۹ ۵۱. **واحد فرعی فشار کدام است؟**

۱) $\frac{kg}{m \cdot s}$ ۲) $\frac{kgm}{s}$ ۳) $\frac{kgm}{s^2}$ ۴) $\frac{kg}{m \cdot s^2}$

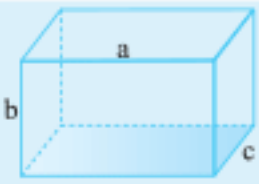
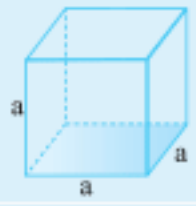
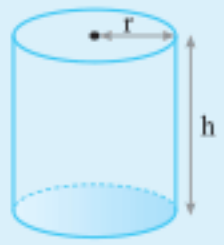
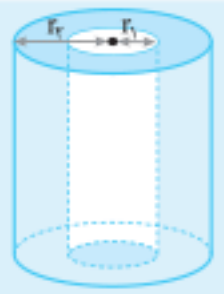
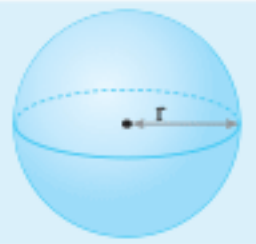
۱۰ ۵۲. **۱۵۲/۴cm چند فوت است؟** $(1ft = 12in \ , \ 1in = 2/54cm)$ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۴/۵

چگالی

قبل از این که وارد بحث چگالی بشویم لازم است تا ۲ موضوع مهم را یادآوری کنیم.

موضوع اول: در جدول زیر مساحت‌ها و حجم‌های مهم را یادآوری کرده‌ایم.

نام شکل	ظاهر شکل	مساحت مقطع	حجم
مکعب مستطیل		$A = ac$	$V = abc$
مکعب		$A = aa = a^2$	$V = a^3$
استوانه		مساحت مقطع دایره‌ای $A = \pi r^2$	$V = Ah$ و یا $V = \pi r^2 h$
استوانهٔ توخالی r_1: شعاع داخلی r_2: شعاع خارجی		$A = \pi(r_2^2 - r_1^2)$	$V = Ah$ $V = \pi(r_2^2 - r_1^2)h$
کره		مساحت سطح کره $A = 4\pi r^2$	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$
مخروط (دارای مقطع دایره)		مساحت مقطع دایره‌ای $A = \pi r^2$	$V = \frac{1}{3}Ah$

موضوع دوم: استفاده از روش زنجیره‌ای روشی کامل، ولی وقت‌گیر است. از تبدیل واحدهایی که در این قسمت آورده شده استفاده کنید تا سرعت تبدیل واحد بالا برود و اگر تست‌های این قسمت را کار کنید، می‌توانید تبدیل واحدهای مهم را ذهنی انجام دهید.

$$m^3 \underset{\times 10^{-6}}{\overset{\times 10^{6}}{\rightleftharpoons}} cm^3 \underset{\times 10^{-3}}{\overset{\times 10^{3}}{\rightleftharpoons}} mm^3 \qquad m^2 \underset{\times 10^{-4}}{\overset{\times 10^{4}}{\rightleftharpoons}} cm^2 \underset{\times 10^{-2}}{\overset{\times 10^{2}}{\rightleftharpoons}} mm^2 \qquad m \underset{\times 10^{-2}}{\overset{\times 10^{2}}{\rightleftharpoons}} cm \underset{\times 10^{-1}}{\overset{\times 10}{\rightleftharpoons}} mm$$

نکته

حجم دارای واحدی به نام لیتر است که ۱۰۰۰ برابر سانتی‌متر مکعب است.

$$m^3 \underset{\times 10^{-3}}{\overset{\times 10^{3}}{\rightleftharpoons}} L \underset{\times 10^{-3}}{\overset{\times 10^{3}}{\rightleftharpoons}} cm^3$$

۸ ۹۰. شعاع یک کُرهٔ فلزی ۵cm، جرم آن ۱۰۸۰g و چگالی آن $۲/۷\frac{g}{cm^۳}$ است. درون این کُره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ ($\pi \simeq ۳$) (ریاضی خارج ۹۴)

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۹ ۹۱. مطابق شکل، استوانه‌ای توخالی به ارتفاع ۱۰cm، شعاع داخلی ۸cm و شعاع خارجی ۱۰cm که چگالی مادهٔ سازندهٔ آن $\frac{۲۰}{۳}\frac{g}{cm^۳}$ است بر روی ترازویی قرار دارد. $\frac{۱}{۳}$ حجم قسمت توخالی استوانه را با مایعی پر می‌کنیم تا ترازو عدد ۸kg را نشان دهد. چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi \simeq ۳$) (کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۱/۲۵ ۲) $\frac{۹}{۲۰}$
۳) ۰/۱۲۵ ۴) $\frac{۲۰}{۹}$

۱۰ ۹۲. آلیاژی به جرم ۳۰۰g از فلزی با چگالی $۲۰\frac{g}{cm^۳}$ و نقره با چگالی $۱۰\frac{g}{cm^۳}$ ساخته شده است. اگر حجم این آلیاژ برابر $۲۰cm^۳$ باشد، چند درصد جرم آن از نقره تشکیل شده است؟ (در حین مخلوط شدن، تغییر حجمی‌صورت نمی‌گیرد.) (کانون فرهنگی آموزش)

۱) $\frac{۱۰۰}{۳}$ ۲) $\frac{۲۰۰}{۳}$ ۳) ۲۵ ۴) ۷۵

هایپرتست

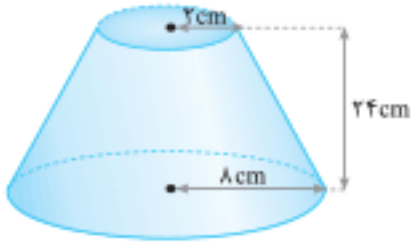
۹۳. یکای فرعی $(Tg).(mm)^۲.(\mu s)^{-۲}$ معادل کدام یک از گزینه‌های زیر است؟ (g، m و s به ترتیب نمادهای گرم، متر و ثانیه هستند.)

۱) μJ ۲) PJ ۳) μN ۴) nN

۹۴. دقت اندازه‌گیری یک ترازوی دیجیتال به‌صورت ۰/۰۱ g است. کدام مورد نمی‌تواند با این ترازو اندازه‌گیری شده باشد؟

۱) ۰/۲۰g ۲) ۰/۰۰۰۰۵kg ۳) ۰/۵dg ۴) ۰/۳dag

۹۵. جرم مخروط ناقص شکل روبه‌رو، ۵/۰۴kg است. چگالی مادهٔ سازندهٔ این مخروط چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ($\pi \simeq ۳$)



۱) ۲
۲) ۲/۵
۳) ۳
۴) ۳/۵

۹۶. ارتفاع یک مخروط توپُر به چگالی $\rho_۲$، نصف ارتفاع یک استوانهٔ توخالی به چگالی $\rho_۱$ است. اگر جرم این دو قطعه با هم برابر باشد و شعاع قاعدهٔ داخلی استوانه، برابر با شعاع قاعدهٔ مخروط و شعاع خارجی قاعدهٔ استوانه،دو برابر شعاع داخلی استوانه باشد، $\frac{\rho_۲}{\rho_۱}$ کدام است؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۱۸ ۲) $\frac{۱}{۱۸}$ ۳) ۹ ۴) $\frac{۱}{۹}$

۹۷. مخلوطی از جرم برابر از دو مایع A و B را درون استوانهٔ مدرج می‌ریزیم. مجموع حجم دو مایع ۰/۲۴L است. اگر چگالی مایع A و B به ترتیب $\rho_A = ۰/۸\frac{g}{cm^۳}$ و $\rho_B = ۱/۲۸\frac{g}{cm^۳}$ باشد، حجم مایع A تقریباً چند میلی‌لیتر است؟ (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید.) (کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۱۲۳ ۲) ۱۳۱ ۳) ۲۰۹ ۴) ۲۷۰

۹۸. نصف ظرفی را از مایع A با چگالی ρ_A و نصف دیگر ظرف را از مایع B با چگالی ρ_B پُر می‌کنیم. دو مایع بدون تغییر حجم، با یکدیگر مخلوط می‌شوند و چگالی مخلوط برابر $۸\frac{g}{cm^۳}$ می‌شود. اگر در آزمایشی دیگر $\frac{۱}{۳}$ حجم ظرف را از مایع A و بقیهٔ آن را از مایع B پُر کنیم، چگالی مخلوط $۶\frac{g}{cm^۳}$ می‌شود. نسبت $\frac{\rho_A}{\rho_B}$ کدام است؟

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

۹۹. جواهرفروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به‌کار برده است. اگر حجم قطعهٔ ساخته‌شده $۵cm^۳$ و چگالی آن $۱۳/۶\frac{g}{cm^۳}$ باشد، جرم نقرهٔ به‌کار رفته چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب $۱۰\frac{g}{cm^۳}$ و $۱۹\frac{g}{cm^۳}$ فرض شود.) (ریاضی خارج ۹۵)

۱) ۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۴ ۴) ۳۸

یک جدول مفید

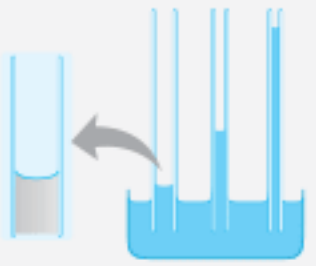
نوع مایع و جامد	مقایسهٔ نیروهای هم‌چسبی و دگرچسبی	قطره می‌شود؟	جامد را خیس می‌کند؟
آب و شیشهٔ تمیز	$F_{\text{هم‌چسبی}} < F_{\text{دگرچسبی}}$	خیر	بلی
آب و شیشهٔ چرب‌شده	$F_{\text{هم‌چسبی}} > F_{\text{دگرچسبی}}$	بلی	خیر
جیوه و شیشهٔ تمیز	$F_{\text{هم‌چسبی}} > F_{\text{دگرچسبی}}$	بلی	خیر

اثر مویینگی

بالا رفتن مایع در لولهٔ مویین را **اثر مویینگی** می‌نامند.

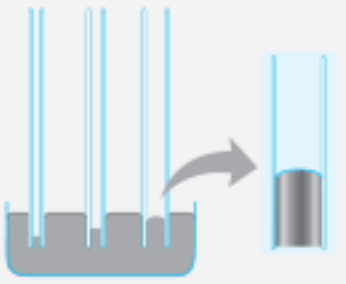
لولهٔ مویین به لوله‌هایی با **قطر داخلی** حدود **یک‌دهم میلی‌متر** (۰/۱mm) می‌گویند.

آوندهای گیاهان و پرزهای حوله نمونه‌هایی از لولهٔ مویین هستند.



آب در لولهٔ مویین

- هر قدر قطر داخلی لوله کمتر باشد، آب تا ارتفاع بیش‌تری در آن بالا می‌رود.
- سطح آب درون لوله‌های مویین قرو رفته و بالاتر از سطح آب درون ظرف است.
- بالا رفتن آب در لولهٔ مویین، به دلیل بیشتر بودن نیروی دگرچسبی (آب با شیشه) از نیروی هم‌چسبی (آب با آب) است.



جیوه در لولهٔ مویین

- هر قدر لولهٔ مویین نازک‌تر باشد، جیوه در لوله پایین‌تر می‌رود.
- سطح جیوه در لولهٔ مویین به صورت برآمده و پایین‌تر از سطح جیوهٔ درون ظرف است.
- پایین رفتن جیوه در لولهٔ مویین، به دلیل بیشتر بودن نیروی هم‌چسبی (جیوه با جیوه) از نیروی دگرچسبی (جیوه با شیشه) است.

نکته

دیوارهای داخل یا خارج ساختمان‌ها را با مواد ناتراوا مانند قیر، می‌پوشانند: چرا که این مواد می‌توانند از تراوش آب از طریق منفذهای مویین به درون دیوارها جلوگیری کنند و مانع خسارت احتمالی ساختمان‌ها شوند.

۱۵. کدام ویژگی‌ها مربوط به نیروهای بین مولکولی است؟

الف) ربایشی ب) رانشی پ) کوتاه‌برد ت) گرانشی

۱) الف ـ پ ۲) الف ـ ب ـ پ ۳) ب ـ ت ۴) ب ـ پ ـ ت

۱۶. هنگامی‌که دو قطعه شیشه را گرم کنیم تا حالت خمیری شکل بیابند، می‌توان آن‌ها را به یکدیگر چسباند. این پدیده با کدام ویژگی نیروهای بین مولکولی توجیه می‌شود؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) در فاصلهٔ بین مولکول‌ها خلأ است.
۲) نیروی بین مولکول‌ها همواره ربایشی است.
۳) کوتاه‌برد بودن نیروی بین مولکولی
۴) قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی در حالت مایع نسبت به حالت جامد

۱۷. عامل نگهداری سوزن فولادی کوچک روی آب ..... و ماهیت آن نیروی ..... است. (کنکور زیرخاکی)

۱) کشش سطحی ـ گرانشی
۲) نیروی اصطکاک ـ الکتریکی
۳) کشش سطحی ـ الکتریکی
۴) نیروی اصطکاک ـ گرانشی

۱۸. در کدام حالت سوزن فولادی را راحت‌تر می‌توان روی آب قرار داد؟

۱) سوزن تمیز و دمای آب بالا باشد.
۲) سوزن تمیز و دمای آب پایین باشد.
۳) سوزن چرب و دمای آب بالا باشد.
۴) سوزن چرب و دمای آب پایین باشد.

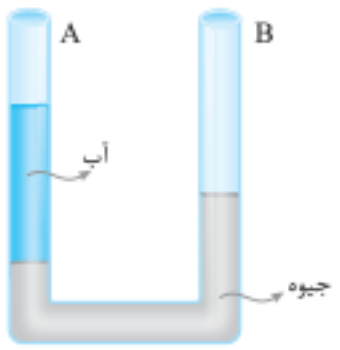
۱۹. یک تیغ از پهنا می‌تواند روی آب شناور شود، زیرا ..... (ریاضی ۸۵)

۱) حجم تیغ بسیار کم است.
۲) جرم تیغ بسیار کم است.
۳) چگالی تیغ کمتر از چگالی آب است.
۴) در سطح آب کشش سطحی وجود دارد.

۲۰. کشش سطحی در مایعات حاصل چیست؟ (ریاضی ۸۷)

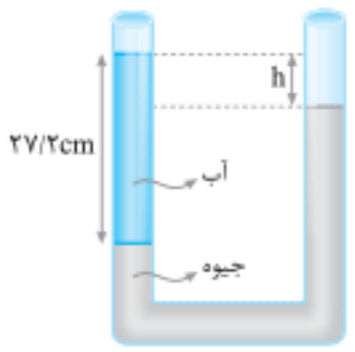
۱) نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها
۲) تأثیر نیروی گرانش زمین بر مایع
۳) فشاری است که از هوا به مایع وارد می‌شود.
۴) نیروی رانشی بین مولکول‌هایی است که خیلی به هم نزدیک شده‌اند.

۷۰. در شکل مقابل ارتفاع آب در شاخهٔ A برابر ۲۷/۲ cm است. در شاخهٔ B الکل به چگالی $۰/۸ \frac{g}{cm^۳}$ می‌ریزیم تا جیوه در دو شاخه هم‌سطح شود. اگر چگالی جیوه و آب به ترتیب $۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳}$ و $۱ \frac{g}{cm^۳}$ باشد، ارتفاع الکل چند سانتی‌متر است؟



۱) ۱۷
۲) ۲۸
۳) ۳۴
۴) ۴۲

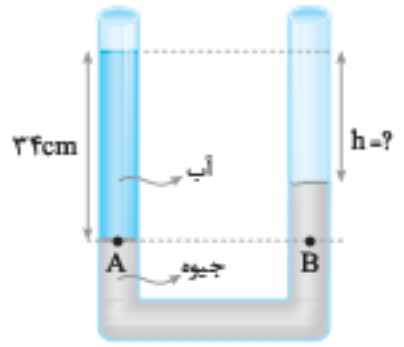
۷۱. مطابق شکل روبه‌رو، در لولهٔ U شکل، آب و جیوه به حالت تعادل قرار دارند. h چند سانتی‌متر است؟ (تجربی خارج ۸۶)



$(\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳} \cdot \rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳})$

۱) ۲
۲) ۲۰
۳) ۱۳/۶
۴) ۲۵/۲

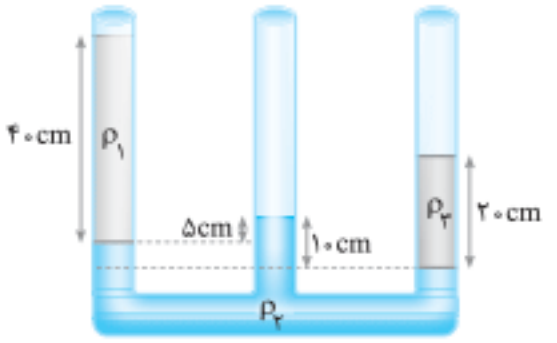
۷۲. در شکل روبه‌رو، اختلاف ارتفاع آب و جیوه چند سانتی‌متر است؟ (ریاضی خارج ۹۱)



$(\rho_{آب} = ۱ \frac{g}{cm^۳} \cdot \rho_{جیوه} = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^۳})$

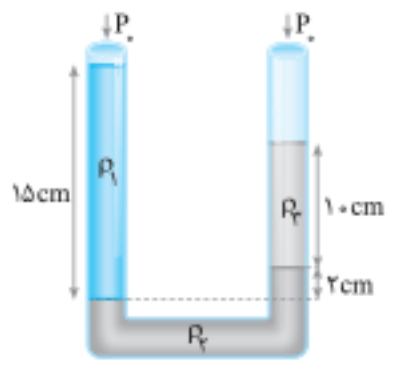
۱) ۲۷/۵
۲) ۲۹
۳) ۳۰
۴) ۳۱/۵

۷۳. در شکل مقابل سه مایع مخلوط‌نشدنی در ظرف در حال تعادل‌اند. $\frac{\rho_۳}{\rho_۱}$ کدام است؟



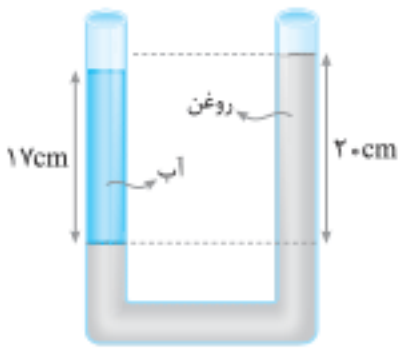
۱) ۲
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۴
۴) $\frac{۱}{۴}$

۷۴. سه مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $\rho_۱$، $\rho_۲$ و $\rho_۳$ مطابق شکل در تعادل‌اند. $\rho_۳$ برابر کدام است؟



۱) $۱/۵ \rho_۱ + ۰/۲ \rho_۲$
۲) $۰/۸(\rho_۱ + \rho_۲)$
۳) $۱/۲۵(\rho_۱ - \rho_۲)$
۴) $۱/۵ \rho_۱ - ۰/۲ \rho_۲$

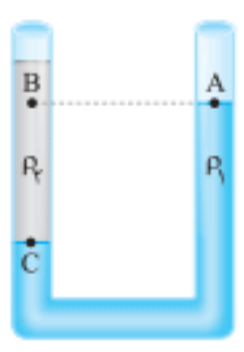
۷۵. در شکل مقابل آب و روغن در یک لوله U شکل به حالت تعادل‌اند. چگالی روغن ..... درصد از چگالی آب ..... است. (تجربی ۸۶)



۱) ۱۵ ـ بیشتر
۲) ۱۵ ـ کمتر
۳) ۸۵ ـ کمتر
۴) ۸۵ ـ بیشتر

مقایسه فشار در دو مایع

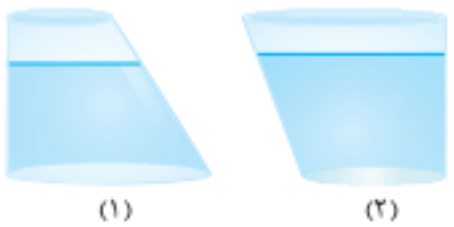
۷۶. در شکل مقابل دو مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی‌های $\rho_۱$ و $\rho_۲$ در ظرف قرار دارند. اگر فشار در نقاط نشان‌داده‌شده P_A، P_B و P_C باشد، کدام رابطه درست است؟



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

۱۳۳. شکل روبه‌رو دو ظرف با سطح قاعدهٔ یکسان را که تا یک ارتفاع در آن‌ها آب ریخته شده است نشان می‌دهد. می‌توان گفت وزن مایع ظرف اول ..... نیرویی است که این مایع به قاعده (کف) ظرف وارد می‌کند و وزن مایع ظرف دوم ..... نیرویی است که این مایع به کف ظرف وارد می‌کند.

۱) کمتر از ـ بیشتر از
۲) کمتر از ـ کمتر از
۳) بیشتر از ـ کمتر از
۴) مساوی ـ نیز مساوی



۱۳۴. ظرفی مطابق شکل محتوی مایعی به وزن W است. اگر نیرویی که مایع به کف ظرف وارد می‌کند (F_1) و نیرویی که ته ظرف بر سطح افقی وارد می‌کند (F_2) و وزن ظرف ناچیز باشد کدام‌یک از روابط زیر صحیح است؟

۱) $F_1 = W < F_2$
۲) $F_1 > W = F_2$
۳) $F_1 = W = F_2$
۴) $F_1 < W = F_2$

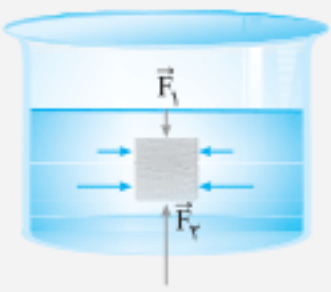
شناوری

چگونه ماهی می‌تواند در آب شناور یا غوطه‌ور شود؟ چرا درون آب احساس سبکی می‌کنیم؟ چرا بالون‌ها و برخی از بادکنک‌ها را تا رها کنیم، بالا می‌روند؟ به این سوال‌ها و مشابه آن‌ها با مفهوم بسیار ساده‌ای به نام **شناوری** می‌توان پاسخ داد.

نیروی شناوری

اگر جسمی درون شاره‌ای قرار گیرد، از طرف شاره نیروی بالاسوی خالصی بر جسم وارد می‌شود که به آن **نیروی شناوری** می‌گویند.

سوال: چرا این نیروی خالص از طرف شاره به‌طرف بالا بر جسم وارد می‌شود؟



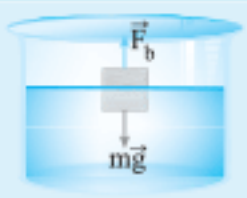
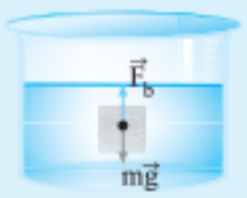
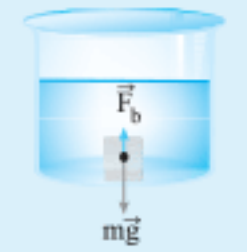
■ **پاسخ:** مطابق شکل روبه‌رو، جسمی را درون شاره در نظر بگیرید، فشار در سطح بالایی جسم کمتر از فشار در سطح پایینی آن است. از این‌رو اندازهٔ نیرویی که شاره بر سطح پایینی جسم وارد می‌کند (F_2) بزرگ‌تر از اندازهٔ نیرویی است که بر سطح بالای جسم (F_1) وارد می‌کند. پس برایند این دو نیرو به‌طرف بالا است و آن را نیروی شناوری وارد بر جسم می‌نامیم. اما شاره بر جسم، نیروهای افقی هم وارد می‌کند که می‌توان دریافت این نیروها اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند.

بنابراین نیروی خالص شاره بر جسم به‌طرف بالا است. $F_b = F_2 - F_1$

این نیروی خالص را نیروی شناوری می‌نامیم و با F_b نشان می‌دهیم.

◄ برای جسم تو پُری که در شاره‌ای قرار دارد، چهار حالت زیر را در نظر می‌گیریم:

حالت‌های قرار گرفتن جسم در شاره‌ای با چگالی $\rho_{شاره}$

شمارهٔ	نام حالت	مقایسهٔ چگالی جسم و شاره	مقایسهٔ وزن جسم با نیروی شناوری	موقعیت جسم در شاره	حرکت جسم در شاره	شکل
۱	شناوری	$\rho_{جسم} < \rho_{شاره}$	$F_b = mg$	بخشی از جسم بیرون از شاره است.	ساکن	
۲	غوطه‌وری	$\rho_{جسم} = \rho_{شاره}$	$F_b = mg$	همهٔ جسم درون شاره است.	ساکن	
۳	قروروی	$\rho_{جسم} > \rho_{شاره}$	$F_b < mg$	همهٔ جسم درون شاره است.	حرکت به‌طرف پایین است	
۴	بالاروی	$\rho_{جسم} > \rho_{شاره}$	$F_b > mg$	همهٔ جسم درون شاره (برده‌شده) است.	حرکت به‌طرف بالا است.	

■ **پاسخ: گزینهٔ «۲»** به شکل (الف) دقت کنید، فنر با نیروی کشسانی خود، وزن جسم را تحمل می‌کند و در واقع نیروی فنر (رو به بالا) وزن جسم را که رو به پایین است، خنثی می‌کند.

عدد نیروسنج به عنوان نمادی از نیروی کشسانی فنر است. (در سال دوازدهم این موضوع بیشتر بررسی می‌شود).

$$F_1 = mg \Rightarrow ۲۰ = m(۱۰) \Rightarrow m = ۲kg$$

در شکل (ب) علاوه بر نیروی کشسانی فنر (عدد نیروسنج $\vec{F}_2$)، نیروی بالاران ارشمیدس هم وجود دارد. (F_b شناوری) چون جسم در حال سکون (تعادل است) نیروهای رو به بالا را مساوی نیروهای رو به پایین قرار می‌دهیم.

$$F_b = \rho Vg = ۲۰۰۰(۵\times۵\times۵\times۱۰^{-۶})\times۱۰ = ۲۵\times۱۰^{-۱} = ۲/۵N$$
$$F_b + F_2 = mg \Rightarrow ۲/۵ + F_2 = ۲۰ \Rightarrow F_2 = ۱۷/۵N$$

مثال: در شکل مقابل با ورود وزنه به درون مایع، سطح مایع بالا آمده و درون ظرف سمت چپ می‌ریزد. اگر وزن مایع خارج‌شده ۱۲ نیوتون و جرم وزنه ۲kg باشد، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد چند نیوتون است؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۰

۳) ۲۸ ۴) ۸

■ **پاسخ: گزینهٔ «۴»** طبق متن کتاب درسی، وقتی که جسمی وارد مایع می‌شود مقداری از مایع را جابه‌جا می‌کند. وزن این مایع جابه‌جاشده به اندازهٔ نیروی شناوری است. پس این ۱۲ نیوتون مایع خارج‌شده همان F_b است. به دلیل وجود تعادل (سکون جسم) می‌توان نیروهای رو به بالا را مساوی نیروهای رو به پایین در نظر گرفت.

$$F + F_b = mg \Rightarrow F + ۱۲ = ۲۰ \Rightarrow F = ۸N$$

۱۳۵. یک کشتی فولادی روی آب شناور می‌ماند زیرا ..... (برگرفته از کتاب درسی)

۱) حجم کشتی کمتر از حجم آب است.

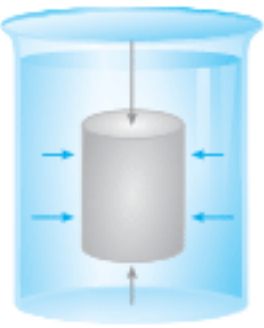
۲) نیروی گرانش کشتی در آب کم می‌شود.

۳) نیرویی برابر با وزن کشتی از طرف آب بر آن و به‌طرف بالا وارد می‌شود.

۴) کشش سطحی آب مانع غرق شدن کشتی می‌شود.

۱۳۶. کدام شکل نیروهای وارد بر واحد سطح جسم درون شاره را از طرف شاره درست نشان می‌دهد؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱)

۲) 

۳)

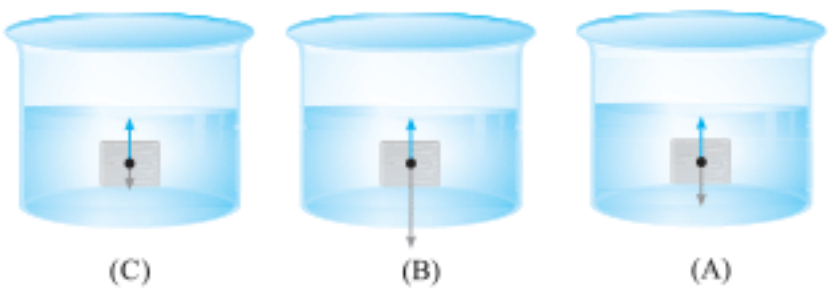
۴)

۱۳۷. یک توپ پرباد و یک سنجاق فلزی روی آب شناور هستند. علت شناوری آن‌ها به‌ترتیب با کدام گزینه درست بیان شده است؟

۱) شناوری ـ شناوری ۲) شناوری ـ کشش سطحی

۳) کشش سطحی ـ شناوری ۴) کشش سطحی ـ کشش سطحی

۱۳۸. مطابق شکل زیر، جسم‌های توپُر A، B و C با حجم‌های یکسان را درون یک مایع برده و آن‌ها را از حالت سکون رها می‌کنیم، اگر بلافاصله پس از رها شدن، نیروهای وارد بر آن‌ها نشان داده شده باشند، کدام گزینه دربارهٔ چگالی جسم‌ها و چگالی مایع (ρ) درست است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) $\rho_A = \rho_B = \rho_C = \rho$

۲) $\rho_C > \rho_A = \rho > \rho_B$

۳) $\rho_B > \rho_A = \rho > \rho_C$

۴) $\rho_A = \rho > \rho_C > \rho_B$

۶۶. ۱ ۲ ۳ ۴

منظور از فشار، همان فشار کل یعنی مجموع فشار هوا و فشار آب است. چون فشار برحسب سانتی‌مترجیوه داده شده است، می‌توان نوشت:

$$P = P_0 + P_{آب} \Rightarrow ۱۰۰(cmHg) = ۷۵(cmHg) + P_{آب} \Rightarrow P_{آب} = ۲۵cmHg$$

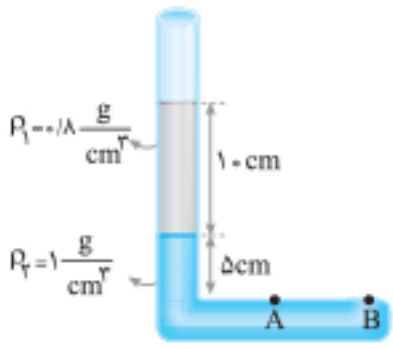
اکنون ارتفاعی از آب را به‌دست می‌آوریم که فشار آن برابر فشار در عمق ۲۵ سانتی‌مترجیوه باشد:

$$\rho_{آب} h_{آب} = \rho_{جیوه} h_{جیوه} \Rightarrow ۱ \times h_{آب} = ۱۳/۶ \times ۲۵$$

$$\Rightarrow h_{آب} = ۳۴۰cm \xrightarrow{\div ۱۰۰} h_{آب} = ۳/۴m$$

۶۷. ۱ ۲ ۳ ۴

نقاط A و B در یک مایع و در عمق یکسان قرار دارند. از این‌رو فشار آن‌ها یکسان است و چون فشار مایع مورد نظر است، می‌توان مجموع فشار دو مایع شاخهٔ سمت چپ را به‌دست آورد:



$$P_A = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = ۰/۸ \times ۱۰^3 \times ۱۰ \times ۰/۱ + ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۰۵$$

$$\Rightarrow P_A = ۱۳۰۰Pa \xrightarrow{P_A = P_B} P_B = ۱۳۰۰Pa$$

حالا فشار در نقاط A و B را برحسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم:

$$P_A = P_B = ۱۳۰۰ \div ۱۳۵۰ = \frac{۱۳۰۰}{۱۳۵۰} = \frac{۲۶}{۲۷} cmHg$$

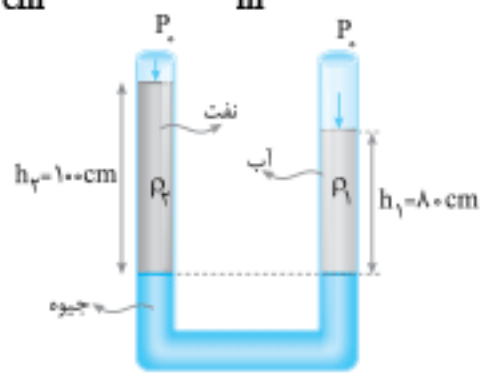
۶۸. ۱ ۲ ۳ ۴

دو سطح جیوه هم‌ترازند و این دو نقطه فشار یکسان دارند و می‌توان نوشت:

$$\rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_1 g h_1 + P_0 \xrightarrow[\text{یکاهای یکسان برای طرفین معادله}]{P_0 \text{ از طرفین حذف می‌شود.}}$$

$$\rho_2 \times ۱۰۰cm = ۱ \frac{g}{cm^3} \times ۸۰cm$$

$$\Rightarrow \rho_2 = ۰/۸ \frac{g}{cm^3} \times ۱۰۰۰ = ۸۰۰ \frac{kg}{m^3}$$

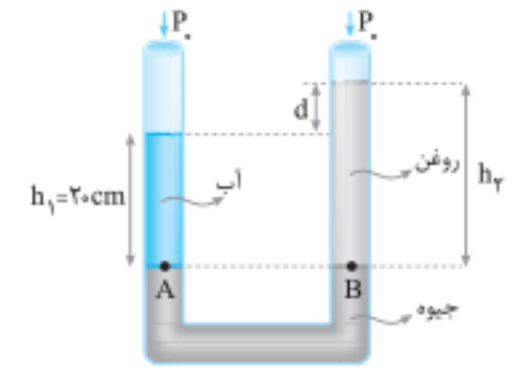


۶۹. ۱ ۲ ۳ ۴

چون فشار در دو نقطهٔ A و B یکسان است، می‌توان نتیجه گرفت که فشار ستون آب برابر فشار ستون روغن است. (یادتان باشد که فشار هوا در دو طرف یکسان است.) ابتدا مقدار h_2 یعنی ارتفاع روغن را به‌دست می‌آوریم، پس داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{آب} h_1 = \rho_{روغن} h_2$$

$$\xrightarrow[\text{برای کمیت‌ها}]{\text{یکای یکسان}} ۱ \frac{g}{cm^3} \times ۲۰ = ۰/۸ \frac{g}{cm^3} \times h_2 \Rightarrow h_2 = ۲۵cm$$

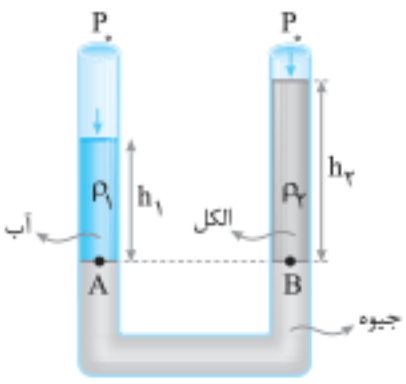


چون اختلاف سطح روغن با آب (d) مورد سؤال است اکنون با توجه به شکل می‌توان مقدار d را به‌دست اورد.

$$d = h_2 - h_1 = ۲۵ - ۲۰ = ۵cm$$

۷۰. ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق شکل، ارتفاع الکل را (که در شاخهٔ B ریخته‌ایم) h_2 در نظر می‌گیریم. دو سطح جیوه یعنی A و B در یک تراز افقی قرار دارند و می‌دانیم که فشار این دو سطح یکسان است و می‌توان نوشت:



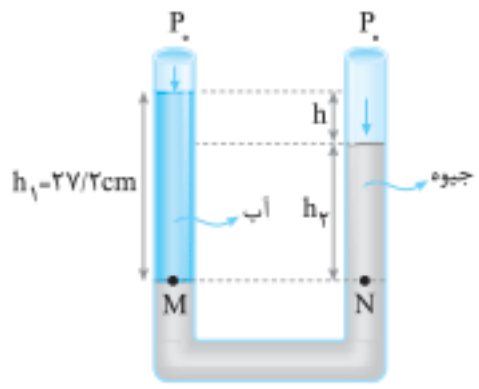
$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_0 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$\Rightarrow ۱ \frac{g}{cm^3} \times ۲۷/۲cm = ۰/۸ \frac{g}{cm^3} \times h_2 \Rightarrow h_2 = ۳۴cm$$

۷۱. ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به این‌که M و N در یک مایع و هم‌تراز هستند، می‌توانید بنویسید:

$$P_M = P_N \xrightarrow{P_0 = P_0} \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$



$$\Rightarrow ۱ \frac{g}{cm^3} \times ۲۷/۲cm = ۱۳/۶ \frac{g}{cm^3} \times h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = ۲cm \Rightarrow h = ۲۷/۲ - ۲ = ۲۵/۲cm$$

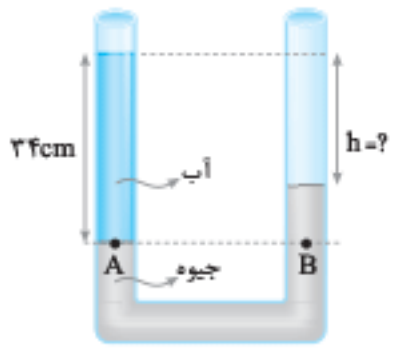
۷۲. ۱ ۲ ۳ ۴

فشار تراز افقی درون جیوه در نقاط A و B فشار یکسان است. واضح است که داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{آب} g h_{آب} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} \xrightarrow{h_{جیوه} = h_{آب} - h}$$

$$۱ (\frac{g}{cm^3}) \times ۳۴cm = ۱۳/۶ (\frac{g}{cm^3}) \times (۳۴ - h) \Rightarrow h = ۳۱/۵cm$$

حتماً توجه کردید که یکاهای انتخاب‌شده در پاسخ این سؤال به گونه‌ای بود که در دو طرف معادله برای هر کمیت یکسان باشد و الزامی برای انتخاب یکاها در SI وجود ندارد.

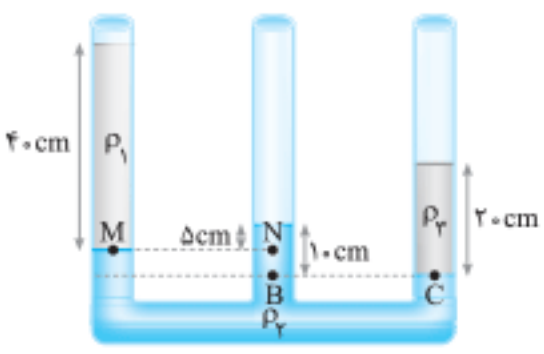


۷۳. ۱ ۲ ۳ ۴

از شکل پیداست که $P_M = P_N$ است و می‌توانیم بنویسیم:

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

$$\Rightarrow \rho_1 \times ۴۰ = \rho_2 \times ۵ \Rightarrow \rho_2 = ۸\rho_1$$ ①



۱۷۳. ۱ ۲ ۳ ۴

چون فشار وارد از طرف مخلوط بر کف ظرف مورد نظر است، باید چگالی مخلوط را به‌دست آوریم، پس از رابطهٔ چگالی مخلوط که در فصل ۱ این کتاب ذکر کرده‌ایم استفاده می‌کنیم.

اگر حجم مخلوط را V بنامیم، داریم:

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

توجه داریم که $V_A = \frac{1}{3}V$ ، $V_B = \frac{2}{3}V$ و $V_A + V_B = V$ است؛ پس با جای‌گذاری این کمیت‌ها در رابطهٔ فوق، می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1/2 \times \frac{1}{3}V + 0/6 \times \frac{2}{3}V}{V} = 0/8 \frac{g}{cm^3}$$

اکنون فشار مخلوط را در کف ظرف به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مخلوط}} = \rho_{\text{مخلوط}} gh \xrightarrow{\rho = (0/8 \times 1000)\frac{kg}{m^3}}$$

$$P_{\text{مخلوط}} = 800 \times 10 \times 0/75 = 6000 Pa$$

تذکر: می‌توان به روش دیگر هم این سؤال را پاسخ داد. به این ترتیب که ابتدا ارتفاع هر مایع را جداگانه به‌دست آوریم، سپس فشار هر مایع و در نهایت فشار کل (مجموع فشارها) را به‌دست آوریم.

۱۷۴. ۱ ۲ ۳ ۱

در این نمودار شیب خط برابر است با: $\text{شیب خط} = \rho g$

بخش اول نمودار مربوط به ρ_1 است و داریم:

$$\Delta P_1 = \rho_1 g \Delta h \Rightarrow (102/4 - 100) \times 10^3 = \rho_1 \times 10 \times 30 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \rho_1 = 800 \frac{kg}{m^3}$$

اگر فرض کنیم که شیب نمودار برابر تانژانت زاویهٔ خط با محور افق باشد، با مقایسهٔ شیب نمودارها داریم:

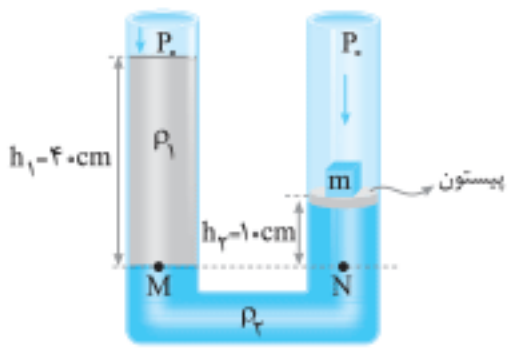
$$\frac{\tan\theta_2}{\tan\theta_1} = \frac{\rho_2 g}{\rho_1 g} \Rightarrow 17 = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$\Rightarrow \rho_2 = 17\rho_1 = 17 \times 8 \times 10^2 = 13600 \frac{kg}{m^3}$$

۱۷۵. ۱ ۲ ۳ ۱

دو نقطهٔ M و N در مایع ρ_2 قرار دارند و هم‌تراز هستند. پس فشار این دو نقطه یکسان است. برای هر یک می‌توان نوشت:

$$P_M = \rho_1 g h_1 + P_0 \ , \ P_N = \rho_2 g h_2 + \frac{m'g}{A'} + P_0$$



حتماً متوجه شدید که $\frac{m'g}{A'}$ فشاری است که وزنهٔ m و پیستون بر مایع ρ_2 وارد می‌کنند. یعنی m' را مجموع جرم وزنهٔ m و جرم پیستون در نظر گرفته‌ایم. A' مساحت پیستون است نه مساحت تکیه‌گاه وزنه. چون فشار از طریق پیستون به مایع ρ_2 منتقل می‌شود، A' مساحت پیستون باید باشد. چون $P_M = P_N$ است، داریم:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_0 = \rho_2 g h_2 + \frac{m'g}{A'} + P_0$$

یکای کمیت‌ها را باید در SI در نظر بگیریم. یادتان هست که؟!

$$0/8 \times 1000 (\frac{kg}{m^3}) \times 10 (\frac{m}{s^2}) \times 40 \times 10^{-2} (m)$$

$$= 1 \times 1000 (\frac{kg}{m^3}) \times 10 (\frac{m}{s^2}) \times 10 \times 10^{-2} (m) + \frac{m'(kg) \times 10 (\frac{m}{s^2})}{10 \times 10^{-4} (m^2)}$$

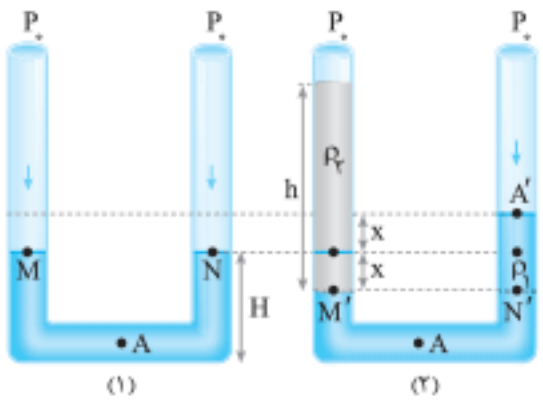
$$m' = 0/22 kg$$

۱۷۶. ۱ ۲ ۳ ۴

یک تست نسبتاً دشوار اما جذاب، از یک روش مفهومی (روش رتبه‌های زیر ۵۰۰) حل می‌کنیم. اگر به شاخهٔ سمت راست در هر ۲ شکل دقت کنیم می‌بینیم که روی شاخهٔ سمت راست فقط به اندازهٔ x، مایع بالاتر رفته در حالی‌که اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه جمعاً $2x$ است و این نشان می‌دهد که فقط نیمی از $68g$ (یعنی $34g$) تأثیرگذار بوده است.

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{A} = \frac{\Delta mg}{A} = \frac{34 \times 10^{-3} \times 10}{2 \times 10^{-4}}$$

$$= 1700 Pa \div 1360 = 1/25 cmHg$$

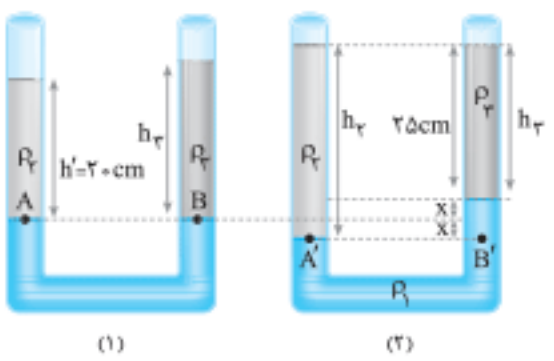


۱۷۷. ۱ ۲ ۴

متوجه هستیم که با اضافه شدن آب در شاخهٔ سمت چپ، سطح جیوه به اندازهٔ x پایین می‌رود و در شاخهٔ سمت راست نیز سطح جیوه به همان اندازهٔ x بالا می‌رود. یعنی مطابق شکل (۲) اختلاف سطح جیوه در دو شاخه برابر $2x$، می‌شود. اما نخست با استفاده از شکل (۱) و این‌که فشار دو نقطهٔ A و B برابر است، می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 g h'_2 + P_0 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$\Rightarrow 1 \frac{g}{cm^3} \times 20 = \rho_2 \times 25 \Rightarrow \rho_2 = 0/8 \frac{g}{cm^3}$$



اکنون با استفاده از شکل (۲) برای دو نقطهٔ A' و B' که در یک مایع (جیوه) قرار دارند و هم‌تراز هستند، داریم:

$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow \rho_2 g h_2 = \rho_1 g (2x) + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = 27/2x + 20 \quad (1)$$

از طرف دیگر از شکل (۲) پیداست که: $h_2 = 2x + 25$ (2)

و بالاخره از دو رابطهٔ (1) و (2) می‌توان نتیجهٔ نهایی را به‌دست آورد:

$$\begin{cases} h_2 = 27/2x + 20 \\ h_2 = 2x + 25 \end{cases} \Rightarrow h_2 \simeq 25/4 cm$$

$$\Rightarrow \Delta h_2 = 25/4 - 20 = 5/4 cm$$

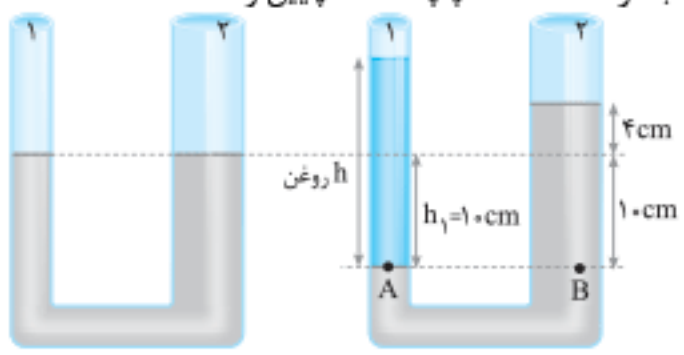
۱۷۸. ۴ ۳ ۲ ۱

حجم مایع جابه‌جا شده (آب) در هر دو شاخه برابر است $(V_1 = V_2)$ اگر A_1 و A_2 به‌ترتیب مساحت قاعدهٔ شاخهٔ سمت چپ و شاخهٔ سمت راست باشد، می‌توان نوشت:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \underbrace{A_1 h_1}_{\text{شاخهٔ سمت چپ}} = \underbrace{A_2 h_2}_{\text{شاخهٔ سمت راست}} \Rightarrow 2h_1 = 5(4)$$

$$\Rightarrow h_1 = 10\,cm$$

یعنی آب در شاخهٔ سمت چپ $10\,cm$ پایین رفته است.



پس اختلاف آب در دو شاخه برابر $P_A = P_B$ است و چون $10+4=14\,cm$ است، داریم:

$$\rho_{روغن} h_{روغن} = \rho_{آب} h_{آب} \Rightarrow 0/8 \times h_{روغن} = 1 \times 14 \Rightarrow h_{روغن} = 17/5\,cm$$

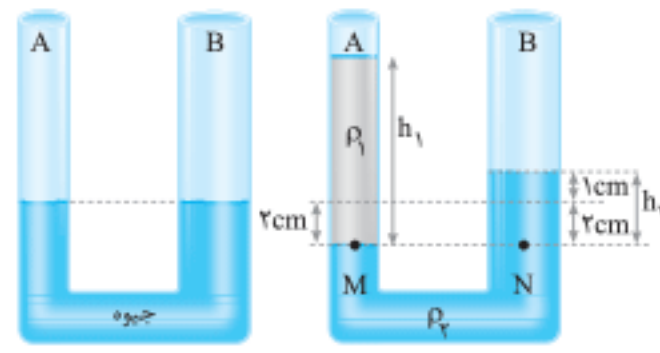
و جرم این مقدار روغن برابر است با: $m = \rho V = 0/8 \times 17/5 \times 2 = 28\,g$

۱۷۹. ۴ ۳ ۲ ۱

تذکر: اگر جیوه در شاخهٔ A به اندازهٔ x پایین بیاید، همین حجم جیوه در شاخهٔ B نیز بالا می‌رود و چون سطح مقطع شاخهٔ B دو برابر سطح مقطع شاخهٔ A است، سطح جیوه در شاخهٔ B به اندازهٔ $\frac{x}{2}$ بالا می‌رود.

$$\Delta V_A = \Delta V_B \Rightarrow \Delta h_A \times A_A = \Delta h_B \times A_B$$

$$\xrightarrow{A_B = 2A_A} \Delta h_A = 2\Delta h_B \xrightarrow{\Delta h_A = x} \Delta h_B = \frac{x}{2}$$



پس در این سؤال مطابق شکل چون $x = 2\,cm$ است، جیوه به اندازهٔ $\frac{x}{2} = 1\,cm$ در شاخهٔ B بالا می‌رود و اختلاف سطح جیوه در دو شاخه برابر، $1+2=3\,cm$ می‌شود و با در نظر گرفتن $P_M = P_N$ می‌توان نوشت:

$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$\Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \xrightarrow{h_2 = 3\,cm}$$

$$\Rightarrow 1\frac{g}{cm^3} \times h_1 = 13/6\frac{g}{cm^3} \times 3\,cm \Rightarrow h_1 = 40/8\,cm$$

۱۸۰. ۴ ۳ ۲ ۱

حجم آب جابه‌جا شده در دو طرف یکسان است. اگر A_1 و A_2 به‌ترتیب مساحت قاعدهٔ شاخه سمت چپ و شاخهٔ سمت راست باشد، می‌نویسیم:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 x_1 = A_2 x_2 \Rightarrow \frac{\pi d_1^2}{4} x_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} x_2$$

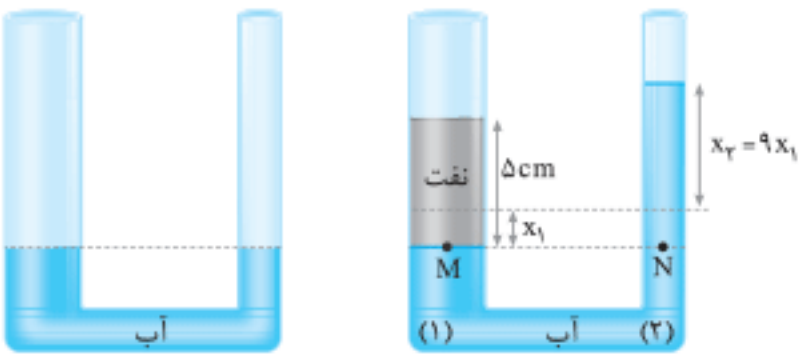
$$\xrightarrow{d_1 = 3d_2} (3d_2)^2 x_1 = d_2^2 (x_2) \Rightarrow x_2 = 9x_1$$

پس از نقطه N تا سطح مایع یعنی ارتفاع ستون آب در شاخه سمت راست $10x_1$ است (مطابق شکل)

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{نفت} h_{نفت} = \rho_{آب} h_{آب} \Rightarrow 0/8 \times (5) = 1 \times (10x_1)$$

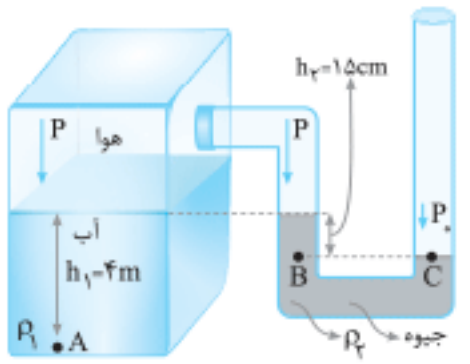
$$\Rightarrow x_1 = 0/4\,cm$$

اما دقت کنید که طراح تست، بالا رفتن آب نسبت به حالت اول را می‌خواهد. بنابراین $9x = 9(0/4) = 3/6\,cm$



۱۸۱. ۴ ۳ ۲ ۱

تذکر: فشار گاز یا هوای محصور درون یک ظرف، در همهٔ نقاط آن یکسان است. مطابق شکل این فشار را با P نشان می‌دهیم. در این‌گونه مسائل که دو مایع جدا در ظرف‌ها وجود دارد، فشار گاز یا هوایی که با مایعات در تماس هستند را یکسان در نظر می‌گیریم.



برای ظرف U شکل محتوی جیوه هم که می‌دانیم فشار دو نقطهٔ C و B برابر است و داریم:

هوایی که بین مخزن آب و جیوه محصور شده، تحت فشار بوده و فشار (P) را به همهٔ نقاطی که هوا در آن‌جا حضور دارد، منتقل می‌کند. پس ابتدا این فشار را به‌دست می‌آوریم.

$$P_B = P_C \Rightarrow P + \rho g h_2 = P_0$$

$$\Rightarrow P + 13600 \times 10 \times (0/15) = 10^5 \Rightarrow P = 79600\,Pa$$

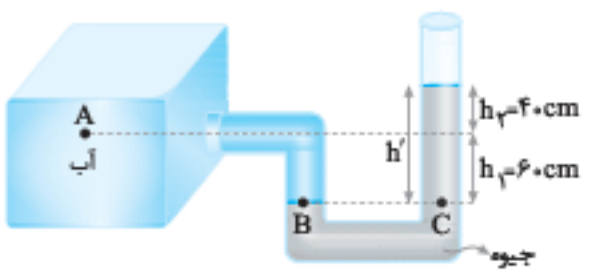
$$P_A = P + \rho' g h_1 = 79600 + 10000(4) = 119600\,Pa$$

$$\Rightarrow P_A = 119/6\,k\,Pa$$

۱۸۲. ۴ ۳ ۲ ۱

مطابق شکل می‌توان ابتدا فشار B و C را برابر در نظر گرفت و نوشت:

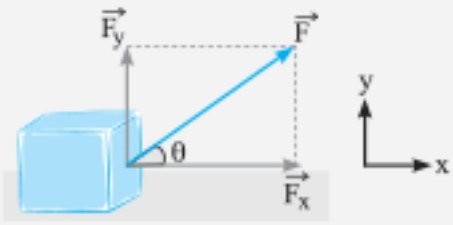
$$P_B = P_C \xrightarrow[P_C = \rho' g h' + P_0]{P_B = P_A + \rho g h_1} P_A + \rho g h_1 = \rho' g h' + P_0$$



یادآوری ریاضی و فیزیک

در این فصل خواهیم دید که نیروهای وارد بر یک جسم می‌توانند بر روی آن کار انجام دهند و بعد از آشنایی با شکل‌های مختلف انرژی، بررسی می‌کنیم که کار هر نیرو کدام‌یک از انرژی‌ها را تغییر می‌دهد. این موضوعات را با استفاده از قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی و قانون پایستگی انرژی بررسی می‌کنیم. در انتهای فصل هم با مفهوم توان و بازده آشنا خواهیم شد. اما قبل از شروعِ رسمی این فصل لازم است موضوعاتی را از ریاضی و علوم متوسطهٔ اول با هم مرور کنیم.

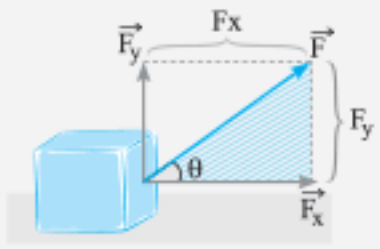
تجزیهٔ بردارها



برداری مانند $\vec{F}$ (که در شکل مقابل رسم شده است) را در نظر بگیرید. این بردار را می‌توان برحسب مؤلفه‌هایش به‌صورت زیر نشان داد:

$$\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$$

F_x، اندازهٔ مؤلفهٔ بردار $\vec{F}$ در راستای محور x و F_y، اندازهٔ مؤلفهٔ بردار $\vec{F}$ در راستای محور y است (به‌طور کلی اگر علامت بردار روی نماد یک کمیت قرار نگیرد، منظور اندازهٔ آن بردار است).



برای محاسبهٔ F_x و F_y با توجه به مثلث هاشورخورده در شکل و با استفاده از نسبت‌های مثلثاتی $\sin\theta$ و $\cos\theta$ می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \sin\theta = \dfrac{\text{ضلع مقابل به زاویهٔ }\theta}{\text{وتر}} = \dfrac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F\sin\theta \\ \cos\theta = \dfrac{\text{ضلع مجاور به زاویهٔ }\theta}{\text{وتر}} = \dfrac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F\cos\theta \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j} = (F\cos\theta)\vec{i} + (F\sin\theta)\vec{j}$$

در جدول زیر مقادیر $\sin\theta$ و $\cos\theta$ برای زاویه‌های پُرکاربرد نوشته شده است. (حفظ‌کردن این مقادیر خالی از لطف نیست.)

نسبت‌های مثلثاتی \ θ	۰°	۳۰°	۳۷°	۴۵°	۵۳°	۶۰°	۹۰°	۱۸۰°
$\sin\theta$	۰	$\frac{۱}{۲}$	۰/۶	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	۰/۸	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۱	۰
$\cos\theta$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	۰/۸	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	۰/۶	$\frac{۱}{۲}$	۰	−۱

روابط حرکت‌شناسی

حرکت با تندی ثابت: اگر جسمی با تندی ثابت v در حرکت باشد، مسافتی که جسم در مدت Δt طی می‌کند از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \xrightarrow{\text{طرفین‌وسطین}} d = v\Delta t$$

مثلاً وقتی می‌گوییم جسمی روی خط راست با تندی ثابت $۵\frac{m}{s}$ به مدت $۲s$ حرکت می‌کند، یعنی جسم در این مدت مسافت $۱۰m$ را می‌پیماید:

$$d = v\Delta t = ۵\times۲ = ۱۰m$$

تذکر: اگر حرکت روی خط راست و بدون بازگشت باشد، جابه‌جایی و مسافت طی‌شده با هم برابرند و در روابط بالا، d را می‌توان جابه‌جایی متحرک در نظر گرفت.

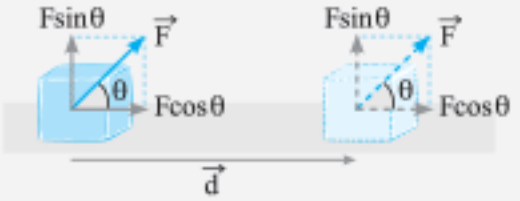
قانون‌های نیوتون

۱ **قانون اول نیوتون:** اگر نیروی خالصی به یک جسم وارد نشود، جسم ساکن، ساکن می‌ماند و جسم در حال حرکت، با تندی ثابت و روی خط راست به حرکت خود ادامه خواهد داد.

۲ **قانون دوم نیوتون:** اگر به جسمی به جرم m نیروی خالصِ $\vec{F}$ وارد شود، جسم شتاب $\vec{a}$ می‌گیرد و رابطهٔ کمیت‌های گفته شده به‌صورت روبه‌رو است:

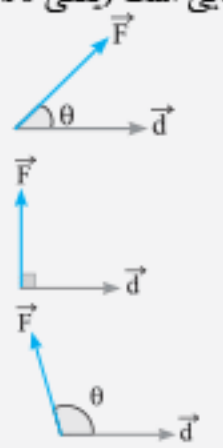
$$\vec{F}_{\text{خالص}} = m\vec{a}$$

نتیجه: اگر نیرو و جابه‌جایی بر هم عمود باشند، کار آن نیرو صفر خواهد بود و هنگامی‌که نیروی $\vec{F}$ با جابه‌جایی، زاویهٔ θ می‌سازد (مانند شکل) مؤلفه‌ای از نیرو که عمود بر جابه‌جایی است (یعنی $F\sin\theta$)، کارش صفر خواهد بود و فقط مؤلفه‌ای از نیرو که هم‌راستا با جابه‌جایی است (یعنی $F\cos\theta$) روی جسم می‌تواند کار انجام دهد.



علامت کار:

$$W=(F\cos\theta)d \begin{cases} \xrightarrow[\theta \text{ حاده‌است.}]{0\le\theta<90^\circ} W=(\overbrace{F\cos\theta}^{\text{مثبت}})d>0 \Rightarrow W_F>0 \\ \xrightarrow[\text{نیرو عمود بر جابه‌جایی است.}]{\theta=90^\circ} W=F\times 0\times d=0 \Rightarrow W_F=0 \\ \xrightarrow[\theta \text{ منفرجه‌است.}]{90^\circ<\theta\le180^\circ} W=(\overbrace{F\cos\theta}^{\text{منفی}})d<0 \Rightarrow W_F<0 \end{cases}$$



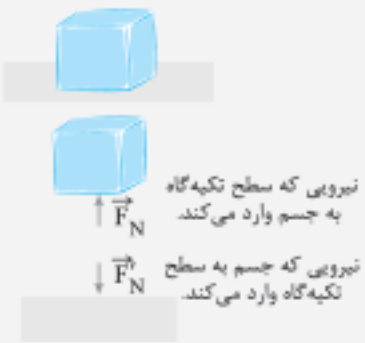
در ادامه به بررسی کار نیروهای عمودی سطح $(\vec{F}_N)$، اصطکاک جنبشی $(\vec{f}_k)$، مقاومت هوا $(\vec{f}_D)$ و نیروی وزن $(m\vec{g})$ می‌پردازیم.

نکته

کار نیروی عمودی سطح (W_{F_N}):

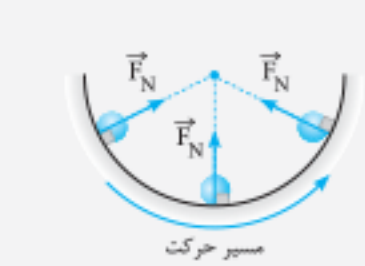
هر گاه دو جسم با هم در تماس باشند، سطح هر یک بر سطح دیگری نیرویی وارد می‌کند. این نیرو همیشه بر سطح تماس دو جسم عمود است و به همین دلیل به آن نیروی عمودی سطح می‌گویند.

در شکل روبه‌رو جسم روی سطح افقی، ساکن است. جهت نیروی عمودی سطحی که جسم و تکیه‌گاه برهم وارد می‌کنند به این صورت است:

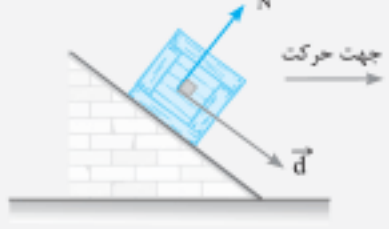


کار نیروی عمودی سطح می‌تواند صفر، مثبت یا منفی باشد.

در شکل‌های زیر، نیروی عمودی سطح بر جابه‌جایی عمود است $(\theta=90^\circ)$ و کار آن صفر است.



$W_{F_N}=(F_N\cos90^\circ)d=0$

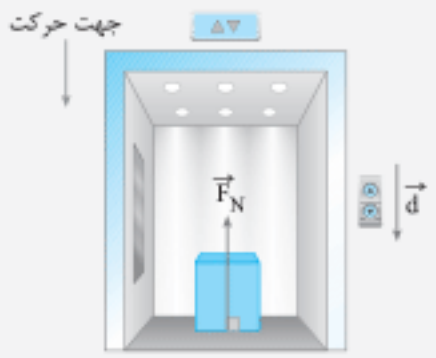


$W_{F_N}=(F_N\cos90^\circ)d=0$

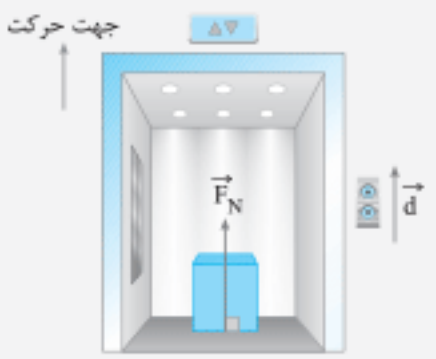
$W_{F_N}=(F_N\cos90^\circ)d=0$

در شکل‌های زیر جسم بر کف آسانسور قرار دارد:

وقتی که ما با دست خود جسمی را جابه‌جا می‌کنیم، نیرویی که از طرف دست ما بر جسم وارد می‌شود همان $\vec{F}_N$ است.



$W_{F_N}=(F_N\cos180^\circ)d \Rightarrow W_{F_N}<0$



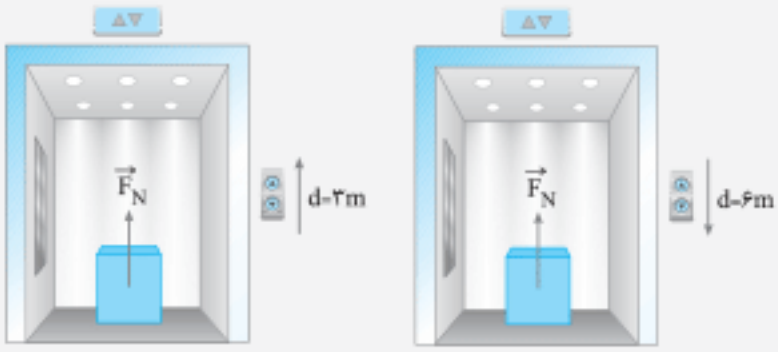
$W_{F_N}=(F_N\cos0^\circ)d \Rightarrow W_{F_N}>0$

مثال: **جسمی به جرم ۱۰ kg روی سطح شیبداری به طول ۵ متر که با افق زاویهٔ ۶۰ درجه می‌سازد، رو به پایین می‌لغزد. کار نیروی عمودی سطح وارد بر جسم در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$**

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) صفر ۴) ۱۸

● **پاسخ:** گزینهٔ «۳» اعداد و ارقام این تست برای فریب شما طراحی شده‌اند. جسم بر روی سطح شیبدار قرار دارد و بر روی سطح شیبدار نیز جابه‌جا شده است، دیدید که در این حالت $W_{F_N}=0$ خواهد شد.

مثال: **جعبه‌ای درون آسانسوری قرار دارد و آسانسور از طبقهٔ دوم به سوم رفته، سپس تا طبقهٔ اول پایین می‌آید. اگر نیروی عمودی سطح هنگام بالارفتن و پایین آمدن به‌ترتیب ۱۶N و ۲۰N باشد، کار آن را هنگام بالارفتن و پایین آمدن جداگانه به‌دست آورید. (ارتفاع هر طبقه ۳m است.)**



■ **پاسخ:** هنگامی که آسانسور از طبقهٔ دوم به سوم می‌رود، جعبه ۳m رو به بالا جابه‌جا شده است.

$$W_{F_N} = (F\cos 0^\circ)d = ۱۶\times ۱\times ۳ = ۴۸J$$

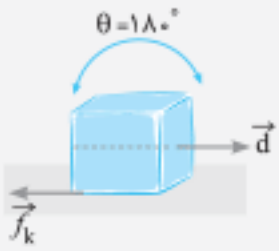
هنگامی که آسانسور از طبقهٔ سوم به اول می‌رود، ۶m پایین رفته است.

$$W_{F_N} = (F\cos ۱۸۰^\circ)d = ۲۰(-۱)(۶) = -۱۲۰J$$

نکته

کار نیروی اصطکاک جنبشی (W_{f_k}) و کار نیروی مقاومت هوا (W_{f_D}):

در سوالاتی که در این کتاب آمده است، نیروی اصطکاک جنبشی ($\vec{f}_k$) همواره در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شود (مانند شکل).



پس همواره زاویهٔ این نیرو و جابه‌جایی برابر 180° است، (در رابطه با نیروی مقاومت هوا نیز به همین صورت است.) که این یعنی کار نیروی اصطکاک جنبشی همواره منفی است. (این رابطه را به یاد داشته باشید)

$$W = (F\cos\theta)d \Rightarrow W_{f_k} = (f_k\cos ۱۸۰^\circ)d \Rightarrow W_{f_k} = -f_k d$$

مثال: در شکل روبه‌رو جسم تحت تأثیر نیروی $\vec{F}$ با تندی ثابت به اندازهٔ ۲ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی اصطکاک در این حرکت چند ژول است؟

۱) ۲۰ ۲) −۲۰ ۳) ۴۰ ۴) −۴۰

■ **پاسخ:** **گزینهٔ «۴»** در این تست چون f_k در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شود (مانند شکل) و تندی جسم ثابت است، می‌توان گفت:

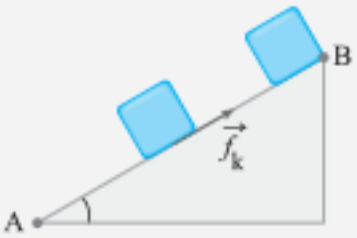
$$f_k = F = ۲۰N$$

پس:

$$W_{f_k} = -f_k d = -۲۰\times ۲ = -۴۰J$$

نتیجه: وقتی جسمی روی یک سطح مسیری را پیش می‌رود و روی همان مسیر برمی‌گردد، جهت نیروی اصطکاک جنبشی و همچنین مقاومت هوا هم در نقطهٔ تغییر جهت حرکت، تغییر می‌کند. مثلاً در شکل روبه‌رو، جعبه‌ای را روی سطحی شیبدار روبه‌بالا پرتاب می‌کنیم. جعبه از نقطهٔ A تا B بالا رفته و دوباره به نقطهٔ B برمی‌گردد.

هنگام بالارفتن، نیروی $\vec{f}_k$ رو به پایین سطح است.

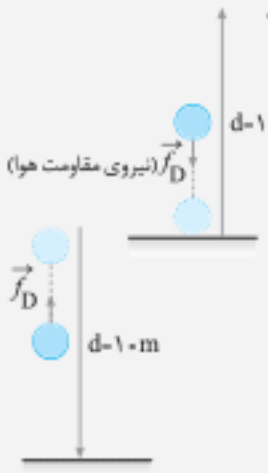


هنگام پایین آمدن، نیروی $\vec{f}_k$ رو به بالای سطح است.

در اینجا اگر بخواهیم کار نیروی اصطکاک جنبشی را در کل مسیر رفت‌و برگشت به‌دست آوریم، نمی‌توانیم بگوییم که چون جعبه به نقطهٔ اول مسیر برگشته و جابه‌جایی آن صفر است، کار نیروی $\vec{f}_k$ صفر است. بلکه باید کار نیروی $\vec{f}_k$ را در بالا رفتن و پایین آمدن جداگانه حساب کنیم و با هم جمع کنیم.

مثال: گلوله‌ای را از سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. اگر مقدار نیروی مقاومت هوا ثابت و برابر با ۰/۲N باشد و گلوله نهایتاً تا ارتفاع ۱۰ متری نقطهٔ پرتاب بالا برود، کار نیروی مقاومت هوا در کل مسیر چند ژول است؟

■ **پاسخ:** هنگام بالارفتن نیروی مقاومت هوا رو به پایین است.



$$W_{f_D} = (f_D\cos ۱۸۰^\circ)d = ۰/۲(-۱)(۱۰) = -۲J$$

هنگام پایین آمدن نیروی مقاومت هوا رو به بالا است.

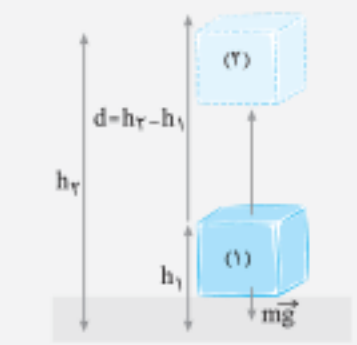
$$W_{\text{برگشت } f_D} = (f_D\cos ۱۸۰^\circ)d = ۰/۲(-۱)(۱۰) = -۲J$$

$$W_{\text{کل مسیر } f_D} = W_{\text{رفت } f_D} + W_{\text{برگشت } f_D} = -۲۰ + (-۲۰) = -۴۰J$$

نکته

کار نیروی وزن ($W_{\text{وزن}}$): می‌خواهیم رابطه‌ای ساده برای محاسبهٔ کار نیروی وزن به شما معرفی کنیم.

در شکل مقابل، جسمی به جرم m، از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) برده شده است.



اگر به شکل دقت کنید، متوجه می‌شوید که اندازهٔ جابه‌جایی جسم ($d = h_۲ - h_۱$) است. از طرفی چون نیروی وزن و جابه‌جایی در خلاف جهت یکدیگرند ($\theta = ۱۸۰^\circ$) می‌توان نوشت:

$$W = (F\cos\theta)d \Rightarrow W_{\text{وزن}} = (mg)\overbrace{\cos ۱۸۰^\circ}^{-۱}(h_۲ - h_۱) \xrightarrow{h_۲ - h_۱ = \Delta h} W_{\text{وزن}} = -mg\Delta h$$

تندی اولیه را با نماد (v_i) و تندی نهایی برای هر جسم را با نماد (v_f) نشان می‌دهیم. (دقت شود، $m_1 = m$ و $m_2 = 2m$ و $v_{i_1} = v_{i_2} = 0$ است.)

$$W_{t_1} = W_{t_2} \Rightarrow \frac{1}{2}m(v^2_{f_1} - 0) = \frac{1}{2}(2m)(v^2_{f_2} - 0)$$

$$\Rightarrow v^2_{f_1} = 2v^2_{f_2} \xrightarrow[\text{جذر می‌گیریم}]{\text{از طرفین}} v_{f_1} = \sqrt{2} \times v_{f_2}$$

$$\xrightarrow{\sqrt{2}=1/4} v_{f_1} > v_{f_2} \Rightarrow v_1 > v_2$$

۶۵. ۴ ۳ ۲ ۱

گام اول: طبق قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی می‌دانیم که کار کل از رابطهٔ $W_t = \Delta K$ به‌دست می‌آید؛ در نتیجه برای این دو حالت می‌توان نوشت:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \begin{cases} W_1 = \frac{1}{2}m(v^2 - 0) = \frac{1}{2}mv^2 \\ W_2 = \frac{1}{2}m((3v)^2 - v^2) = 4mv^2 \end{cases}$$

گام دوم: حالا نسبت $\frac{W_2}{W_1}$ را محاسبه می‌کنیم: $\frac{W_2}{W_1} = \frac{4mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = 8$

نکته: شناخت نیروهای وارد بر جسم:

در تست‌هایی که بعد از این حل خواهیم کرد، نیاز است که شما عزیزان نیروهای وارد بر جسم را به خوبی بشناسید، برای همین جدولی آماده کرده‌ایم که در آن نیروهای وارد بر اجسام در حالت‌های مختلف و پرتکرار رسم شده است.

اما قبل از پرداختن به جدول، ابتدا یک بار دیگر نحوهٔ رسم نیروهای مختلف را یادآوری می‌کنیم:

الف: نیروی وزن $(\vec{mg})$: در راستای قائم و رو به پایین رسم می‌شود.

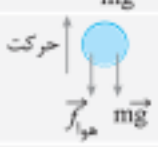
ب: نیروی عمودی سطح $(\vec{F}_N)$: در راستای عمود بر سطح و در جهت خارج‌شدن از جسم رسم می‌شود.

پ: اصطکاک یا مقاومت هوا $(\vec{f}_{هوا})$: در خلاف جهت حرکت رسم می‌شود.

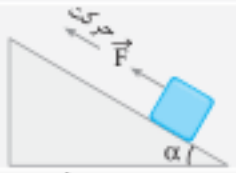
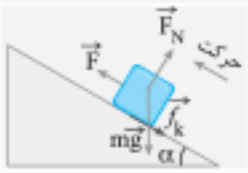
ت: نیروی کشش نخ $(\vec{T})$: همواره در راستای نخ و در جهت خارج‌شدن از جسم رسم می‌شود.

حالا می‌توانیم به جدول زیر بپردازیم:

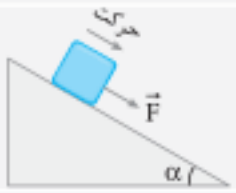
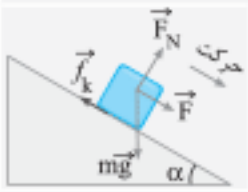
نوع حرکت	شکل موجود در صورت سؤال	مشخص کردن همهٔ نیروها
۱ کشیدن جسم روی سطح افقی		
۲ بردن جسم رو به بالا در راستای قائم		

۳ سقوط جسم در راستای قائم و رو به پایین		
۴ پرتاب جسم در راستای قائم و رو به بالا		

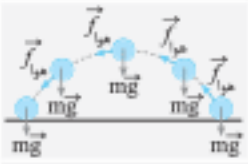
توضیحات: پس از پرتاب نیروی محرک وجود ندارد.

۵ جسم در حال کشیده‌شدن رو به بالا		

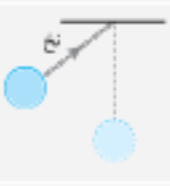
توضیحات: اگر جسم رو به بالا پرتاب شود، نیروی $\vec{F}$ در این شکل‌ها حذف خواهد شد.

۶ جسم در حال کشیده‌شدن رو به پایین		

توضیحات: در این‌جا اگر جسم پرتاب یا رها شود نیروی F حذف خواهد شد.

۷ پرتاب جسم در راستای غیرقائم (حرکت پرتابی)		

توضیحات: ۱- نیروی اصطکاک هوا در هر لحظه در خلاف جهت حرکت (مماس بر مسیر) رسم می‌شود. ۲- اگر مقاومت هوا نباشد، $\vec{f}_{هوا}$ از شکل حذف می‌شود و جسم فقط تحت تأثیر نیروی وزن خواهد بود.

۸ آونگ		

توضیحات: در لحظات مختلف، مقاومت هوا خلاف جهت حرکت و نیروی کشش نخ عمود بر مسیر حرکت است.

۹ حرکت بر مسیر منحنی یکنواخت		

توضیحات: در مسیر خمیده نیز نیروی عمودی سطح وارد بر جسم، بر مسیر حرکت عمود است.

۱۰ حرکت بر مسیر منحنی غیریکنواخت		

موارد زیر را حتماً به خاطر بسپارید:

الف: در حالت‌های (۱)، (۵)، (۶)، (۹) و (۱۰) چون نیروی عمودی سطح $\vec{F}_N$ بر راستای حرکت عمود است، کار این نیرو صفر است.

ب: در حالت (۸) (یعنی آونگ‌ها) نیروی کشش نخ $(\vec{T})$ بر مسیر حرکت عمود بوده و کار آن صفر است.

پ: در حالت‌های(۱)، (۵) و (۶)، اگر جسم را به جای نیروی $\vec{F}$، توسط نخ بکشیم، آن‌گاه به جای $\vec{F}$، $\vec{T}$ را در همان جهت و راستا قرار می‌دهیم.

۶۶. ۴ ۳ ۲

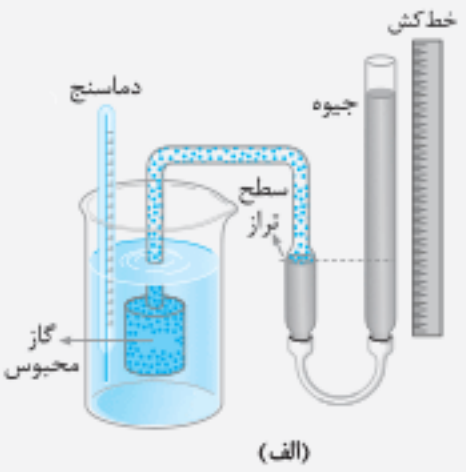
هنگام سقوط گلوله، چون در سؤال گفته شده شرایط خلأ است، نیروی مقاومت هوا وجود نداشته و تنها نیرویی که روی جسم کار انجام می‌دهد، همان نیروی وزن $(\vec{mg})$ است؛ پس کار آن با کار کل برابر بوده و می‌توان نوشت:

● **پاسخ: گزینهٔ «۲»** فشار گاز ثابت است، بنابراین می‌توانیم از رابطهٔ زیر استفاده کنیم:

$$\left.\begin{matrix}\frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T}{T_1}\\ \Delta T=\Delta\theta=20\end{matrix}\right\}\Rightarrow\frac{1/6}{32}=\frac{20}{T_1}\Rightarrow T_1=400K\Rightarrow T_1=273+\theta_1\Rightarrow\theta_1=400-273=127^\circ C$$

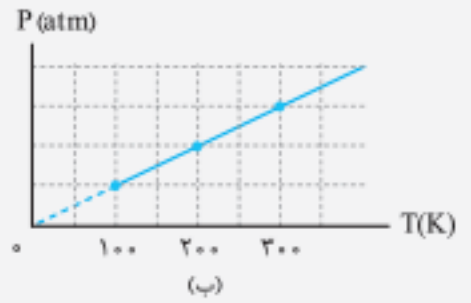
بررسی گاز در حجم ثابت

شیمیدان فرانسوی ژوزف لوئیس گی‌لوساک به طور تجربی دریافت که اگر حجم مقدار معینی از یک گاز ثابت باشد، فشار آن متناسب با دمای مطلق آن دما (برحسب کلوین) است.



(الف)

آزمایشی ساده برای اندازه‌گیری فشار گاز در دماهای مختلف (در حجم ثابت)



(ب)

نمودار فشار برحسب دمای مطلق یک گاز، در حجم ثابت

بنابراین اگر جرم و حجم گاز ثابت باشد، رابطهٔ بین فشار و دمای کلوین آن به صورت مقابل است: $\frac{P}{T}=\text{مقدار ثابت}\Rightarrow\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$

P_1 و T_1 فشار و دمای مطلق اولیه و P_2 و T_2 فشار و دمای مطلق نهایی گاز است.

T دمای گاز برحسب کلوین و P فشار مطلق گاز است که یکای آن در دو طرف رابطه باید یکسان باشد ولی نیاز نیست که یکای خاصی باشد.

مثال: راننده‌ای فشار لاستیک اتومبیل خود را قبل از حرکت با فشارسنج اندازه می‌گیرد که مقدار $200kPa$ است. در این زمان دما $27^\circ C$ است. پس از مدتی رانندگی دوباره فشار لاستیک را اندازه می‌گیرد که مقدار $240kPa$ می‌باشد. اگر از تغییر حجم کم هوای درون لاستیک صرف نظر کنیم، دمای هوای درون لاستیک در این حالت چند درجهٔ سلسیوس است؟ (فشار هوای محیط را $100kPa$ فرض کنید)

● **پاسخ:** دما را باید برحسب کلوین تبدیل کنیم: $T_1=\theta_1+273=27+273=300K$

قشارسنج فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرد ولی باید فشار مطلق را در رابطهٔ گاز قرار دهیم. پس باید فشار هوا را با آن جمع کنیم:

$$P_1=200+100=300kPa\ ,\ P_2=240+100=340kPa$$

چون حجم و جرم هوا ثابت است، داریم:

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}\Rightarrow\frac{300}{300}=\frac{340}{T_2}$$

$$T_2=340K\Rightarrow\theta_2=340-273=67^\circ C$$

مثال: در حجم ثابت، فشار گاز کاملی را $50cmHg$ افزایش می‌دهیم. در نتیجه دمای مطلق گاز ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. فشار اولیهٔ گاز چند سانتی‌متر جیوه بوده است؟

● **پاسخ:** دمای اولیهٔ گاز را ۱۰۰ قرض می‌کنیم در نتیجه دمای نهایی گاز ۱۲۵ می‌شود: $T_1=100\Rightarrow T_2=125\ ,\ P_2=P_1+50$

در حجم ثابت، فشار گاز با دمای مطلق آن متناسب است:

$$\frac{P_2}{T_2}=\frac{P_1}{T_1}\Rightarrow\frac{P_1+50}{125}=\frac{P_1}{100}\Rightarrow5P_1=4P_1+200\Rightarrow P_1=200cmHg$$

نکته

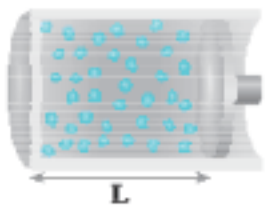
در مواردی که تغییرات فشار یا تغییرات دما موردنظر باشد، می‌توانیم رابطهٔ گازها در حجم ثابت را به صورت زیر تغییر دهیم:

$$\frac{P_2}{T_2}=\frac{P_1}{T_1}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{T_2}{T_1}\Rightarrow\frac{P_2-P_1}{P_1}=\frac{T_2-T_1}{T_1}\Rightarrow\frac{\Delta P}{P_1}=\frac{\Delta T}{T_1}$$

مثال: هرگاه به دمای گاز کاملی $546^\circ C$ بیفزاییم، در حجم ثابت فشارش ۳ برابر می‌شود. دمای اولیهٔ گاز برحسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟

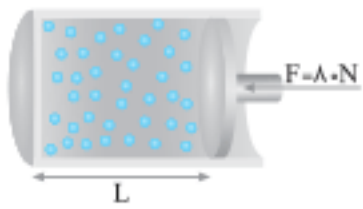
(کنکور زیرخاکی)

۳۱۶. مطابق شکل مقدار ۰/۱ مول گاز کامل به وسیلهٔ پیستون بدون اصطکاک درون استوانه‌ای محبوس است و پیستون ساکن است. سطح مقطع پیستون $۱۶۰\,cm^۲$ و دمای گاز $۳۰۰\,K$ است. L چند سانتی‌متر است؟ ($P_۰ = ۱۰^۵\,Pa$ و $R = ۸\,\frac{J}{mol.K}$)



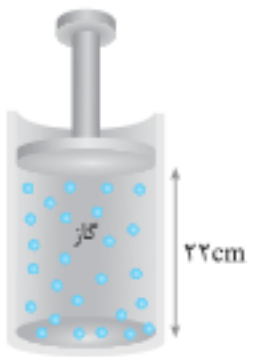
۱) ۰/۱۵ ۲) ۱۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۳۰

۳۱۷. مطابق شکل، به وسیلهٔ نیروی $F = ۸۰\,N$ وارد بر پیستون بدون اصطکاک، مقدار ۰/۲ مول گاز کامل را درون استوانه‌ای محبوس کرده‌ایم. اگر $L = ۶۰\,cm$ و سطح مقطع پیستون $۸\,cm^۲$ و پیستون ساکن باشد، دمای گاز چند کلوین است؟ ($R = ۸\,\frac{J}{mol.K}$ و فشار هوا $= ۱۰^۵ Pa$)



۱) ۳۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۵۰۰
۴) ۶۰۰

۳۱۸. مطابق شکل، پیستون بدون اصطکاکی، گاز کاملی با دمای $۵۷^\circ C$ را محبوس کرده است. دمای گاز را به تدریج به $۲۷^\circ C$ می‌رسانیم. در این صورت پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می شود؟ (تجربی ۸۸)



۱) ۰/۵
۲) ۲
۳) ۲/۵
۴) ۵

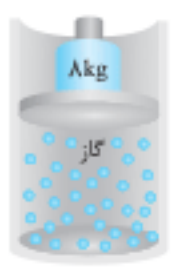
۳۱۹. مطابق شکل مقداری گاز کامل درون استوانه‌ای توسط یک پیستون بدون اصطکاک محبوس شده است و دمای گاز در این حالت $۱۷^\circ C$ است. دمای گاز را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم، تا ارتفاع پیستون از ته استوانه ۲ برابر شود؟ (سطح مقطع پیستون ثابت فرض می‌شود.)

۱) ۱۷
۲) ۲۹۰
۳) ۲۵۶
۴) ۳۰۷

۳۲۰. مطابق شکل درون یک استوانه مقداری گاز کامل توسط یک پیستون با وزن و اصطکاک ناچیز محبوس شده است. سطح مقطع پیستون $۱۰۰\,cm^۲$ است. برای آن‌که ارتفاع پیستون از ته ظرف نصف شود و دمای گاز ثابت باشد، وزنهٔ چند کیلوگرمی باید روی پیستون قرار دهیم؟ (فشار هوای محیط برابر $۱۰^۵ Pa$ و $g = ۱۰\,\frac{N}{kg}$ است.)

۱) ۲۰۰
۲) ۱۰۰
۳) ۱۰
۴) ۲۰

۳۲۱. مطابق شکل مقداری گاز کامل درون استوانه و زیر یک پیستون بدون اصطکاکی با جرم ناچیز قرار دارد. دمای گاز $۲۷^\circ C$ و سطح مقطع پیستون $۴۰\,cm^۲$ است. اگر دمای گاز را به $۱۲۷^\circ C$ برسانیم، چند کیلوگرم وزنه باید روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون حرکت نکند؟ (فشار هوای محیط $۱۰^۵ Pa$ و سطح مقطع پیستون ثابت است و $g = ۱۰\,\frac{N}{kg}$)



۱) ۲۴
۲) ۱۶
۳) ۱۲
۴) ۸

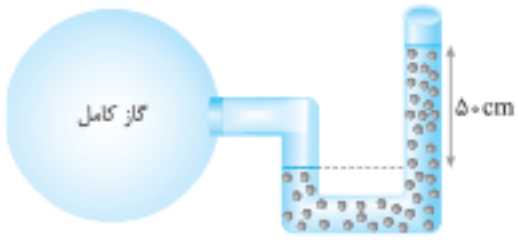
۳۲۲. در شکل روبه‌رو جرم پیستون بدون اصطکاک $۱kg$، جرم وزنهٔ روی آن $۴kg$ و دمای گاز درون ظرف $۲۷^\circ C$ است. اگر دمای گاز را به آرامی به $۸۷^\circ C$ برسانیم، ضمن گرم‌شدن گاز، چند کیلوگرم وزنه به تدریج روی پیستون اضافه کنیم تا پیستون جابه‌جا نشود؟ (سطح قاعدهٔ پیستون $۵cm^۲$، فشار هوا برابر $۱۰^۵ Pa$ و $g = ۱۰\,\frac{m}{s^۲}$ است.) (ریاضی ۹۶)

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۷

۳۲۳. پیستونی بدون اصطکاک به وزن W، گازی به حجم $V_۱$ را در ظرف محبوس کرده است. وزنه‌ای به وزن W را روی پیستون قرار می‌دهیم. پس از تعادل پیستون، حجم گاز $V_۲$ می‌شود. اگر دما ثابت فرض شود، کدام گزینه دربارهٔ $k = \frac{V_۲}{V_۱}$ اظهار نظر دقیق‌تری است؟ (کنکور زیرخاکی)

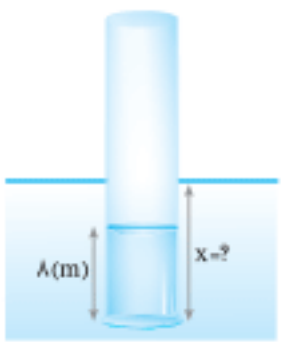
۱) $k = ۰/۵$
۲) $۰ < k < ۱$
۳) $۰/۵ < k < ۱$
۴) بسته به شرایط هر کدام از گزینه‌های دیگر می‌تواند درست باشد.

۳۲۴. در شکل زیر حجم گاز کامل برابر ۴۰ لیتر و دمای آن $27^\circ C$ است. مایع درون لوله، جیوه و فشار هوای محیط $1.^5 Pa$ است. اگر جرم مولی گاز $2\frac{g}{mol}$ باشد، جرم گاز چند گرم است؟ ($R=8\frac{J}{mol.K}$ ، $g=10\frac{N}{kg}$ و $\rho_{جیوه}=13/6\frac{g}{cm^3}$)



۱) ۲/۸
۲) ۵/۶
۳) ۱۱/۲
۴) ۲۲/۴

۳۲۵. لوله‌ای به طول $L=24\,m$ که یک طرف آن بسته است، حاوی هوا در فشار $1.^5 Pa$ می‌باشد. این لوله را به طور قائم در یک دریاچهٔ آب شیرین فرو می‌بریم تا وقتی که آب مانند شکل تا $\frac{1}{3}$ طول لوله بالا بیاید. لوله چند متر در آب فرو رفته است؟ ($g=10\frac{m}{s^2}$ و $\rho_{آب}=1000\frac{kg}{m^3}$ و دما در تمام نقاط برابر و ثابت فرض می‌شود.) (ریاضی ۸۹)

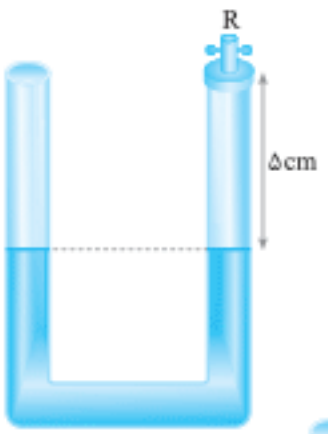


۱) ۸
۲) ۵
۳) ۱۳
۴) ۲۰

۳۲۶. لولهٔ استوانه‌ای به طول ۴۰cm را که هر دو طرف آن باز است، تا ارتفاع ۳۰cm به طور قائم در جیوه فرو می‌بریم و سپس انگشت خود را در بالای لوله قرار داده و لوله را از جیوه بیرون می‌آوریم. اگر فشار هوا در محل ۷۵cmHg باشد و دما ثابت بماند، چند سانتی‌متر از جیوه در لوله باقی می‌ماند؟ (ریاضی ۹۰)

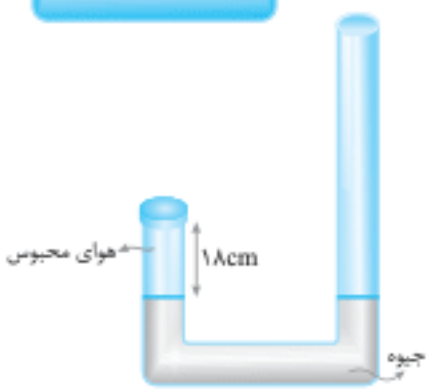
۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۰
۴) ۲۵

۳۲۷. در شکل روبه‌رو شیر R را بسته و دمای هوای محبوس در لوله را، از $39^\circ C$، چند درجه افزایش دهیم تا اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو لوله به ۲cm برسد؟ (فشار هوای محل ۷۸cmHg و قطر دو لوله با یکدیگر مساوی است. از انبساط جیوه و ظرف صرف‌نظر کنید.) (ریاضی ۹۶)



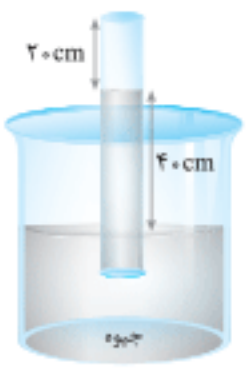
۱) ۷۲
۲) ۱۰۰
۳) ۲۱۱
۴) ۳۸۴

۳۲۸. در شکل مقابل جیوه در دو شاخهٔ لوله در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع لوله $1cm^2$ است. از طرف باز لوله $21cm^3$ جیوه داخل لوله می‌ریزیم و ارتفاع هوا در طرف بستهٔ لوله به ۱۵cm می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟ (دمای هوای محبوس در لوله ثابت است.) (ریاضی ۹۳)



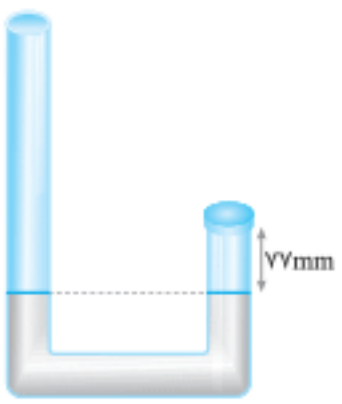
۱) ۷۳
۲) ۷۴
۳) ۷۵
۴) ۷۶

۳۲۹. در ظرفی مطابق شکل مقابل، مقداری هوا بالای ستون جیوه در لوله وجود دارد. لوله را به آرامی چند سانتی‌متر پایین ببریم تا ارتفاع ستون هوا نصف شود؟ (فشار هوای محیط را ۷۶cmHg بگیرید و دما ثابت است.) (تجربی ۹۰)



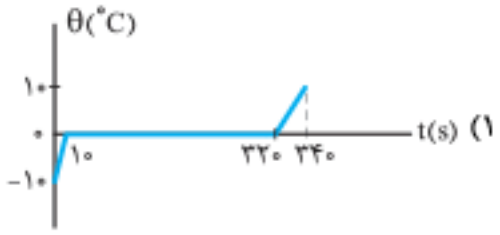
۱) ۱۰
۲) ۳۰
۳) ۳۶
۴) ۴۶

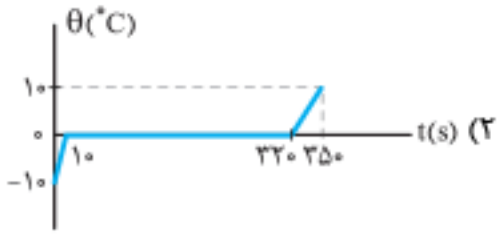
۳۳۰. در شکل مقابل، داخل لولهٔ U شکلی به سطح مقطع $1cm^2$، مقداری جیوه در دو طرف لوله در یک سطح قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در طرف بستهٔ لوله برابر ۷۷mm است. چند سانتی‌متر مکعب جیوه در لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بستهٔ لوله به ۵۰mm برسد؟ ($\rho_{جیوه}=13500\frac{kg}{m^3}$، $g=10\frac{m}{s^2}$، $P_0=1.^5 Pa$ و دمای هوا ثابت است.) (تجربی خارج ۹۵)

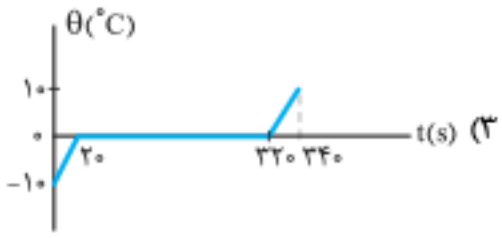


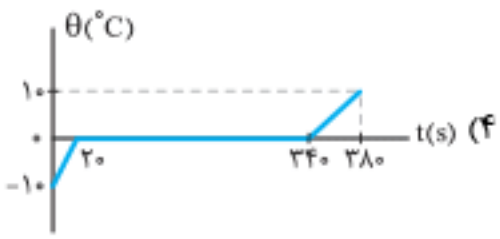
۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۴۲/۷
۴) ۴۵/۴

۳ ۳۴۰. به ۲۰۰ g یخ $-10^\circ C$ با آهنگ ثابت $210\frac{J}{s}$ گرما می‌دهیم تا به آب $10^\circ C$ تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما را بر حسب زمان درست نشان می‌دهد؟ ($L_F = 336000\frac{J}{kg}$ و $c_{آب} = 2c_{یخ} = 4200\frac{J}{kg^\circ C}$) (ریاضی خارج ۹۸)

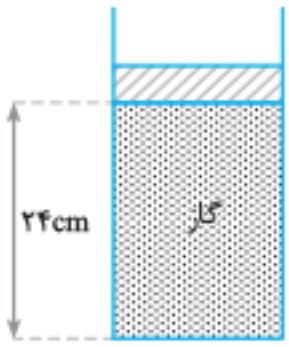
۱)


۲)


۳)


۴)


۴ ۳۴۱. در مکانی که فشار هوا $1.^5 \times 0.84$ Pa است، مطابق شکل مقداری گاز با دمای $7^\circ C$ در استوانه‌ای به سطح قاعدهٔ $10\ cm^2$ زیر پیستونی به جرم ۳/۶ کیلوگرم که می‌تواند آزادانه و بدون اصطکاک حرکت کند، محبوس است. اگر وزنه‌ای به جرم ۲/۴ کیلوگرم روی پیستون اضافه کنیم، برای آن که پیستون جابه‌جا نشود، دمای گاز را چند کلوین باید بالا ببریم؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$) (ریاضی خارج ۹۸)



۱) ۴۸
۲) ۵۶
۳) ۶۵
۴) ۷۰

۵ ۳۴۲. ۸۰۰ گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را با ۸۰۰ گرم آب $20^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. اگر گرما فقط بین آب و یخ مبادله شود، بعد از برقراری تعادل گرمایی چند گرم آب و با چه دمایی بر حسب سلسیوس خواهیم داشت؟ ($L_F = 336\frac{J}{g}$, $c_{آب} = 4/2\frac{J}{g.K}$) (ریاضی ۹۷)

۱) ۱۰۰۰ و صفر
۲) ۱۲۰۰ و صفر
۳) ۱۶۰۰ و ۲
۴) ۱۶۰۰ و ۴

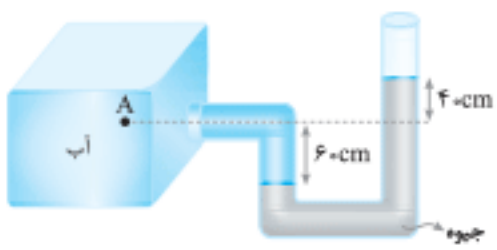
۶ ۳۴۳. تبدیل بخار به مایع، جامد به بخار و مایع به بخار را به‌ترتیب چه می‌نامند؟ (تجربی ۹۷)

۱) تصعید، چگالش و تبخیر
۲) میعان، چگالش و تصعید
۳) تصعید، تبخیر و میعان
۴) میعان، تصعید و تبخیر

۷ ۳۴۴. حجم مقدار معینی گاز کامل در دمای $7^\circ C$ برابر ۲L است. در فشار ثابت دمای گاز را چند کلوین افزایش دهیم تا حجم گاز $400\ cm^3$ افزایش یابد؟ (تجربی ۹۷)

۱) ۴۶
۲) ۵۶
۳) ۳۱۹
۴) ۳۲۹

۸ ۳۴۵. در شکل مقابل، اختلاف فشار نقطهٔ A و فشار هوا چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ ، $\rho_{آب} = 1\frac{g}{cm^3}$ ، $\rho_{جیوه} = 13/6\frac{g}{cm^3}$) (تجربی خارج ۹۷)



۱) ۱۳/۶
۲) ۱۳۶
۳) ۱۳۰
۴) ۶۰

۹ ۳۴۶. مقداری آب را که در فشار یک اتمسفر قرار دارد، به تدریج سرد می‌کنیم و هم‌زمان فشار محیط را افزایش می‌دهیم. در این صورت، آب در دمای ..... درجهٔ سلسیوس منجمد می‌شود. (تجربی خارج ۹۷)

۱) صفر
۲) ۴
۳) پایین‌تر از صفر
۴) بین ۴ درجه و صفر

۱۰ ۳۴۷. قطعه‌ای مس به جرم ۲۸۲ گرم و دمای $\theta^\circ C$ را داخل ۱۰۰ گرم آب $10^\circ C$ می‌اندازیم. اگر ۵ گرم آب بخار شود، θ چند درجهٔ سلسیوس است؟ ($L_V = 2256\frac{kJ}{kg}$ و $c_{مس} = 400\frac{J}{kg^\circ.C}$) (تجربی خارج ۹۷)

۱) ۱۵۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۰۰
۴) ۴۰۰

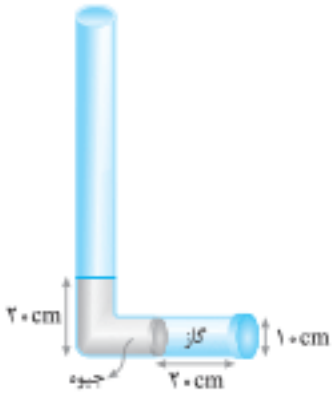
هایپرتست

۳۴۸. هنگامی که دمای جسمی در مقیاس سلسیوس ۳ برابر می‌شود، دمای آن در مقیاس فارنهایت ۷۲ درصد افزایش می‌یابد. دمای این جسم چند کلوین بوده است؟

۱) ۲۸۳
۲) ۳۲۳
۳) ۲۹۳
۴) ۳۰۰

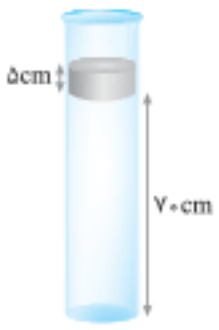
۳۴۹. دمای جسمی $127^\circ C$ است. دمای این جسم را چند درجهٔ فارنهایت افزایش دهیم تا دمای آن برحسب کلوین ۲۵ درصد افزایش یابد؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) ۱۰۰
۲) ۵۴۰
۳) ۲۱۲
۴) ۱۸۰



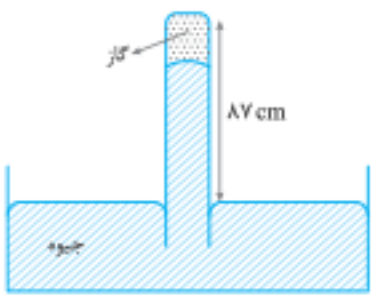
۳۵۹. در شکل مقابل مقداری گاز کامل درون لوله محبوس شده است. سطح مقطع لوله $۷۵\,cm^۲$ در تمام طول آن یکسان و پیستون بدون اصطکاک است. فشار هوای محیط برابر $۷۵\,cmHg$ است. چند سانتی‌متر مکعب جیوه در لوله باید اضافه کنیم تا حجم گاز محبوس ۲۵ درصد کاهش یابد و دمای آن ۲۵ درصد افزایش یابد؟

۱) ۴۵۰۰
۲) ۳۰۰۰
۳) ۶۰۰۰
۴) ۴۸۷۵



۳۶۰. مطابق شکل ستونی از جیوه به طول $۵\,cm$ مقداری هوا را در لوله حبس کرده است. اگر لوله را برگردانیم، ستون جیوه چند سانتی‌متر در لوله جابه‌جا می‌شود؟ (فشار هوای محیط $۷۵\,cmHg$ و دما ثابت است.)

۱) ۸۰
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰



۳۶۱. در شکل مقابل، پیوسته $۸۷cm$ از لوله خارج از جیوه نگه‌داشته شده است. در شرایطی که فشار هوا $۷۵cmHg$ و دمای گاز $۲۷^\circ C$ است، ارتفاع ستون جیوه در لوله $۷۲cm$ است. بر اثر افزایش فشار هوا ستون جیوه بالا می‌رود. دمای گاز را به $۴۷^\circ C$ می‌رسانیم تا دوباره ستون جیوه به همان $۷۲cm$ برسد. فشار هوا چگونه تغییر کرده است؟ (ریاضی ۹۷)

۱) ۲ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.
۲) ۲ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.
۳) ۲/۰ میلی‌متر جیوه کاهش یافته است.
۴) ۲/۰ میلی‌متر جیوه افزایش یافته است.

۳۶۲. مطابق شکل دمای هوای محبوس بالای جیوه $۳۱^\circ C$ است. دمای هوای محبوس را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف دو سطح جیوه $۴\,cm$ شود؟ (فشار هوای خارج لوله $۷۶\,cmHg$ است و قطر لوله‌ها در دو طرف یکسان است.)

۱) ۲
۲) ۹۶
۳) ۱۵۲
۴) ۱۷۶

۳۶۳. در محفظه‌ای به حجم ۲۲/۶ لیتر مخلوطی از دو گاز اکسیژن و هلیم وجود دارد. فشار گاز ۲×۱۰^۵ پاسکال و دمای آن ۷ درجهٔ سلسیوس است. اگر جرم گاز ۵۴ گرم باشد، چند درصد مولکول‌های آن اکسیژن است؟ $(M_{He}=۴\frac{g}{mol}, M_{O_۲}=۳۲\frac{g}{mol}, R=۸\frac{J}{mol.K})$ (ریاضی ۹۷)

۱) ۵۰
۲) ۶۰
۳) ۴۰
۴) ۳۰

آزمون پایانی فصل

مدت زمان پیشنهادی: ۳۰ دقیقه

۱. کدام گزینه دربارهٔ فرایند ذوب نادرست است؟

۱) افزایش فشار وارد بر جسم در بیشتر موارد، سبب پایین رفتن نقطهٔ ذوب می‌شود.
۲) افزایش فشار بر یخ، سبب کاهش اندک نقطهٔ ذوب آن می‌شود.
۳) فرایند ذوب، عملی گرماگیر است.
۴) گرمایی که جسم در نقطهٔ ذوب خود می‌گیرد تا به مایع تبدیل شود، سبب تغییر دمای آن نمی‌شود.

۲. وقتی جسمی گرما می‌گیرد، کدام کمیت در جسم قطعاً تغییر می‌کند؟

۱) دما
۲) ظرفیت گرمایی
۳) انرژی جنبشی مولکول‌ها
۴) انرژی درونی

۳. در یک دماسنگاشت، ناحیه‌های گرم‌تر با رنگ ..... و ناحیه‌های سردتر با رنگ ..... مشخص شده است. (برگرفته از کتاب درسی)

۱) قرمز ـ سیاه
۲) سفید ـ سیاه
۳) آبی ـ قرمز
۴) قرمز ـ آبی

۴. اگر سطح خارجی جسم، صیقلی با رنگ روشن و درخشان باشد، تابش گرمایی آن ..... و اگر سطح خارجی جسم، ناصاف با رنگ تیره و مات باشد، تابش گرمایی آن ..... است. (برگرفته از کتاب درسی)

۱) کمتر ـ کمتر
۲) بیشتر ـ بیشتر
۳) کمتر ـ بیشتر
۴) بیشتر ـ کمتر

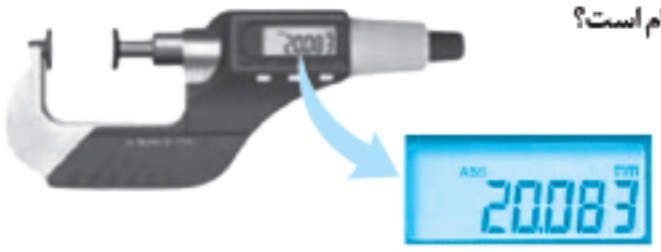
۵. دمای ۱۲۲ درجهٔ فارنهایت معادل با چند درجهٔ سلسیوس و چند کلوین است؟ (ریاضی ۹۸)

۱) ۵۰ و ۳۳۲
۲) ۵۰ و ۳۲۳
۳) ۵۹ و ۳۳۲
۴) ۵۹ و ۳۲۳

سؤالات کنکور ۱۴۰۰

فصل ۱

۱. ابزار روبه‌رو یک وسیلهٔ اندازه‌گیری طول است. این وسیله چه نام دارد و دقت اندازه‌گیری آن کدام است؟



۱) ریزسنج و ۰/۰۰۱mm
۲) کولیس و ۰/۰۰۱mm
۳) ریزسنج و ۰/۰۰۳mm
۴) کولیس و ۰/۰۰۳mm

۲. یکای فرعی فشار کدام است؟

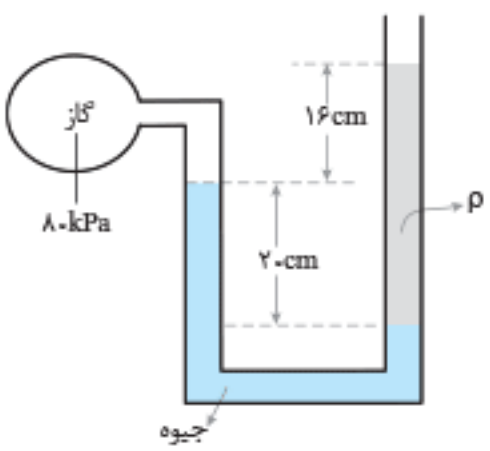
۱) Pa
۲) $\frac{kg}{ms^2}$
۳) $\frac{kg.m}{s^2}$
۴) $\frac{N}{ms}$

فصل ۲

۳. در مکانی که فشـــار هوا $1/026\times10^5 Pa$ است، اگر از عمق ۱۰ سانتی‌متری مایعی، به عمق ۵۳ سانتی‌متری برویم، فشار ۱/۵ برابر می‌شود. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

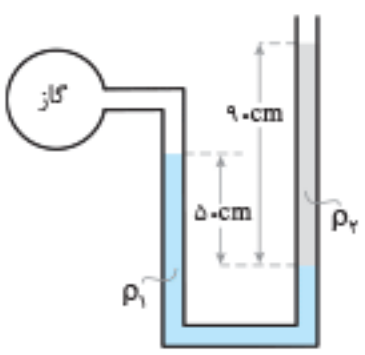
۱) ۲/۵
۲) ۲/۶
۳) ۱۳/۵
۴) ۱۳/۸

۴. درون لولهٔ u شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، جیوه به چگالی $13600\frac{kg}{m^3}$ و مایعی به چگالی ρ وجود دارد. اگر فشار هوای بیرون لوله $10^5 Pa$ باشد، ρ چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



۱) ۱۰۰۰
۲) ۱۵۰۰
۳) ۲۰۰۰
۴) ۲۵۰۰

۵. در شـــکل روبه‌رو، دو مایع به حالت تعادل قرار دارنـــد. اگر چگالی آن ها $\rho_1=1/2\frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2=1\frac{g}{cm^3}$ باشد، فشار پیمانه‌ای گاز چند پاسکال است؟ $(g=10\frac{N}{kg})$



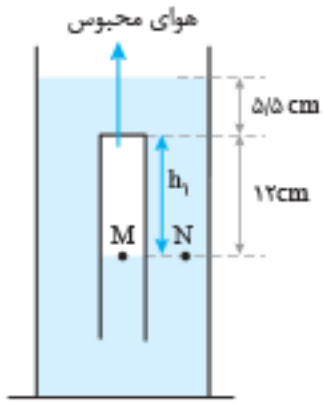
۱) ۳۰۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۵۰۰۰
۴) ۵۸۰۰

۶. اگر در عمق ۵ ســـانتی‌متری مایعی فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال و در عمق ۲۰ ســـانتی‌متری آن فشار ۱۰۶ کیلوپاسکال باشد، فشار هوا در محیط چند کیلوپاسکال است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

۱) ۹۶
۲) ۹۷
۳) ۹۸
۴) ۹۹

۱۰. گزینهٔ ۱

گام اول: ابتـــدا در حالت اول باید فشـــار هوای محبوس را محاسبه کنیم:



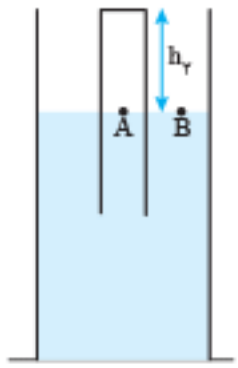
$$h = ۱۲ + ۵/۵ = ۱۷/۵cm$$

$$P_M = P_N$$

$$P_1 = \rho gh + P_0 \text{ هوای محبوس}$$

$$= ۱۷/۵ + ۷۵ = ۹۲/۵cmHg$$

گام دوم: در حالت دوم فشـــار هـــوای محبوس را به‌دست می‌آوریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_2 = P_0 = ۷۵cmHg$$

گام سوم: با توجه به قانون عمومی گازها می‌توانیم مقدار h_2 را به‌دست آوریم:

$$(P_1 = ۹۲/۵cmHg\,,\ V_1 = h_1A = ۱۲A)$$

$$(P_2 = ۷۵cmHg\,,\ V_2 = h_2A)$$

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow ۹۲/۵ \times ۱۲A = ۷۵ \times h_2A$$

$$\Rightarrow h_2 = ۱۴/۸cm$$

فصل ۳

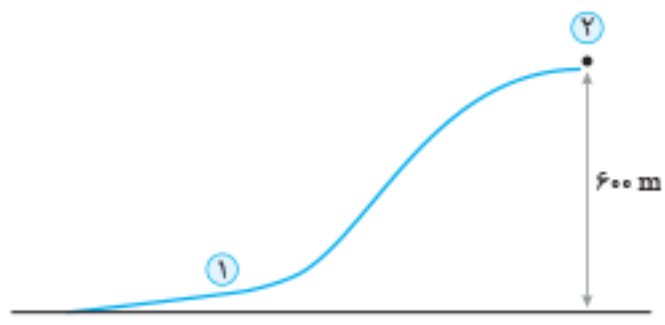
۱۱. گزینهٔ ۴

گام اول: $E_i = ۲۰۰J$ انرژی ورودی

$E_o = K + U^{\circ} = \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۵۰ \times ۸^۲ = ۱۶۰۰J$ انرژی خروجی

گام دوم: $\text{بازده} = \frac{E_o}{E_i} \times ۱۰۰ = \frac{۱۶۰۰}{۲۰۰۰} \times ۱۰۰ = ۸۰٪$

۱۲. گزینهٔ ۴



$$W_{mg} = -mgh = -۶ \times ۱۰^۴ \times ۱۰ \times ۶۰۰ \Rightarrow W_{mg} = -۳/۶ \times ۱۰^۸ J$$

$$E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

$$\Rightarrow \Delta E = (K_2 - K_1) + \Delta U = \frac{۱}{۲}m((۲V)^۲ - V^۲) - W_{mg}$$

$$= \frac{۳}{۲}mV^۲ - W_{mg} = \frac{۳}{۲} \times ۶ \times ۱۰^۴ \times (۸۰)^۲ - (-۳/۶ \times ۱۰^۸)$$

$$= ۵/۷۶ \times ۱۰^۸ + ۳/۶ \times ۱۰^۸ = ۹/۳۶ \times ۱۰^۸ J$$

بنابراین پاسخ درست، **گزینهٔ ۴**، است.

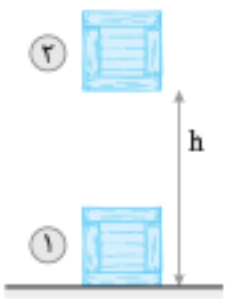
۱۳. گزینهٔ ۱

بررسی همهٔ عبارت‌ها

الف) درست: طبق قضیهٔ کار ـ انرژی‌جنبشی داریم: $W_t = K_2 - K_1$

اگر در یک مسیر تندی ثابت باشد پس $K_2 = K_1$ و در نتیجه $W_t = ۰$

ب) نادرســـت: اگر جســـمی را با تندی ثابت از نقطهٔ ۱ تا ۲ جابه‌جا کنیم انرژی مکانیکی آن ثابت نیست.



$$\begin{cases} E_1 = U_1 + K \\ E_2 = U_2 + K \end{cases} \xrightarrow{U_2 > U_1} E_2 > E_1$$

پ) نادرست: اگر در مسیر دایره‌ای تندی ثابت بماند، ســـرعت متغیر اســـت چون جهت بردار سرعت مرتباً تغییر می‌کند و حرکت شـــتابدار می‌شـــود. و نیروی خالص دارد بر جسم صفر نیست.

۱۴. گزینهٔ ۳

گام اول: محاسبه انرژی جنبشی در لحظه برخورد:

$$v = ۸\frac{km}{s} = ۸ \times ۱۰^۳ \frac{m}{s}$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲/۱ \times ۱۰^۴ \times ۶۴ \times ۱۰^۶ = (۳۲ \times ۲/۱ \times ۱۰^{۱۰})J$$

گام دوم:

$$\frac{m}{۱Ton} = \frac{۳۲ \times ۲/۱ \times ۱۰^{۱۰}}{۴/۲ \times ۱۰^۹} \Rightarrow m = ۱۶۰Ton$$

فصل ۴

۱۵. گزینهٔ ۲

گام اول:

یخ ۰°C —Q_1→ آب ۰°C —Q_2→ آب ۲۰°C

گرمایی که صرف ذوب شدن یخ (Q_1) و بالارفتن دمای آب تا $۲۰^\circ C$ (Q_2) می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_1 = mL_F = m \times ۳۳۶۰۰۰ = ۸۰ \times ۴۲۰۰ \times m$$

$$Q_2 = mc\Delta\theta = m \times ۴۲۰۰ \times ۲۰ = ۲۰ \times ۴۲۰۰m$$

گام دوم: $Q_T = Q_1 + Q_2 = (۸۰ + ۲۰) \times ۴۲۰۰m$ گرمای کل

$$\Rightarrow Q_T = ۱۰۰ \times ۴۲۰۰ \times m$$

$$\frac{Q_1}{Q_T} \times ۱۰۰ = \frac{۸۰ \times ۴۲۰۰ \times m}{۱۰۰ \times ۴۲۰۰ \times m} \times ۱۰۰ = ۸۰٪$$

۱۶. گزینهٔ ۴

گام اول: $F = ۱/۸\theta + ۳۲ \Rightarrow ۵۰ = ۱/۸\theta + ۳۲ \Rightarrow \theta = ۱۰^\circ C$

گام دوم:

یخ ۰°C —Q_F→ آب ۰°C —Q_1→ آب ۱۰°C

$$Q_T = Q_1 + Q_F = mc\Delta\theta + mL_f$$

$$\Rightarrow Q_T = \frac{۲}{۱۰۰} \times ۴۲۰۰ \times ۱۰ + \frac{۲}{۱۰۰} \times ۳۳۶ \times ۱۰^۳ = ۷۵۶۰J$$

۱۷. گزینهٔ ۴

$$T = ۲۷۳ + \theta = ۲۷۳ + ۲۷ \Rightarrow T = ۳۰۰K$$

$$V = ۸L = ۸ \times ۱۰^{-۳} m^۳$$

$$PV = nRT \Rightarrow P \times ۸ \times ۱۰^{-۳} = ۱ \times ۸ \times ۳۰۰ \Rightarrow P = ۳ \times ۱۰^۵ Pa$$

۱۸. گزینهٔ ۳

A: میلهٔ آلومینیمی B: میلهٔ فولادی

فرض سؤال: $L_{۱A} = L_{۱B} = ۴m$