho ghA$$

چگالی و مساحت را برحسب یکای SI باید بنویسیم تا نیرو برحسب نیوتون به‌دست بیاید.

$$\rho=۱\ g/cm^۳\times۱۰۰۰\Rightarrow\rho=۱۰۰۰\ kg/m^۳$$

$$A=۳cm^۲\times\frac{۱m^۲}{۱۰^۴cm^۲}\Rightarrow A=۳\times۱۰^{-۴}\ m^۲$$

تبدیل به $m^۲$ به $cm^۲$

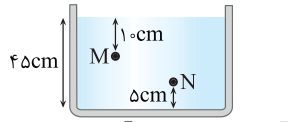
اکنون نیرو را به‌دست می‌آوریم:

$$F=\rho ghA\Rightarrow F=۱۰۰۰\times۱۰\times۲\times۳\times۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۶N$$

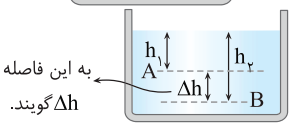
• تیپ ۲ - ۵: اختلاف فشار در دو نقطه از یک مایع ساکن

مسئله ۶

مایعی به چگالی $۰/۸\ kg/L$ درون ظرف شکل روبه‌رو ریخته شده است. اختلاف فشار بین نقاط M و N را بیابید. $(g=۱۰N/kg)$

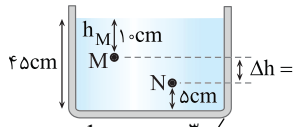


راه‌حل نکته اختلاف فشار دو نقطه از مایع به اختلاف فاصلهٔ قائم آن‌ها از هم بستگی دارد.



$$\Delta P_{AB}=P_B-P_A=\rho gh_B-\rho gh_A\Rightarrow\Delta P_{AB}=\rho g(h_B-h_A)\Rightarrow\Delta P_{AB}=\rho g\Delta h_{AB}$$

ابتدا اختلاف عمق نقاط M و N را از روی شکل برحسب متر به‌دست می‌آوریم.



$$\Delta h=۴۵-۱۰-۵\Rightarrow\Delta h_{MN}=۳۰cm=۰/۳m$$

یکای چگالی را به یکای SI تبدیل می‌کنیم.

$$\rho=۰/۸\frac{kg}{L}\times\frac{۱۰^۳L}{۱m^۳}\Rightarrow\rho=۸۰۰\ kg/m^۳$$

تبدیل لیتر به $m^۳$

اختلاف فشار را حساب می‌کنیم:

$$\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow\Delta P_{MN}=۸۰۰\times۱۰\times۰/۳m\Rightarrow\Delta P_{MN}=۲۴۰۰\ Pa$$

• تیپ ۲ - ۶: حل مسئله با استفاده از وزن مایع

مسئله ۷

مقدار $۳kg$ روغن در یک قابلمه قرار دارد و مساحت کف قابلمه $۱۲۰۰\ cm^۲$ است، فشار وارد بر کف قابلمه چند پاسکال است؟ $(g=۱۰\ N/kg)$

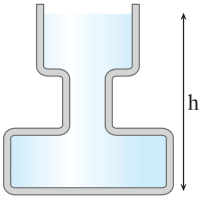
راه‌حل نکته در حل بعضی از مسائل فشار مایع، که مایع در ظرف استوانه‌ای یا مکعبی شکل قرار دارد یعنی در ظرفی که سطح مقطع آن در هر ارتفاعی یکسان است، می‌توان از وزن مایع استفاده کرد.

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

در این مسئله روغن درون قابلمه ریخته شده است و فشار وارد بر کف خواسته شده است، این فشار ناشی از وزن مایع است. دقت کنید که ارتفاع مایع و چگالی آن داده نشده است پس بهتر است فشار را به صورت زیر به‌دست آورد:

$$P=\frac{mg}{A}=\frac{۳\times۱۰}{۱۲۰۰\times\underbrace{۱۰^۴}_{\text{تبدیل به }m^۲}}\Rightarrow P=\frac{۳۰\times۱۰^{+۴}}{۱۲۰۰}\Rightarrow P=\frac{۳۰۰۰}{۱۲}\Rightarrow P=۲۵۰\ Pa$$

مسئله ۸



در شکل روبه‌رو ظرف تا ارتفاع h از آب پر شده است و سطح مقطع ظرف در سه قسمت از بالا به پایین به ترتیب $0/04m^2$، $0/02m^2$ و $0/08m^2$ است. اگر ۲ لیتر آب به آب ظرف اضافه کنیم، فشار در کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟
$(g=10N/kg \ , \ \rho_{آب}=1000kg/m^3)$

راه‌حل نکته در کتاب علوم نهم اصل پاسکال به صورت زیر بیان شده است:

اصل پاسکال: هر تغییری در فشار وارد بر هر شارهٔ تراکم‌ناپذیر و محبوس بدون کاهش به تمام قسمت‌های شاره و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود.

ابتدا وزن ۲ لیتر آب را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow 1000=\frac{m}{2\times\underbrace{10^{-3}}_{\text{تبدیل به } m^3}}\Rightarrow m=2kg \qquad W=mg\Rightarrow W=2\times10\Rightarrow W=20N$$

این آب در دهانهٔ ظرف با مساحت $0/04m^2$ ریخته شده است و فشاری برابر مقدار زیر ایجاد می‌کند:

$$P=\frac{W}{A}\Rightarrow P=\frac{20}{0/04}\Rightarrow P=500Pa$$

طبق اصل پاسکال این فشار به تمام نقاط مایع از جمله کف ظرف وارد شده و فشار وارد بر کف ظرف $500Pa$ افزایش می‌یابد.

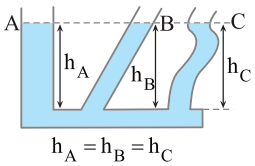
برای حل این مسئله نیز می‌توان از روش دیگری استفاده کرد. در این روش، افزایش ارتفاع آب پس از افزودن $2L$ آب را حساب می‌کنیم.

$$\Delta V=A\Delta h\Rightarrow 2\times10^{-3}=0/04\Delta h\Rightarrow \Delta h=0/05m$$

افزایش فشار خواهد شد:

$$\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow \Delta P=1000\times10\times0/05=500Pa$$

• تیپ ۲ - ۷: ظروف مرتبط

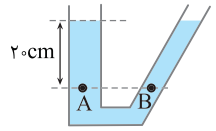


$h_A=h_B=h_C$

در ظروف مرتبط که محتوی یک مایع معینی هستند، مایع در ظرف‌ها هم‌سطح است. علت آن نیز وابستگی فشار مایع به عمق مایع است و این که شکل ظرف در فشار مایع تأثیری ندارد.

– در تمام ظرف‌های محتوی مایع، سطح مایع درون ظرف افقی قرار می‌گیرد.

مسئله ۹



در شکل روبه‌رو مایعی به چگالی $2000g/L$ در دو ظرف مرتبط با هم ریخته شده است. فشار در نقطهٔ A چقدر است؟ در نقطهٔ B چطور؟ $(P_0=10^5Pa \ , \ g=10N/kg)$

راه‌حل فشار در نقطهٔ A مجموع فشار هوا و فشار مایع به ارتفاع $20cm$ است. یکای چگالی را به SI تبدیل می‌کنیم:

$$\rho=2000\frac{g}{L}\times\frac{1kg}{10^3g}\times\frac{10^3L}{1m^3}\Rightarrow\rho=2000kg/m^3 \qquad P=\rho gh_A\Rightarrow P_A=2000\times10\times0/2\Rightarrow P_A=4000Pa$$

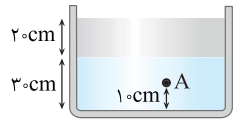
نکته در ظروف مرتبط محتوی یک مایع ساکن فشار در تمام نقاط هم‌عمق با هم برابر است.

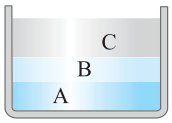
عمق نقطهٔ B و عمق نقطهٔ A یکسان است، بنابراین فشار در نقطهٔ B خواهد شد:

$$P_B=P_A=4000Pa$$

• تیپ ۲ - ۸: فشار حاصل از دو یا چند مایع

مسئله ۱۰





در شکل روبه‌رو دو مایع با چگالی‌های $800kg/m^3$ و $900kg/m^3$ درون ظرف استوانه‌ای شکلی ریخته شده‌اند،
الف) فشار در کف ظرف چقدر است؟ ب) فشار حاصل از دو مایع در نقطهٔ A را بیابید. $(P_0=10^5Pa \ , \ g=10N/kg)$

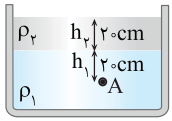
راه‌حل نکته هرگاه چند مایع مخلوط‌نشدنی درون ظرفی ریخته می‌شود، مایع‌ها به ترتیب چگالی روی هم قرار می‌گیرند و مایع دارای بیشترین چگالی ته‌نشین می‌شود و مایع دارای کمترین چگالی روی سطح قرار می‌گیرد. $\rho_A>\rho_B>\rho_C$

فشار حاصل از چند مایع درون ظرف مجموع فشار تک تک مایع‌ها است. $P_{ته}=P_A+P_B+P_C$

الف) مایعی که ته‌نشین شده دارای چگالی $900kg/m^3$ است. فشار در کف ظرف را حساب می‌کنیم:

$$P_{کل}=P_0+P_1+P_2\Rightarrow P=P_0+\rho_1gh_1+\rho_2gh_2$$

$$\Rightarrow P_{کل}=10^5+900\times10\times0/3+800\times10\times0/2\Rightarrow P=10^5+2700+1600\Rightarrow P=104300Pa$$



ب) فشار ناشی از دو مایع در نقطهٔ A:

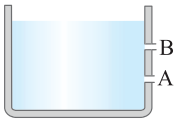
$$P_A=\rho_1gh_1+\rho_2gh_2\Rightarrow P_A=900\times10\times0/2+800\times10\times0/2\Rightarrow P_A=1800+1600=3400Pa$$

تمرین‌های بخش دوم

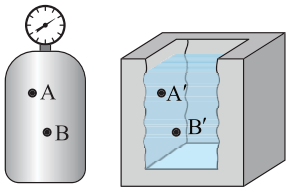
در این بخش نمونه سؤالاتی که احتمال طرح در امتحان نهایی دارن، برات آماده کردیم تا خوب تمرین کنی. شمارهٔ تیپ هر سؤال کنارش اومده که اگه نتونستی حل کنی، بتونی از درس‌نامه اون تیپ رو مطالعه کنی.

۷۶ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) در شکل روبه‌رو تندی خروجیِ آب از قسمت‌های A و B را با هم مقایسه کنید. شکل ۲ ـ ۱۲، صفحهٔ ۳۳ کتاب درسی



ب) در شکل روبه‌رو نقاط A و B در مخزن گاز و A' و B' نقاطی در یک مایع‌اند. فشار نقاط A و B را با یکدیگر و سپس فشار نقاط A' و B' را نیز با هم مقایسه کنید. شکل ۲ ـ ۱۵، صفحهٔ ۳۴ کتاب درسی



۷۷ الف) در عمق ۸ متری مایعی، فشار کل ۱/۷۶ اتمسفر است. اگر فشار هوا ۱ اتمسفر باشد، چگالی مایع را به‌دست آورید. (تیپ ۲-۲ و ۲-۳) مثال ۲ ـ ۲، صفحهٔ ۳۵ کتاب درسی

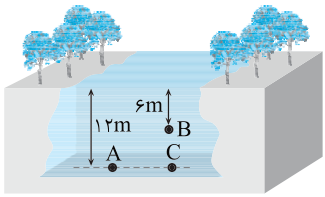
$(g=10\,N/kg\ ,\ 1atm=10^5Pa)$

ب) اگر فشار هوا 10^5 پاسکال باشد، فشار در عمق ۲ متری آب یک استخر چند پاسکال است؟ $(\rho_{آب}=1\,g/cm^3)$

۷۸ الف) در شکل روبه‌رو فشار در نقاط A و B را حساب کنید. $(\rho_{آب}=1\,g/cm^3\ ,\ g=10\,N/kg\ ,\ P_0=10^5Pa)$ مثال ۲ ـ ۲، صفحهٔ ۳۵ کتاب درسی

ب) همچنین فشار حاصل از آب را در نقاط A و B به‌دست آورید. (تیپ ۲-۲ و ۲-۳)

پ) فشار در نقاط A و C را با هم مقایسه کنید.

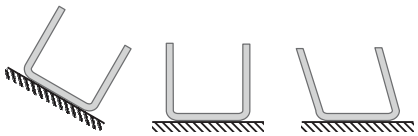


۷۹ در عمق ۵cm مایعی فشار ۱۰۰kPa و در عمق ۲۰ cm آن فشار ۱۰۶kPa است: (تیپ ۲-۲ و ۲-۳) تمرین ۲ ـ ۲، صفحهٔ ۳۶ کتاب درسی

الف) چگالی مایع را به‌دست آورید.

ب) فشار هوای محیط را حساب کنید.

۸۰ در سه ظرف نشان داده شده آب ریخته شده است. در کدام‌یک از ظرف‌ها نیروی وارد از طرف آب بر دیوارهٔ ظرف عمود است؟ (تیپ ۲-۱)



۸۱ الف) هواپیمایی در ارتفاعی از سطح زمین در حال پرواز است. فشار هوا در این ارتفاع ۷۰ kPa است. اگر پنجره‌های هواپیما دایره‌هایی با قطر ۴۰ cm باشد، نیروی وارد بر سطح خارجی این پنجره‌ها چند نیوتون است؟ $(\pi\approx3)$ (تیپ ۲-۱ و ۲-۴) تمرین ۲ ـ ۱، صفحهٔ ۳۶ کتاب درسی

ب) شناگری در عمق ۵ متری از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. اگر مساحت پردهٔ گوش را یک سانتی‌متر مربع فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پردهٔ گوش این شناگر وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (فشار هوا را 10^5 پاسکال بگیرید و $\rho_{آب}=1\,g/cm^3$) تمرین ۲ ـ ۱، صفحهٔ ۳۶ کتاب درسی

پ) یک زیردریایی در عمق ۲۰۰ متری زیر آب غوطه‌ور است. بالای این زیردریایی دریچه‌ای مربعی به ابعاد ۰/۸ متر نصب شده است. برای بازکردن این دریچه حداقل چند نیوتون نیرو لازم است؟ $(\rho_{آب}=1\,g/cm^3)$ مثال ۲ ـ ۱، صفحهٔ ۳۳ کتاب درسی

۸۲ در یک لولهٔ استوانه‌ای قائم تا ارتفاع ۱۰ cm مایعی به چگالی $7/2\,g/cm^3$ می‌ریزیم. قطر داخلی لوله ۴cm است. الف) فشار وارد بر کف استوانه را حساب کنید. $(g=10N/kg\ ,\ P_0=10^5Pa\ ,\ \pi\approx3)$ (تیپ ۲-۶)

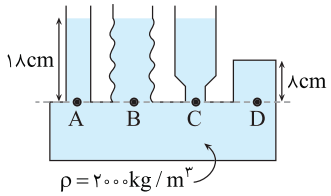
ب) فشار حاصل از مایع در کف استوانه را حساب کنید.

پ) نیروی وارد از طرف مایع بر کف لوله را به‌دست آورید.

ت) نیروی وارد بر کف لوله را به‌دست آورید.

۸۳ در شکل زیر، مایع درون لوله‌های مرتبط در حال تعادل است. الف) فشار در نقاط A، B، C و D را با هم مقایسه کنید. (تیپ ۲ - ۵ و ۲ - ۷)

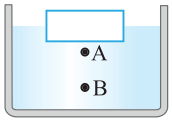
پرسش ۲ ـ ٤، صفحهٔ ۳٤



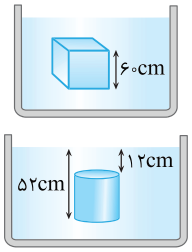
ب) فشار حاصل از مایع در نقطهٔ D چقدر است؟ $(g=10N/kg)$

پ) اگر مساحت مقطع شاخهٔ سمت راست برابر $10\,cm^2$ باشد، نیروی وارد به انتهای این شاخه چند نیوتون است؟

ت) در ظرف حاوی آب (شکل مقابل) اگر قطعه چوب را روی سطح آب قرار دهیم فشار در نقطهٔ A به اندازهٔ ΔP_A و در نقطهٔ B به اندازهٔ ΔP_B افزایش می‌یابد. ΔP_A و ΔP_B را با هم مقایسه کنید.



۸۴ الف) در شکل زیر جسم درون مایعی غوطه‌ور است. اگر فشار در بالا و زیر جسم به‌ترتیب ۱۰۰ و ۱۱۵ کیلوپاسکال باشد، چگالی شاره را به‌دست آورید. (تیپ ۲ - ۵)



ب) استوانه‌ای توپر که شعاع قاعدهٔ آن ۲cm است، مطابق شکل درون آب به چگالی $1g/cm^3$ غوطه‌ور است. اختلاف نیرویی که از طرف آب به قاعده‌های پایین و بالای استوانه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(\pi\approx 3)$

تمرین ۲ ـ ۲، صفحهٔ ۳۶ کتاب درسی

۸۵ در سؤالات زیر نسبت‌های خواسته شده را به‌دست آورید. (تیپ ۲ - ۲ و ۲ - ۴)

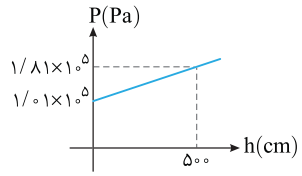
الف) دو ظرف مشابه A و B در اختیار داریم. در هر دو ظرف تا ارتفاع یکسان مایع می‌ریزیم. مایع ریخته شده در ظرف A دارای چگالی $0/8\,g/cm^3$ و مایع ریخته شده در ظرف B دارای چگالی $1/8g/cm^3$ است. نسبت فشار مایع در کف ظرف A به فشار مایع در کف ظرف B را بیابید.

ب) دو ظرف مکعب شکل A و B در اختیار داریم که ابعاد ظرف A دو برابر ابعاد ظرف B است. اگر هر دو ظرف را از مایع یکسانی پر کنیم، فشار مایع در کف ظرف A چند برابر فشار مایع در کف ظرف B است؟

پ) ظرف مکعب‌شکل A پر از مایع بوده و فشار در کف ظرف برابر P_A است. اگر تمام مایع را در ظرف مکعب‌شکل B بریزیم که ابعاد آن دو برابر ظرف A باشد، فشار در کف ظرف P_B می‌شود. نسبت $\frac{P_A}{P_B}$ را بیابید.

ت) در قسمت‌های (ب) و (پ) نسبت نیروی وارده از طرف مایع بر کف ظرف‌ها را حساب کنید.

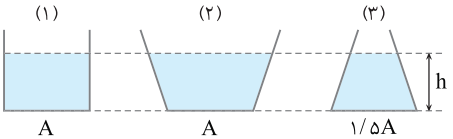
۸۶ شکل زیر، نمودار فشار برحسب عمق مایع (h) را نشان می‌دهد.



الف) چگالی مایع را حساب کنید. $(g=10\,N/kg)$

ب) فشار حاصل از مایع در عمق $1m$ را بیابید.

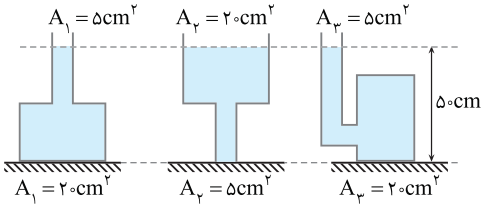
۸۷ در ظرف‌های شکل روبه‌رو مقداری آب ریخته شده است. (تیپ ۲ - ۴)



الف) فشار در کف ظرف‌ها را با هم مقایسه کنید.

ب) نیروی وارد بر کف ظرف‌ها توسط مایع را با هم مقایسه کنید.

۸۸ در شکل‌های زیر در ظرف‌ها مایعی به چگالی $3/6\,g/cm^3$ ریخته شده است.

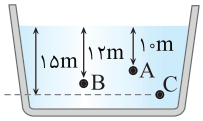


نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند چند نیوتون است؟ $(g=10N/kg)$ (تیپ ۲ - ۴)

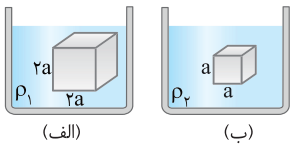
مسائل تکمیلی

در این قسمت، برای محکم کاری سؤالاتی که کمی سطح بالاتری از آزمون نهایی دارند، آوردیم؛ اگه فکر می‌کنی که سؤالات بخش‌های قبلی رو کامل بلدی و دنبال سؤال سخت‌تر هستی، حتماً این قسمت رو حل کن.

۱ در یک استخر مطابق شکل روبه‌رو مقداری مایع وجود دارد. اگر فشار در نقطهٔ A برابر $2/4atm$ و در نقطهٔ B برابر $2/48atm$ باشد، فشار در نقطهٔ C چند اتمسفر است؟

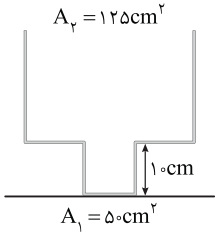


۲ مطابق شکل روبه‌رو دو جسم مکعبی شکل که طول اضلاع آن‌ها a و $2a$ است، در دو ظرف حاوی مایع به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 غوطه‌ور و در حال تعادل هستند. اگر اختلاف فشار بین سطح پایین و سطح بالایی مکعب‌ها در دو مایع با هم برابر باشد، ρ_2/ρ_1 را به‌دست آورید.



۳ در یک لولهٔ آزمایش تا ارتفاع ۲۸ سانتی‌متر به جرم‌های مساوی جیوه و آب ریخته‌ایم. فشار وارد بر کف ظرف از طرف دو مایع چند کیلوپاسکال است؟ $(\rho_{H_2O}=1g/cm^3, \rho_{Hg}=13g/cm^3)$

۴ درشکل‌روبه‌رواگر $2/5L$ آب به‌درون‌ظرف‌بریزیم $(A_2=125cm^2, A_1=50cm^2, \rho_{آب}=1g/cm^3)$

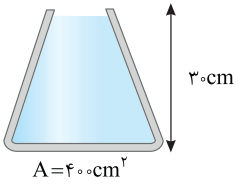


الف) فشار وارد بر کف از طرف آب چند پاسکال است؟

ب) نیروی وارد بر کف ظرف چند نیوتون است؟

۵ در شکل روبه‌رو ظرفی محتوی آب نشان داده شده است:

$(\rho=1g/cm^3, g=10N/kg)$



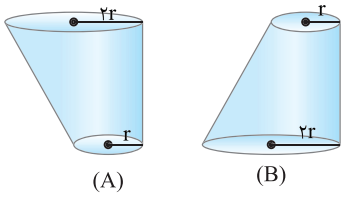
الف) فشار وارد بر کف ظرف توسط مایع را بیابید.

ب) اگر فشار هوای محیط $1\,bar$ باشد، فشار کل وارد بر کف ظرف را بیابید.

پ) نیروی وارد از طرف مایع بر ته ظرف را بیابید؟

ت) نیروی کل وارد بر ته ظرف را بیابید؟

۶ در شکل داده شده حجم و عمق آب در هر دو ظرف مشابه‌اند.



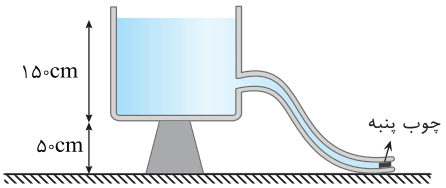
الف) فشار وارد بر کف ظرف‌ها از طرف آب را با هم مقایسه کنید.

ب) نیروهای وارد بر کف ظرف از طرف آب را با هم مقایسه کنید.

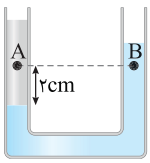
پ) نیروی وارد بر سطح افقی که ظرف‌ها روی آن قرار دارند از طرف دو ظرف را با هم مقایسه کنید.

۷ در شکل روبه‌رو، آب یک مخزن توسط شیلنگی به سطح مقطع $5cm^2$ بیرون می‌ریزد. اگر ته شیلنگ توسط چوب‌پنبه بسته شود و جریان آب قطع گردد، نیروی اصطکاک بین چوب‌پنبه و شیلنگ چند نیوتون است؟

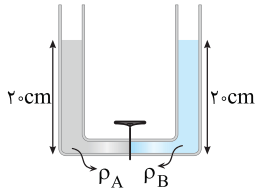
$(\rho_{آب}=1g/cm^3 \text{ ، } g=10N/kg \text{ و } P_0=10^5Pa)$



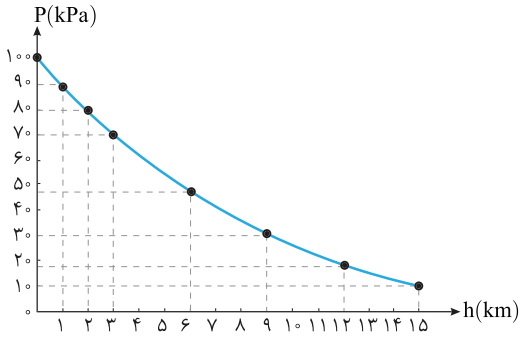
۸ در شکل روبه‌رو دو مایع با چگالی‌های $1/2\,g/cm^3$ و $0/9\,g/cm^3$ در یک لولهٔ U شکل قرار دارند. اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟



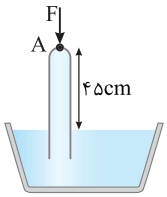
۹ در شکل روبه‌رو، قطر قاعدهٔ دو استوانه با هم برابر و قطر لولهٔ رابط ناچیز است. اگر شیر ارتباط را باز کنیم، سطح مایع A چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ $(\rho_A = 2\rho_B)$



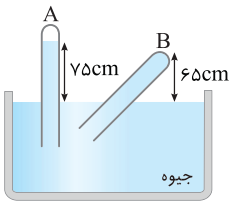
۱۰ شکل روبه‌رو چگالی هوا در ارتفاع‌های مختلف را نشان می دهد. اگر اختلاف فشار هوا از سطح زمین تا 5km سطح زمین را ΔP_1 و از 5km سطح زمین تا 10km سطح زمین را ΔP_2 بگیریم، ΔP_1 و ΔP_2 را با هم مقایسه کنید.



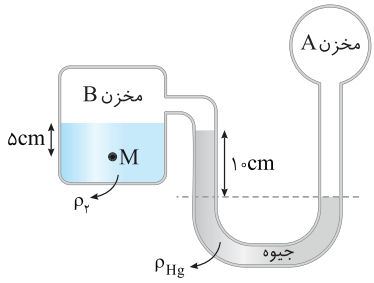
۱۱ در شکل روبه‌رو لوله به وسیلهٔ نیروی $F = 27N$ در نقطهٔ A در حالت تعادل باقی مانده است. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟
(مساحت سطح لوله $5cm^2$ و $\rho_{\text{مایع}} = 9g/cm^3$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5g/cm^3$ است.)



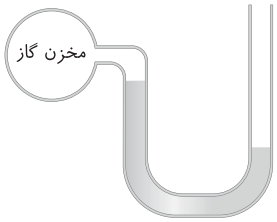
۱۲ در شکل روبه‌رو بالای لولهٔ A تقریباً خلأ است.
الف) فشار در انتهای لولهٔ B چند سانتی‌متر جیوه و چند پاسکال است؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13/6g/cm^3)$
ب) اگر سطح مقطع لوله‌ها $5cm^2$ باشد، نیروی وارد بر انتهای لولهٔ B چند نیوتون است؟



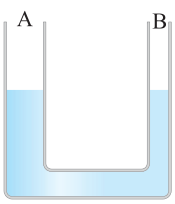
۱۳ در شکل مقابل اگر فشار مخزن A ، 84cmHg باشد، فشار در نقطهٔ M چند سانتی‌متر جیوه است؟
$(\rho_2 = 6/8g/cm^3, \rho_{Hg} = 13/6g/cm^3)$



۱۴ در شکل روبه‌رو، چگالی مایع درون لوله $\rho = 12g/cm^3$ و فشار گاز درون مخزن $10^4 Pa$ است، اگر مخزن سوراخ شود. مایع در شاخهٔ سمت چپ چند سانتی‌متر پایین می‌رود؟
$(P_0 = 10^5 Pa)$

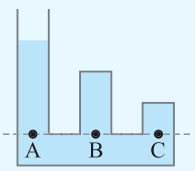
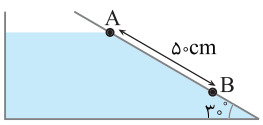


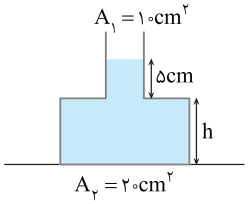
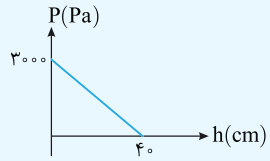
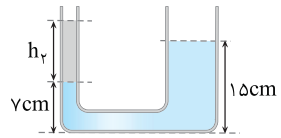
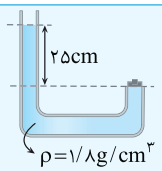
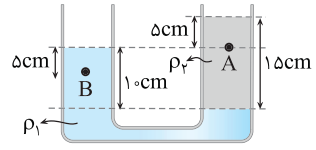
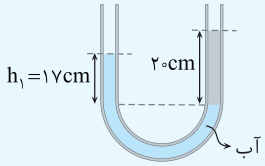
۱۵ در شکل روبه‌رو، قطر شاخهٔ B نصف قطر شاخهٔ A است و درون لولهٔ U شکل، جیوه قرار دارد. شاخهٔ A را به یک مخزن گاز وصل می‌کنیم. در شاخهٔ A جیوه 2cm پایین می رود. فشار پیمانه‌ای مخزن گاز چند سانتی‌متر جیوه است؟



مسائل امتحانی بارم‌بندی شده

این قسمت جنبهٔ جمع‌بندی داره و از هر قسمت چندتا سؤال خوب آوردیم، مثل آزمون‌ها، نمرهٔ هر قسمت از حل سؤال در پاسخ مشخص شده تا بتونی حساب کنی که چه نمره‌ای می‌گیری.

ردیف	حالت‌های ماده - نیروی بین مولکولی	بارم
۱	به سؤالات زیر پاسخ دهید. الف) انواع جامدات را نام برده و برای هر کدام مثالی بزنید. ب) تفاوت این جامدها چیست؟	۱ ۰/۵
۲	در عبارت‌های زیر کلمهٔ مناسب را انتخاب کنید. الف) سطح جیوه درون لولهٔ مویین (فرورفته - افقی - برآمده) است: ب) آب در لولهٔ مویین روغنی شده (بالاتر - پایین‌تر) از سطح آزاد مایع درون ظرف قرار می‌گیرد. پ) مولکول‌های (جامد، مایع، گاز) به سهولت روی یکدیگر می‌لغزند و جاری می‌شوند. ت) قطرهٔ آب که از شیر جدا می‌شود به علت (نیروی دگرچسبی - کشش سطحی) در حین سقوط به صورت قطره باقی می‌ماند. ث) فاصلهٔ مولکول‌ها در گازها در حدود (چند ده - $۱۰^{-۱۰}$) برابر فاصلهٔ آن‌ها در مایع و جامد است. ج) افزودن چند قطره مایع شوینده به آب سبب (افزایش - کاهش) کشش سطحی می‌شود.	 ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵ ۰/۲۵
۳	با توجه به کلمات موجود در کادر زیر عبارت‌های داده شده را کامل کنید. «بلورین - نسبت به - پلاسما - کندی - معدنی - فلزها - تراکم‌ناپذیری - به تندی - دماهای بالا - آمورف - نوسان‌های - رانشی» الف) مادهٔ درون ستارگان از ..... تشکیل شده است. این ماده اغلب در ..... به‌وجود می‌آید. ب) در جامدها، ذرات تشکیل‌دهنده در مکان‌های معینی ..... یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، ..... بسیار کوچکی دارند. پ) در جامدهای ..... مثل ..... نمک، الماس و بیشتر مواد ..... . اتم‌ها در یک الگوی سه بعدی تکرار می‌شوند. ت) وقتی مایعی به ..... سرد شود اغلب جامد بلورین تشکیل می‌شود و چناچه ..... سرد شود جامد ..... به‌وجود می‌آید. ث) نیروی ..... قوی بین مولکول‌های مایع علت ..... آن است.	 ۰/۵ ۰/۵ ۰/۷۵ ۰/۷۵ ۰/۵
۴	به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. الف) بعضی اوقات مشاهده می‌شود که بعضی حشرات روی سطح آب ایستاده‌اند، علت را بیان کنید. ب) افزایش دمای یک مایع چه تأثیری بر نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع و چه تأثیری بر جاری شدن مایع دارد؟ پ) در زمستان خیلی از خانواده‌ها کولر آبی بالای بام منزل خود را با چادر برزنتی می‌پوشانند و با طناب آن را می‌بندند. در روزهایی که باد با سرعت می‌وزد، این چادرهای برزنتی پف می‌کنند، علت را توضیح دهید.	 ۰/۵ ۰/۵ ۰/۵
	فشار شاره	
۵	در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته شده است. فشار در نقاط A، B و C را به‌ترتیب با P_A ، P_B و P_C نشان می‌دهیم. فشار در نقاط A، B و C را با هم مقایسه کنید. 	۰/۵
۶	در شکل روبه‌رو چگالی مایع درون ظرف $۴g/cm^۳$ است. اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند کیلوپاسکال است؟ 	۱/۵

۷	فشار وارد بر کف دریاچه‌ای $۲۴۰kPa$ و فشار هوا در این محل $۹۰kPa$ است. عمق دریاچه چند متر است؟ $(\rho=۱۲۰۰kg/m^۳, g=۱۰N/kg)$	۰/۷۵
۸	در شکل روبه‌رو ظرفی محتوی جیوه نشان داده شده است. نیروی وارد از طرف جیوه بر کف ظرف $۱۳۵N$ است. ارتفاع h چقدر است؟ $(g=۱۰N/kg, \rho_{جیوه}=۱۳/۵g/cm^۳)$ 	۱/۲۵
۹	دو مایع A و B با حجم‌های یکسان $۵۰۰cm^۳$ که چگالی آن‌ها $\rho_A=۱/۲g/cm^۳$ و $\rho_B=۰/۶g/cm^۳$ است. در یک ظرف با سطح مقطع $۱۰cm^۲$ ریخته شده‌اند. الف) فشار وارد بر کف ظرف از طرف هر دو مایع چقدر است. ب) نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع‌ها را به‌دست بیاورید.	۱/۲۵ ۰/۵
۱۰	الف) ظرف مکعب‌شکلی پر از مایع است. اگر ابعاد مکعب را دو برابر کرده و از همان مایع پر کنیم. فشار وارد از طرف مایع به کف ظرف نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟ ب) نیروی وارد از طرف مایع بر کف ظرف در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟	۰/۷۵ ۱
۱۱	نمودار تغییرات فشار ناشی از مایع بر حسب فاصله از کف ظرف به صورت مقابل است. در چه فاصله‌ای از کف ظرف فشار ناشی از مایع برابر با $۲۴۰۰Pa$ می‌شود؟ $(g=۱۰N/kg)$ 	۱
۱۲	یک منبع مکعب شکل به ضلع ۲ متر پر از آب است. اگر آب درون آن را درون مخزن استوانه‌ای شکل به سطح قاعدهٔ $۴m^۲$ بریزیم. فشار وارد بر کف استوانه چند برابر فشار آب وارد بر کف مکعب می‌شود؟	۱
	لولهٔ U شکل	
۱۳	دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های $\rho_۱=۱/۲g/cm^۳$ و $\rho_۲=۰/۸g/cm^۳$ در حال تعادل هستند.  الف) کدام مایع در قسمت زیرین ظرف قرار دارد. ب) $h_۲$ را حساب کنید.	۰/۵ ۱
۱۴	در شکل روبه‌رو مایع در لولهٔ U شکل در حال تعادل است و پیستون با بدنه لوله اصطکاک ندارد. جرم پیستون را به‌دست آورید. $(g=۱۰N/kg, ۱۰cm^۲$ مساحت مقطع لوله‌ها$)$ 	۱/۵
۱۵	در شکل روبه‌رو دو مایع در حال تعادل‌اند. اگر چگالی مایع $\rho_۱$ برابر $۳g/cm^۳$ باشد: الف) چگالی مایع $\rho_۲$ را حساب کنید. ب) اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B را به‌دست آورید. 	۰/۷۵ ۱/۲۵
۱۶	در شکل روبه‌رو، آب و روغن در یک لولهٔ U شکل به حالت تعادل‌اند. چگالی روغن چند برابر چگالی آب است؟ 	۱

پاسخ تشریحی

فصل دوم

۶۲ الف) نادرست. وقتی مایع را متراکم می‌کنیم، نیروی بین مولکولی به‌صورت نیروی رانشی ظاهر شده و مانع تراکم مایع می‌شود. / ب) نادرست. نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب مانع فرورفتن سوزن در آب می‌شود. / پ) نادرست / ت) درست / ث) درست / ج) درست

۶۳ الف) جامد بلورین - جامد بی‌شکل (یا آمورف) / ب) پلاسما / پ) سه بعدی - جامد بلورین / ت) پلاسما / ث) تقریباً - یک آنگستروم / ج) خیلی بیشتر / چ) پخش /ح) هم‌چسبی - دگرچسبی

۶۴ شکل الف) ساختار سه بعدی منظم و تکرارشونده‌ای دارد، از این‌رو ساختار منظمی از یک جامد بلورین را نشان می‌دهد. مانند فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی / شکل ب) ساختار منظم و تکرارشونده‌ای ندارد، بنابراین این شکل یک جامد بی‌شکل (آمورف) را نشان می‌دهد مانند شیشه.

۶۵ الف) علت آن این است که تندی حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های گاز از تندی حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های مایع بیشتر است. / ب) حالت چهارم ماده را پلاسما گویند که معمولاً در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. مادهٔ درون ستارگان، بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، آتش و درون لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است. / پ) علت آن برخوردهای متوالی مولکول‌های عطر با مولکول‌های هوا است که باعث می‌شود مولکول‌های عطر در مسیر مستقیم حرکت نکرده و سبب پراکندگی مولکول‌های عطر به تمام نقاط اطراف می‌شود و در نتیجه سبب می‌گردد تا تندی حرکت مولکول‌های عطر کاهش یابد.

۶۶ الف) نیروی جاذبه بین مولکول‌های همسان مانند مولکول‌های آب را نیروی هم‌چسبی و نیروی جاذبه بین مولکول‌های ناهمسان را نیروی دگرچسبی گویند. / ب) نیرویی که مولکول‌های شیشه را کنار هم نگه می‌دارد، نیروی جاذبه بین مولکولی است که وقتی شیشه می‌شکند و مولکول‌ها از هم دور می‌شوند، چنانچه قطعه‌های شیشه را به هم نزدیک کنیم به هم نمی‌چسبند زیرا نیروی بین مولکولی کوتاه بُرد است. برای چسباندن قطعات شیشه باید آن را گرم کرد تا نرم شود و مولکول‌های دو قطعه شیشه به هم نزدیک شود و نیروی بین مولکولی که کوتاه بُرد است بتواند دو قطعه را به هم بچسباند. / پ) نشستن حشره روی سطح آب، تشکیل حباب‌های آب و صابون

۶۷ هر سه شکل بیانگر کشش سطحی است. وقتی قلم‌مو از آب بیرون کشیده شود، کشش سطحی مولکول‌های آب سبب نزدیک شدن موهای آن به هم می‌شود. دقیقاً شبیه شکل (ب) که قطره‌های آب که از سطح رو به بالا پرتاب شده‌اند، شکل کروی دارند. در شکل (پ) هم حباب‌های آب و صابون به علت کشش سطحی به وجود آمده است.

۶۸ الف) بین ریزگردها نیروی ربایش محسوسی وجود ندارد به همین علت با وزش باد از هم جدا شده و در فضا پخش می‌شوند، اما نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب به اندازه‌ای است که با توفان‌های شدید دریایی تنها مقدار کمی آب به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشد. / ب) مایع ظرفشویی سبب می‌گردد نیروی کشش سطحی بین مولکول‌های آب ضعیف گردد و سوزن در آب فرو رود. / پ) با افزایش دمای روغن نیروی هم‌چسبی کاهش می‌یابد بنابراین قطرات کوچک می‌شوند بنابراین در شکلی که قطرات روغن بزرگ‌تر هستند، نیروی هم‌چسبی قوی‌تر است و دمای روغن کمتر است.

۶۹ در شکل (الف) به دلیل کشش سطحی گیره روی سطح آب باقی مانده است. در شکل (ب) به دلیل وزن سکه نیرویی رو به پایین به یک طرف کارت وارد می‌شود اما نیروی دگرچسبی بین کارت و آب مانع از جدا شدن طرف دیگر کارت از سطح آب می‌شود. / ب) علت آن، نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و ماسه است که باعث ایجاد یک پوستهٔ کشسان در سطح ماسهٔ خیس شده و پا کمتر در سطح ماسهٔ خیس فرو می‌رود. / پ) کشش سطحی کاهش می‌یابد و همین امر سبب می‌گردد که بتوان حباب‌های بزرگ و زیبایی ایجاد کرد.

۷۰ الف) کاهش / ب) هم‌چسبی - دگرچسبی - بیشتر / پ) برآمده - فرورفته

۷۱ الف) نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و دوده بیشتر است، از این‌رو آب به صورت قطره قطره بر سطح این شیشه قرار می‌گیرد. / ب) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر بوده و در محل تماس آب و جدارهٔ لولهٔ مویین سبب بالا کشیده شدن آب در این محل‌ها شده و قسمت میانی آب پایین‌تر قرار می‌گیرد و سطح آب دارای فرو رفتگی می‌شود. در مورد جیوه برعکس است و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه سبب می‌گردد سطح جیوهٔ درون لوله برآمده باشد.

سطح جیوه در لولهٔ مویین — سطح آب در لولهٔ مویین

پ) علت مرطوب بودن دیواره کنار باغچه، خاصیت مویینگی است که سبب می‌گردد آب درون دیواره باغچه بالا رود. / ت) عامل بالا رفتن نفت از فتیلهٔ چراغ نفتی خاصیت مویینگی است. نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های نفت و فتیله از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های نفت بیشتر است.

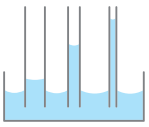
۷۲ الف) هنگامی که نیروی هم‌چسبی مایع بیشتر باشد، مولکول‌های مایع بیشتر یکدیگر را جذب کرده و به صورت قطره‌هایی روی سطح جامد باقی می‌مانند. مانند شکل مقابل که قطرات آب روی شیشه چرب شده قرار دارند. / ب) هنگامی که نیروی دگرچسبی بیشتر است مولکول‌های مایع و سطح بیشتر یکدیگر را جذب کرده و پدیدهٔ ترشوندگی رخ می‌دهد و مایع به صورت یک لایهٔ نازک روی سطح قرار می‌گیرد. مانند آب روی شیشه.

قطره آب

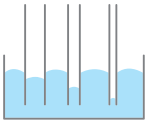
ظرف شیشه‌ای چرب‌شده

۷۳ الف) به دلیل کمتر بودن چگالی نفت از آب، نفت روی سطح آب قرار می‌گیرد. / ب) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر بوده که سبب می‌گردد آب به صورت یک لایه بر سطح شیشه پخش شود. / پ) علت پخش شدن جوهر در آب حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های آب است.

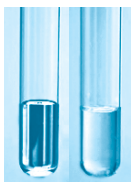
۷۴ الف) هرچه لوله مویین‌تر باشد، آب درون آن بیشتر بالا می‌رود.



ب) هرچه لوله مویین‌تر باشد، فاصلهٔ جیوه درون لوله از سطح جیوه درون ظرف بیشتر است.



۷۵ در شکل (الف) سطح در کناره‌ها که مایع با شیشه در تماس است بالاتر قرار گرفته، پس نیروی بین مایع و شیشه (دگرچسبی) از نیرویی که مولکول‌های مایع به هم وارد می‌کنند (هم‌چسبی) بیشتر است. / در شکل (ب) سطح مایع در وسط لوله بالاتر قرار گرفته است. پس نیروی بین مایع و شیشه (دگرچسبی) در کناره‌های لوله کمتر از نیروی بین مولکول‌های مایع (هم‌چسبی) در مرکز لوله می‌باشد.



(الف) (ب)

۷۶ الف) عمق مایع در نقطهٔ A از عمق مایع در نقطهٔ B بیشتر است در نتیجه فشار مایع در سوراخ A از فشار مایع در سوراخ B بیشتر بوده که سبب می‌گردد تندی خروجی آب در A بیشتر از B باشد. $v_A > v_B$

ب) در یک مخزن گاز فشار در تمام نقاط گاز یکسان است: $P_A = P_B$

در یک مایع ساکن فشار در نقاط عمیق‌تر بیشتر است: $P_{B'} > P_{A'}$

۷۷ الف) فشار کل برابر مجموع فشار هوا و فشار مایع است.

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow ۱/۷۶\times ۱۰^{۵}=۱\times ۱۰^{۵}+\rho\times ۱۰\times ۸$$

$$\Rightarrow ۱/۷۶\times ۱۰^{۵}-۱\times ۱۰^{۵}=\rho\times ۸۰$$

$$\Rightarrow ۷۶۰۰۰=\rho\times ۸۰\Rightarrow \rho=\frac{۷۶۰۰۰}{۸۰}\Rightarrow \rho=۹۵۰\ kg/m^{۳}$$

ب) یکای چگالی باید برحسب $kg/m^{۳}$ باشد تا فشار برحسب پاسکال به‌دست آید.

$$\rho=۱\ g/cm^{۳}\xrightarrow{\text{تبدیل}}\times ۱۰۰۰=۱۰۰۰\ kg/m^{۳}$$

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow P=۱۰^{۵}+۱۰۰۰\times ۱۰\times ۲\Rightarrow P=۱۲۰۰۰۰\ Pa$$

۷۸ الف) برای به‌دست آوردن فشار باید عمق نقطهٔ مورد نظر را مشخص کنیم عمق A و B برابر $h_A=۱۲m$ و $h_B=۶m$ است. بنابراین

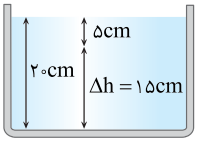
$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow\begin{cases}P_A=۱۰^{۵}+(\underbrace{۱\times ۱۰۰۰}_{\text{تبدیل یکای چگالی به } kg/m^{۳}})\times ۱۰\times ۱۲\Rightarrow P_A=۲۲۰۰۰۰Pa\\ P_B=۱۰^{۵}+۱\times ۱۰۰۰\times ۱۰\times ۶\Rightarrow P_B=۱۶۰۰۰۰Pa\end{cases}$$

ب) فشار ناشی از مایع یعنی ρgh بنابراین:

$$P=\rho gh\Rightarrow\begin{cases}P_A=۱۰۰۰\times ۱۰\times ۱۲=۱۲۰۰۰۰\ Pa\\ P_B=۱۰۰۰\times ۱۰\times ۶=۶۰۰۰۰\ Pa\end{cases}$$

پ) فاصلهٔ نقاط A و C از سطح آزاد مایع یکسان است. یعنی این دو نقطه هم‌عمق بوده و فشار در این دو نقطه برابر است. $P_A=P_C$

۷۹ الف) از عمق ۵cm تا عمق ۲۰cm



تغییر فشار برابر است با:

$$\Delta P=۱۰۶-۱۰۰=۶kPa$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow ۶۰۰۰=\rho\times ۱۰\times ۰/۱۵\Rightarrow \rho=۴۰۰۰\ kg/m^{۳}$$

ب) فشار هوای محیط را با استفاده از فشار در عمق ۵cm به‌دست می‌آوریم.

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow ۱۰۰۰۰۰=P_{\circ}+۴۰۰۰\times ۱۰\times \frac{۵}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow ۱۰۰۰۰۰=P_{\circ}+۲۰۰۰\Rightarrow P_{\circ}=۹۸۰۰۰\ Pa$$

۸۰ یک شارهٔ ساکن بر هر سطحی که با آن در تماس است نیروی عمودی وارد می‌کند. بنابراین در هر سه ظرف نیرویی که آب بر دیوارهٔ ظرف وارد می‌کند، بر دیواره‌ها عمود است.

۸۱ الف) با داشتن فشار هوا، نیروی وارد بر هر پنجره به‌دست می‌آید. ابتدا مساحت هر پنجره را حساب می‌کنیم:

$$A=\pi r^{۲}\Rightarrow A=۳\times(\underbrace{\frac{۴۰}{۲}\times ۱۰^{-۲}}_{\text{تبدیل به متر}})^{۲}\Rightarrow A=۳\times(۰/۲)^{۲}\Rightarrow A=۰/۱۲m^{۲}$$

نیروی وارد بر پنجره خواهد شد:

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\Rightarrow F=۷۰\times ۱۰^{۳}\times ۰/۱۲\Rightarrow F=۸۴۰۰\ N$$

ب) فشار در عمق ۵ متری آب را به‌دست می‌آوریم:

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow P=۱۰^{۵}+۱۰۰۰\times ۱۰\times ۵=۱/۵\times ۱۰^{۵}\ Pa$$

نیروی حاصل از فشار برابر است با:

$$F=PA\Rightarrow F=۱/۵\times ۱۰^{۵}\times ۱\times ۱۰^{-۴}=۱۵N$$

پ) فشار آب در عمق ۲۰۰ متری بسیار زیاد است و نیروی بزرگی را بر سطح دریچه وارد می‌کند که مقدار آن خواهد شد:

$$F=PA=\rho ghA\Rightarrow F=۱۰۰۰\times ۱۰\times ۲۰۰\times(۰/۸)^{۲}=۱/۲۸\times ۱۰^{۶}\ N$$

دقت کنید فشار هوا که توسط آب از بیرون دریچه به آن وارد می‌شود و فشار هوای درون زیردریایی که از داخل به دریچه وارد می‌شود تأثیر یکدیگر را از بین می‌برند. از این‌رو در محاسبات فشار هوا را در نظر نگرفته‌ایم.

۸۲ چگالی مایع را به $kg/m^{۳}$ تبدیل می‌کنیم:

$$\rho=۷/۲\frac{g}{cm^{۳}}\times\frac{۱\ kg}{۱۰^{۳}g}\times\frac{۱۰^{۶}cm^{۳}}{m^{۳}}=۷۲۰۰\ kg/m^{۳}$$

الف) فشار وارد بر کف استوانه مجموع فشار هوا و فشار مایع است. از این‌رو:

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow P_{\text{کل}}=۱۰^{۵}+۷۲۰۰\times ۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow P_{\text{کل}}=۱۰۷۲۰۰\ Pa$$

ب) فشار ناشی از مایع در کف استوانه خواهد شد:

$$P=\rho gh\Rightarrow P=۷۲۰۰\times ۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}\Rightarrow P=۷۲۰۰\ Pa$$

پ) مساحت کف لوله را حساب می‌کنیم:

$$A=\pi r^{۲}\Rightarrow A=۳\times(\underbrace{\frac{۴}{۲}\times ۱۰^{-۲}}_{\text{تبدیل به متر}})^{۲}\Rightarrow A=۳\times ۴\times ۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow A=۱۲\times ۱۰^{-۴}\ m^{۲}$$

نیرویی که از طرف مایع بر کف وارد می‌شود برابر است با:

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\Rightarrow F=۷۲۰۰\times ۱۲\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۸/۶۴N$$

ت) نیروی وارد بر کف ظرف ناشی از فشار هوا و فشار مایع خواهد شد:

$$F=P_{\text{کل}}A\Rightarrow F=۱۰۷۲۰۰\times ۱۲\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۱۲۸/۶۴\ N$$

۸۳ الف) در ظروف مرتبط که در آن یک مایع ریخته شده است فشار در تمام نقاط هم‌عمق یکسان است. $P_A=P_B=P_C=P_D$

ب) برای پیدا کردن مقدار فشار در نقطهٔ D، کافی است فشار مایع در نقطهٔ A را حساب کنیم:

$$P_D=P_A=\rho gh_A\Rightarrow P_D=۲۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۱۸}{۱۰۰}\Rightarrow P=۳۶۰۰\ Pa$$

پ) اگر انتهای شاخهٔ سمت راست بسته نبود و طول این شاخه زیاد بود باید مایع در این لوله بالاتر می‌رفت بنابراین به سر انتهای بستهٔ این لوله فشار وارد می‌شود که باید مقدار آن را حساب کنیم. فشار در نقطهٔ D، برابر فشار مایع به ارتفاع ۸cm و فشار انتهای لوله است. بنابراین:

$$P_D=P_{۸cm}+P_{\text{ته}}\Rightarrow P_D=\rho gh+P_{\text{ته}}$$

$$\Rightarrow ۳۶۰۰=۲۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۸}{۱۰۰}+P_{\text{ته}}\Rightarrow P_{\text{ته}}=۲۰۰۰Pa$$

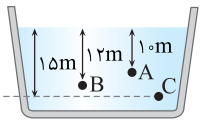
نیرویی که به انتهای لوله وارد می‌شود را حساب می‌کنیم.

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\Rightarrow F=۲۰۰۰\times ۱۰\times\underbrace{۱۰^{-۴}}_{\text{تبدیل به مترمربع}}\Rightarrow F=۲N$$

ت) وقتی قطعه چوب را بر سطح آب قرار می‌دهیم، فشار حاصل از وزن قطعه چوب بنا به اصل پاسکال توسط مایع به تمام نقاط مایع به‌طور یکسان وارد می‌شود و در تمام نقاط فشار به یک اندازه بالا می‌رود. $\Delta P_A=\Delta P_B$

مسائل تکمیلی

۱ اختلاف فشار بین دو نقطه از رابطهٔ $\Delta P=\rho g\Delta h$ به‌دست می‌آید که Δh اختلاف ارتفاع بین دو نقطه است.



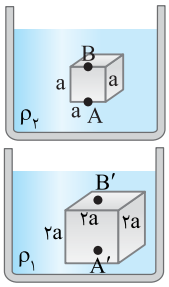
$$\Delta P_{AB}=\rho g\Delta h_{AB}\Rightarrow P_B-P_A=۲/۴۸-۲/۴\Rightarrow ۰/۰۸atm=\rho g\times ۲$$
$$\Rightarrow \rho g=۰/۰۴\ (۱)$$

حال با توجه به شکل:

$$\Delta P_{BC}=P_C-P_B=\rho g\times ۳\xrightarrow{(۱)}P_C-۲/۴۸=۰/۱۲$$
$$\Rightarrow P_C=۲/۶atm$$

دقت کردید در حل این مسئله تبدیل یکا انجام ندادیم. فشارها را برحسب atm نوشتیم و فشار P_C نیز برحسب atm به دست آمد.

۲ اختلاف فشار بین دو نقطه در شاره از رابطهٔ $\Delta P=\rho g\Delta h$ به‌دست می‌آید که Δh اختلاف ارتفاع قائم دو نقطه است، بنابراین اختلاف فشار وارد به سطح بالا و پایین در شکل‌های (الف) و (ب) به‌صورت زیر می‌باشد.



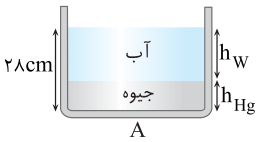
$$\Delta P_{AB}=\rho_۲ g\Delta h_{AB}\Rightarrow \Delta P_{AB}=\rho_۲ ga$$
$$\Delta P_{A'B'}=\rho_۱ g\Delta h_{A'B'}\Rightarrow \Delta P_{A'B'}=\rho_۱ g۲a$$

بنا به فرض مسئله $\Delta P_{AB}=\Delta P_{A'B'}$ بوده از این رو:

$$\Delta P_{AB}=\Delta P_{A'B'}\Rightarrow \rho_۲ ga=\rho_۱ g۲a\Rightarrow \rho_۲=۲\rho_۱\Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱}=۲$$

۳ یک رابطهٔ ریاضی را از روی شکل می‌توانیم بنویسیم.

$$h_W+h_{Hg}=۲۸cm\ (۱)$$



جرم جیوه و آب برابر است، از این مطلب نیز می‌توانیم به کمک چگالی رابطهٔ دیگری بین h_W و h_{Hg} پیدا کنیم.

$$m_{Hg}=m_W\Rightarrow \rho_{Hg}V_{Hg}=\rho_W V_W\Rightarrow \rho_{Hg}Ah_{Hg}=\rho_W Ah_W$$
$$\Rightarrow ۱۳\times h_{Hg}=۱\times h_W\Rightarrow h_W=۱۳h_{Hg}\ (۲)$$

از رابطهٔ (۲) در (۱) قرار می دهیم.

$$(۱),(۲)\Rightarrow ۱۳h_{Hg}+h_{Hg}=۲۸\Rightarrow h_{Hg}=۲cm\xrightarrow{(۲)}h_W=۲۶cm$$

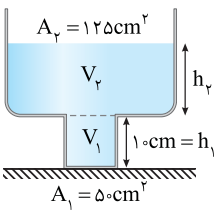
فشار از طرف دو مایع خواهد شد.

$$P=\rho_W gh_W+\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P=۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۲۶}{۱۰۰}+۱۳۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۲}{۱۰۰}$$
$$\Rightarrow P=۲۶۰۰+۲۶۰۰=۵۲۰۰Pa=۵/۲kPa$$

۴ برای پیدا کردن فشار باید ارتفاع $۲/۵L=۲۵۰۰cm^۳$ آب درون ظرف را پیدا کنیم، ابتدا قسمت پایین ظرف با حجم $۵۰\times ۱۰=۵۰۰cm^۳$ پر می‌شود. سپس آب به قسمت بالای ظرف می‌رود.

الف)

$$V_{آب}=V_۱+V_۲\Rightarrow ۲۵۰۰=۵۰۰+V_۲$$
$$\Rightarrow V_۲=۲۰۰۰cm^۳$$



ارتفاع $h_۲$ را حساب می کنیم:

$$۲۰۰۰=۱۲۵h_۲\Rightarrow h_۲=۱۶cm$$

ارتفاع آب در ظرف برابر است با:

$$h_{آب}=h_۱+h_۲=۱۰+۱۶=۲۶cm$$

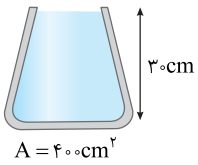
فشار آب خواهد شد:

$$P=\rho gh\Rightarrow P=۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۲۶}{۱۰۰}=۲۶۰۰Pa$$

ب) با توجه به رابطهٔ $P=\frac{F}{A}$ نیروی وارد بر کف را به‌دست می‌آوریم:

$$F=PA\Rightarrow F=۲۶۰۰\times ۵۰\times ۱۰^{-۴}=۱۳N$$

۵ الف) فشار مایع به شکل ظرف بستگی ندارد، بلکه به ارتفاع مایع و چگالی آن بستگی دارد. فشار آب خواهد شد:



$$P=\rho gh\Rightarrow P=۱\times ۱۰^۳\times ۱۰\times ۰/۳$$
$$\Rightarrow P=۳\times ۱۰^۳Pa$$

ب) فشار کل را حساب می‌کنیم:

$$P=P_۰+P_{مایع}\Rightarrow P=۱۰^۵+۳\times ۱۰^۳=۱/۰۳\times ۱۰^۵Pa$$

پ) نیروی وارد بر کف ظرف توسط مایع خواهد شد:

$$F=P_{مایع}A\Rightarrow F=۳\times ۱۰^۳\times ۴۰۰\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۱۲۰N$$

ت) نیروی کل وارد بر کف ظرف:

$$F=P_{کل}A\Rightarrow F=۱/۰۳\times ۱۰^۵\times ۴۰۰\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۴/۱۲\times ۱۰^۳N$$

۶ الف) ارتفاع آب در دو ظرف یکسان است. $(P=\rho gh)$ بنابراین: $P_A=P_B$

ب) نیروهای وارد بر کف ظرف در هر ظرف ناشی از فشار مایع است.

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\begin{cases}\xrightarrow{\text{ظرف A}}F_A=P(\pi r^۲)\\ \xrightarrow{\text{ظرف B}}F_B=P(\pi\times ۴r^۲)\end{cases}\Rightarrow\frac{F_A}{F_B}=\frac{۱}{۴}$$

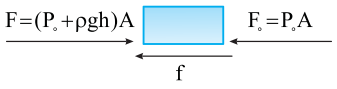
پ) هر دو ظرف مشابه و مقدار آب درون آن‌ها یکسان است، بنابراین وزن هر دو ظرف برابر است. از این رو نیرویی که توسط ظرف‌ها بر سطح افقی وارد می‌شود با هم برابر است.

$$W_A=W_B\Rightarrow F_A=F_B$$

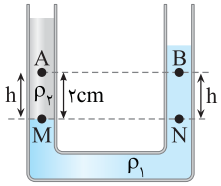
۷ چوب‌پنبه در تعادل است و نیروهایی که از دو طرف بر آن وارد می‌شود با هم برابرند. از سمت چپ نیرویی ناشی از فشار آب و فشار هوا به چوب‌پنبه وارد می‌شود و از سمت راست نیروی ناشی از فشار هوا به کمک نیروی اصطکاک مانع خروج چوب‌پنبه می‌شود. بنابراین:

$$F_{خالص}=۰\Rightarrow F=F_۰+f\Rightarrow (P_۰+\rho gh)A=P_۰A+f$$

$$f=\rho ghA\Rightarrow f=۱۰۰۰\times ۱۰\times\left(\frac{۱۵۰+۵۰}{۱۰۰}\right)\times ۵\times ۱۰^{-۴}\Rightarrow f=۱۰N$$



۸ مایع با چگالی بیشتر ته‌نشین می‌شود. خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار در نقاط M و N با هم برابر است. $P_M=P_N=P$



هرچه از نقطهٔ N و M بالاتر می‌رویم فشار به اندازهٔ ρgh کاهش می‌یابد، بنابراین فشار نقاط A و B به ترتیب خواهد شد:

$$\begin{cases}P_B=P-\rho_۱ g\frac{۲}{۱۰۰}\\ P_A=P-\rho_۲ g\frac{۲}{۱۰۰}\end{cases}\xrightarrow[\rho_۱=۱/۲\,g/cm^۳\ ,\ \rho_۲=۰/۹\,g/cm^۳]{\rho_۱>\rho_۲}\begin{cases}P_B=P-۱۲۰۰\times ۱۰\times\frac{۲}{۱۰۰}\\ P_A=P-۹۰۰\times ۱۰\times\frac{۲}{۱۰۰}\end{cases}$$

مسائل امتحانی بارم‌بندی شده

۱ A
الف) جامد بلورین (۰/۲۵) - نمک طعام (۰/۲۵) (یا الماس) جامد بی‌شکل (یاآمورف) (۰/۲۵) - شیشه (۰/۲۵) / ب) در جامدهای بلورین مولکول‌ها دارای طرح منظم و تکرارشونده هستند، در حالی که جامدهای بی‌شکل، نظم مشخصی ندارند. (۰/۲۵)

جامدهای بلورین از سرد شدن آرام و جامدهای بی‌شکل از سرد شدن سریع ایجاد می‌شوند. (۰/۲۵)

۲ A
الف) برآمده (۰/۲۵) / ب) پایین‌تر (۰/۲۵) / پ) مایع (۰/۲۵) / ت) کشش سطحی (۰/۲۵) / ث) چند ده (۰/۲۵) / ج) کاهش (۰/۲۵)

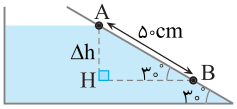
۳ A
الف) پلاسما (۰/۲۵) - دماهای بالا (۰/۲۵) / ب) نسبت به (۰/۲۵) - نوسان‌های (۰/۲۵) / پ) بلورین (۰/۲۵) - فلزها (۰/۲۵) - معدنی (۰/۲۵) / ت) کندی (۰/۲۵) - به تندی (۰/۲۵) - آمورف (۰/۲۵) / ث) رانشی (۰/۲۵) - تراکم‌ناپذیری (۰/۲۵)

۴ A
الف) علت، کشش سطحی ناشی از هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع است. (۰/۵) / ب) افزایش دما باعث کاهش هم‌چسبی مولکول‌های مایع شده و سبب راحت‌تر جاری شدن مایع می‌شود (۰/۵) / پ) علت آن مربوط به اصل برنولی است، جریان هوای بالای برزنت باعث کاهش فشار هوا در بالای برزنت شده و فشار هوای قسمت زیر برزنت بیشتر بوده و این سبب پف کردن برزنت می‌شود. (۰/۵)

۵ A
عمق هر سه نقطه یکسان است، بنابراین:

$$h_A=h_B=h_C\ (۰/۲۵)\Rightarrow P_A=P_B=P_C\ (۰/۲۵)$$

۶ B
اختلاف فشار به اختلاف ارتفاع قائم دو نقطه درون شاره بستگی دارد.



$$\Delta ABH:\sin ۳۰=\frac{\Delta h}{AB}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{\Delta h}{۵۰}\ (۰/۲۵)$$
$$\Delta h=۲۵cm\Rightarrow\Delta h=۰/۲۵m\ (۰/۲۵)$$

تبدیل یکای چگالی:

$$۴g/cm^۳=۴\frac{g}{cm^۳}\times\frac{۱kg}{۱۰^۳g}\times\frac{۱۰^۶cm^۳}{۱m^۳}=۴۰۰۰kg/m^۳\ (۰/۲۵)$$
$$\Delta P=\rho g\Delta h\ (۰/۲۵)\Rightarrow\Delta P=۴۰۰۰\times۱۰\times۰/۲۵\ (۰/۲۵)$$
$$\Rightarrow\Delta P=۱۰۰۰۰Pa=۱۰kPa\ (۰/۲۵)$$

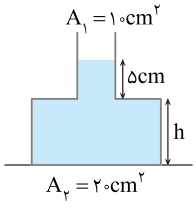
۷ A
فشار وارد بر کف دریاچه از رابطهٔ $P=P_۰+\rho gh$ به‌دست می‌آید:

$$P=P_۰+\rho gh\ (۰/۲۵)\Rightarrow۲۴۰۰۰۰=۹۰۰۰۰+۱۲۰۰\times۱۰\times h\ (۰/۲۵)$$
$$۱۵۰۰۰۰=۱۲۰۰۰h\Rightarrow h=۱۲/۵m\ (۰/۲۵)$$

۸ B
ابتدا فشار ناشی از جیوه را حساب می‌کنیم.

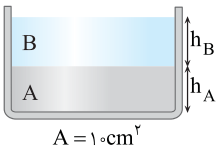
$$P=\frac{F}{A}\ (۰/۲۵)\Rightarrow P=\frac{۱۳۵}{۲۰\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow P=۶۷۵۰۰Pa\ (۰/۲۵)$$

ارتفاع جیوه در ظرف را به‌دست می‌آوریم.



$$P=\rho_{Hg}gh_{Hg}\ (۰/۲۵)$$
$$\Rightarrow۶۷۵۰۰=۱۳/۵\times۱۰۰۰\times۱۰\times h_{Hg}$$
$$\Rightarrow h_{Hg}=۰/۵m\ (۰/۲۵)$$
$$h=۰/۵-۰/۰۵\Rightarrow h=۰/۴۵m\ (۰/۲۵)$$

۹ B
الف) حجم هر دو مایع $۵۰۰cm^۳$ است، ارتفاع هر مایع خواهد شد:



$$V=Ah\ (۰/۲۵)\Rightarrow۵۰۰=۱۰h$$
$$\Rightarrow h=۵۰cm=۰/۵m\ (۰/۲۵)$$
$$P=\rho_A gh_A+\rho_B gh_B\ (۰/۲۵)$$
$$\Rightarrow P=۱۲۰۰\times۱۰\times۰/۵+۶۰۰\times۱۰\times۰/۵\ (۰/۲۵)$$
$$P=۹۰۰۰Pa\ (۰/۲۵)$$

ب) با توجه به رابطهٔ $P=\frac{F}{A}$ ، نیروی وارد بر کف حساب می‌شود.

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\ (۰/۲۵)\Rightarrow F=۹۰۰۰\times۱۰\times۱۰^{-۴}\Rightarrow F=۹N\ (۰/۲۵)$$

روش دیگر: فشار را از رابطهٔ $P=\frac{mg}{A}$ به‌دست بیاورید:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\ (۰/۲۵)$$
$$\Rightarrow\begin{cases}m_A=۱۲۰۰\times۵۰۰\times۱۰^{-۶}\Rightarrow m_A=۰/۶kg\ (۰/۲۵)\\ m_B=۶۰۰\times۵۰۰\times۱۰^{-۶}\Rightarrow m_B=۰/۳kg\ (۰/۲۵)\end{cases}$$
$$P=\frac{F}{A}=\frac{m_Ag+m_Bg}{A}\ (۰/۲۵)=\frac{۰/۶\times۱۰+۰/۳\times۱۰}{۱۰\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow P=۹۰۰۰Pa\ (۰/۲۵)$$
$$F=W_A+W_B\ (۰/۲۵)=۰/۶\times۱۰+۰/۳\times۱۰=۹N\ (۰/۲۵)$$

۱۰ B
الف) ارتفاع مایع در ظرف دوم، دو برابر ظرف اول است.

$$\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{\rho gh_۲}{\rho gh_۱}\ (۰/۵)\Rightarrow\frac{۲h_۱}{h_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}=۲\ (۰/۲۵)$$

ب) حجم مایع در ظرف دوم و در نتیجه جرم آن ۸ برابر جرم مایع ظرف اول است.

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{(a_۲)^۳}{(a_۱)^۳}=(\frac{۲a_۱}{a_۱})^۳\ (۰/۲۵)\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=۸\ (۰/۲۵)$$
$$\xrightarrow{m=\rho V}\frac{m_۲}{m_۱}=۸\ (۰/۲۵)\Rightarrow\frac{W_۲}{W_۱}=۸\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=۸\ (۰/۲۵)$$

۱۱ B
با توجه به نمودار در ارتفاع ۴۰cm از کف ظرف، فشار مایع صفر شده است، نتیجه می‌گیریم $h=۰$ شده است، و ارتفاع مایع در ظرف، ۴۰cm است. اکنون چگالی مایع را به‌دست می‌آوریم.

$$P=\rho gh\ (۰/۲۵)\Rightarrow۳۰۰۰=\rho\times۱۰\times۰/۴\Rightarrow\rho=۷۵۰kg/m^۳\ (۰/۲۵)$$
$$P=\rho gh\Rightarrow۲۴۰۰=۷۵۰\times۱۰\times h\ (۰/۲۵)\Rightarrow h=۰/۳۲m\ (۰/۲۵)$$

این فاصله از سطح مایع است، بنابراین فاصله از کف ظرف خواهد شد:

$$۰/۴-۰/۳۲=۰/۰۸m=۸cm$$

۱۲ B
سطح قاعده مکعب:

$$A=(۲)^۲=۴m^۲\ (۰/۲۵)$$

فشار وارد بر کف ظرف:

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow P=\frac{W}{A}\ (۰/۲۵)$$

وزن آب درون مکعب و وزن آب درون استوانه برابر است:

$$W_{\text{استوانه}}=W_{\text{مکعب}}\ (۰/۲۵)$$

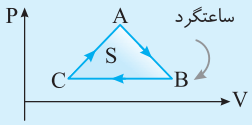
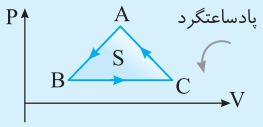
$$\frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مکعب}}}=\frac{\frac{W_{\text{استوانه}}}{A_{\text{استوانه}}}}{\frac{W_{\text{مکعب}}}{A_{\text{مکعب}}}}=۱\ (۰/۲۵)$$

بخش چهارم: چرخه ترمودینامیکی

صفحهٔ ۱۳۹ و ۱۴۰ کتاب درسی

تعریف در چرخهٔ ترمودینامیکی، دستگاه پس از طی چند فرایند، به حالت اولیهٔ خود باز می‌گردد.

برای مثال دو چرخهٔ $P-V$ یکی ساعتگرد و دیگری پادساعتگرد را در زیر بررسی کرده‌ایم:

چرخهٔ ترمودینامیکی با نمودار $P-V$ ساعتگرد	چرخهٔ ترمودینامیکی با نمودار $P-V$ پادساعتگرد
الف) در چرخهٔ ترمودینامیکی حالت ابتدایی و نهایی یکسان است: $\Delta U_{\text{چرخه}} = U_{\text{نهایی}} - U_{\text{ابتدایی}} = 0$	الف) در چرخهٔ ترمودینامیکی حالت ابتدایی و نهایی یکسان است: $\Delta U_{\text{چرخه}} = U_{\text{نهایی}} - U_{\text{ابتدایی}} = 0$
ب) بنابر قانون اول ترمودینامیک: $\Delta U_{\text{چرخه}} = Q_{\text{چرخه}} + W_{\text{چرخه}} \xrightarrow{\Delta U = 0} Q_{\text{چرخه}} = -W_{\text{چرخه}}$	ب) بنابر قانون اول ترمودینامیک: $\Delta U_{\text{چرخه}} = Q_{\text{چرخه}} + W_{\text{چرخه}} \xrightarrow{\Delta U_{\text{چرخه}} = 0} Q_{\text{چرخه}} = -W_{\text{چرخه}}$
پ) در مسئله زیر با استدلال مشخص می‌شود که اندازهٔ کار در چرخه برابر سطح محصور در چرخه است و در چرخهٔ ساعتگرد: $W = -S$ 	پ) در مسئله زیر با استدلال مشخص می‌شود که اندازهٔ کار در چرخه برابر سطح محصور در چرخه است و در چرخه پادساعتگرد: $W = S$ 

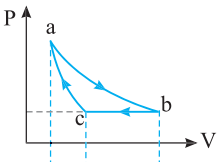
مسئله ۳۵

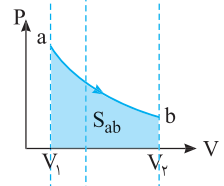
شکل روبه‌رو یک چرخهٔ ترمودینامیکی فرضی را نشان می‌دهد که یک دستگاه ترمودینامیکی آن را طی کرده است:

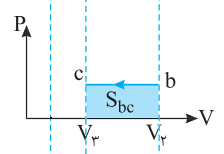
الف) کار انجام شده روی دستگاه در هر فرایند را بر حسب سطح زیر نمودار آن بیابید.

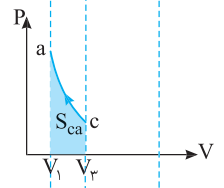
ب) نشان دهید اندازهٔ کل کار انجام شده روی دستگاه برابر با مساحت درون چرخه است.

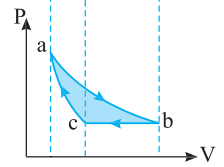
پ) کار کل انجام شده روی دستگاه مثبت است یا منفی؟ توضیح دهید.











راه‌حل الف) در فرایند ab کار برابر سطح زیر نمودار شکل روبه‌رو است. دستگاه منبسط شده است و کار محیط روی دستگاه از a تا b منفی است:

$$W_{ab} = -S_{ab} < 0$$

در فرایند bc که یک فرایند تراکم هم‌فشار است، کار برابر سطح زیر نمودار شکل روبه‌رو است و کار محیط روی دستگاه در این فرایند مثبت است:

$$W_{bc} = +S_{bc} > 0$$

در فرایند تراکمی ca کار مثبت و برابر سطح زیر نمودار در شکل روبه‌رو است:

$$W_{ca} = +S_{ca} > 0$$

ب) کار کل چرخه برابر است با:

$$W_{abca} = W_{ab} + W_{bc} + W_{ca} = -S_{ab} + S_{bc} + S_{ca} = -S_{abca}$$

پ) با توجه به نمودار سطح زیر فرایند ab از مجموع سطح زیر نمودارهای bc و ca بزرگ‌تر است، از این‌رو:

$$|S_{ab}| > |S_{bc}| + |S_{ca}| \Rightarrow |W_{ab}| > |W_{bc}| + |W_{ca}|$$

چون کار در فرایند ab منفی است، بنابراین جمع کل کارها باید منفی شود.