فصل ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسخنامه

۱- گزینهٔ ۲ چون حرکت چترباز با سرعت ثابت است، با توجه به آن‌چه در علوم نهم خواندید باید نیروهای وارد بر چترباز متوازن باشد یعنی باید نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا برابر باشند و گزینهٔ (۲) درست است.

۲- گزینهٔ ۱ هر یک از گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم تا ببینیم که کدام‌یک برابر با $۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s$ می‌شود:

گزینهٔ (۱): $۱/۰\times۱۰^{-۶}\,ms=۱/۰\times۱۰^{-۶}\times۱۰^{-۳}\,s=۱/۰\times۱۰^{-۹}\,s$

گزینهٔ (۲): $۱/۰\times۱۰^{-۱۲}\,\mu s=۱/۰\times۱۰^{-۱۲}\times۱۰^{-۶}\,s=۱/۰\times۱۰^{-۱۸}\,s$

گزینهٔ (۳): $۱۰\,ns=۱۰\times۱۰^{-۹}=۱\times۱۰^{-۸}\,s$

گزینهٔ (۴): $۱۰\,ps=۱۰\times۱۰^{-۱۲}\,s=۱\times۱۰^{-۱۱}\,s$

۳- گزینهٔ ۱ از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$۳۱۲\,km\times\left(\frac{۱۰۰۰\,m}{۱\,km}\right)\times\left(\frac{۱۰۰\,cm}{m}\right)\times\left(\frac{۱\,\text{ذرع}}{۱۰۴\,cm}\right)\times\frac{۱\,\text{فرسنگ}}{۶۰۰۰\,\text{ذرع}}=\frac{۳۱۲\times۱۰^{۵}}{۱۰۴\times۶\times۱۰^{۳}}=\frac{۱۰۰}{۲}=۵۰\,\text{فرسنگ}$$

۴- گزینهٔ ۲ ابتدا سرعت را بر حسب mi/s (مایل بر ثانیه) به‌دست می‌آوریم:

$$v=۲۰\times۰/۵\,\frac{m}{s}\times\frac{۱\,\text{مایل}}{۱۸۰۰\,m}=\frac{۱}{۱۸۰}\,\text{مایل/s}$$

مسافت طی شده خواهد شد:

$$\text{مسافت}=\text{تندی}\times\text{زمان}=\frac{۱}{۱۸۰}\,\text{مایل/s}\times۳\times۳۶۰۰\,s=۶۰\,\text{مایل}$$

۵- گزینهٔ ۲ یکای تندی (v) در SI بر حسب متر بر ثانیه (m/s) و یکای جابه‌جایی (d) بر حسب متر (m) است و بنا به سازگاری یکاها باید یکای دو طرف معادله مانند هم باشد. (یکای α را با نماد $[\alpha]$ نشان داده‌ایم.)

$$v^{۲}=\alpha d\Rightarrow m^{۲}/s^{۲}=\alpha\times m\Rightarrow[\alpha]=(m/s^{۲})$$

α باید بر حسب $m/s^{۲}$ باشد.

۶- گزینهٔ ۴ چون آمپرسنج دیجیتال است، دقت آن برابر یک واحد از آخرین رقم خوانده شده از روی دستگاه (اولین رقم سمت راست عدد) می‌باشد، پس دقت این دستگاه برابر است با:

$$۱\,mA\times\frac{۱\,A}{۱۰۰۰\,mA}=۰/۰۰۱\,A$$

۷- گزینهٔ ۳ دقت وسایل رقمی برابر ۱ واحد از آخرین رقم نمایشی آن‌ها می‌باشد.

دقت دستگاه اولی: $\overset{\text{اهم}}{۱\,\Omega}$ دقت دستگاه دوم: $\overset{\text{اهم}}{۰/۱\,\Omega}$ دقت دستگاه سوم: $\overset{\text{اهم}}{۰/۰۱\,\Omega}$

پس دستگاه سوم بیشترین دقت را دارد.

۸- گزینهٔ ۴ دقت دستگاه رقمی یک واحد از آخرین رقم نمایشی آن می‌باشد، پس اگر اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر باشد دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و اگر بر حسب اینچ باشد $۰/۰۱\,in$ است.

$$۰/۰۱\,in\times\frac{۲/۵\,cm}{۱\,in}\times\frac{۱۰\,mm}{۱\,cm}=۰/۲۵\,cm=۲/۵\,mm$$

$$\frac{\text{دقت دستگاه بر حسب میلی‌متر}}{\text{دقت دستگاه بر حسب اینچ}}=\frac{۰/۰۱\,mm}{۲/۵\,mm}=۰/۰۰۴$$

۹- گزینهٔ ۳ ابتدا با توجه به فرمول حجم کره، حجم آن را به‌دست می‌آوریم:

$$V=\frac{۴}{۳}\pi r^{۳}=\frac{۴}{۳}\pi(۰/۱)^{۳}=\frac{۴}{۳}\times۳\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}$$

حال با توجه به فرمول چگالی داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۸\,kg}{۴\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}}=۲\times۱۰^{۳}\,kg/m^{۳}$$

۱۰- گزینهٔ ۲ سیم به صورت استوانه است، پس حجم آن برابر با حاصل‌ضرب سطح مقطع در طول است:

$$V=Ah$$

با توجه به چگالی، جرم را به‌دست می‌آوریم:

$$m=\rho V\Rightarrow m=\rho Ah=۹g/cm^۳\times۶\times(۱۰^{-۱}cm)^۲\times۵۰۰cm\Rightarrow m=۲۷۰۰g=۲/۷kg$$

۱۱- گزینهٔ ۴ ابتدا باید حجم قطعهٔ آهن را محاسبه کنیم تا مشخص شود چه حجمی از مایع سرریز می‌شود:

$$V'=V\Rightarrow V'=\frac{m}{\rho}\Rightarrow V'=\frac{۷۸}{۷/۸}=۱۰cm^۳$$

پس $۱۰cm^۳$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد که جرم آن برابر است با:

$$m'=\rho'V'=۰/۸\times۱۰=۸g$$

۱۲- گزینهٔ ۲ جسم A چون ته‌نشین شده چگالی بیشتری دارد. جسم C که روی مایع A و ته مایع B قرار دارد چگالی‌اش از جسم A کمتر و از جسم B بیشتر است، از این‌رو:

$$\rho_A>\rho_C>\rho_B$$

۱۳- گزینهٔ ۱ با توجه به نسبت چگالی‌ها داریم:

$$\rho_A=۱/۵\rho_B\Rightarrow\frac{m_A}{V_A}=۱/۵\frac{m_B}{V_B}\Rightarrow\frac{m_A}{۲۰۰}=۱/۵\times\frac{۲۰۰}{۵۰۰}\Rightarrow m_A=۱۲۰g$$

۱۴- گزینهٔ ۳ جرم آب به تنهایی برابر است با:

$$m_{آب}=۷۵-۲۵=۵۰g$$

حجم بخش خالی فلاسک نیز برابر با حجم آبی است که فلاسک را پر می‌کند:

$$V_{آب}=\frac{m}{\rho}=\frac{۵۰g}{۱g/cm^۳}=۵۰cm^۳$$

حال با توجه به جرم گلیسیرین، چگالی آن را به‌دست می‌آوریم:

گلیسیرین $m=۸۸-۲۵=۶۳g\Rightarrow\rho=\frac{m}{V}=\frac{۶۳g}{۵۰cm^۳}=۱/۲۶g/cm^۳$

(چون گلیسیرین نیز باید فلاسک را پر کند پس حجم آن نیز برابر حجم بخش خالی فلاسک $V=۵۰cm^۳$ است.)

۱۵- گزینهٔ ۲ ابتدا حجم ظاهری مکعب را به دست می‌آوریم، سپس باید ببینیم که حجم واقعی یا حجم مکعبی که حفره دارد، چقدر است. به این منظور می‌توانیم از $V=\frac{m}{\rho}$ استفاده کنیم. تفاضل حجم واقعی و ظاهری همان حجم حفره خواهد بود.

ابتدا فرض می‌کنیم که مکعب توپر است، حجم آن برابر است با:

$$V_۱=\text{حجم ظاهری}=a^۳=۵^۳=۱۲۵cm^۳$$

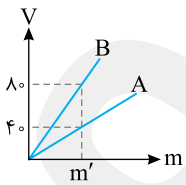
حجم مکعب دارای حفره را با استفاده از چگالی و جرم مکعب به‌دست می‌آوریم:

$$V_۲=\text{حجم واقعی}=\frac{m}{\rho}=\frac{۸۰۰g}{۸g/cm^۳}=۱۰۰cm^۳$$

با تفاضل دو حجم بالا از هم، حجم حفره را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{\text{حفره}}=\Delta V=V_۱-V_۲=۲۵cm^۳$$

۱۶- گزینهٔ ۳ ابتدا نسبت چگالی A و B را به‌دست می‌آوریم:



$$\begin{cases}m_A=m'\\V_A=۴۰\end{cases}\Rightarrow\rho_A=\frac{m'}{۴۰}$$

$$\begin{cases}m_B=m'\\V_B=۸۰\end{cases}\Rightarrow\rho_B=\frac{m'}{۸۰}$$

$$\Rightarrow\rho_A=۲\rho_B$$

چون نسبت جرم‌ها را داده پس به جای V_A و V_B در رابطهٔ چگالی آلیاژ از $\frac{m_A}{\rho_A}$ و $\frac{m_B}{\rho_B}$ استفاده می‌کنیم.

$$\rho_{آلیاژ}=\frac{m_A+m_B}{V_A+V_B}\xrightarrow{V=\frac{m}{\rho}}\rho_{آلیاژ}=\frac{m_A+m_B}{\frac{m_A}{\rho_A}+\frac{m_B}{\rho_B}}\xrightarrow[\rho_A=۲\rho_B]{m_A=m_B=m}\rho_{آلیاژ}=\frac{۲m}{\frac{m}{۲\rho_B}+\frac{m}{\rho_B}}\Rightarrow\rho_{آلیاژ}=\frac{۲m}{\frac{m+۲m}{۲\rho_B}}=\frac{۴}{۳}\rho_B$$

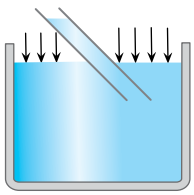
۱۷- گزینهٔ ۴ جرم یخ در اثر ذوب شدن تغییر نمی‌کند.

$$m_{\text{یخ ذوب شده}}=m_{\text{یخ اولیه}}$$

$$\rho_۱V_۱=\rho_۲V_۲\Rightarrow۰/۹\times V_۱=۱(V_۱-۳)\Rightarrow V_۱=۳۰cm^۳$$

فصل ۲ ویژگی‌های فیزیکی مواد

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسخنامه



۱- گزینهٔ ۲ با مکش هوای درون نی، فشار هوا در آن کاهش می‌یابد و فشار هوای بیرون که بر سطح نوشابه وارد می‌شود، سبب بالا رفتن نوشابه به درون نی می‌گردد.

۲- گزینهٔ ۴ سطح مایع درون لولهٔ مویین از سطح مایع درون ظرف بالاتر است، بنابراین بزرگی نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله از بزرگی نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر است.

۳- گزینهٔ ۳ حجم مایعی که در لولهٔ مویین بالاتر از سطح مایع ظرف قرار می‌گیرد ثابت است، پس با کاهش قطر (سطح مقطع) ارتفاع مایع درون لوله بیشتر می‌شود و گزارهٔ (الف) درست است. با تغییر ارتفاع لوله که درون ظرف است میزان مایع درون لوله تغییری نمی‌کند و گزارهٔ (ب) نادرست است. با توجه به شکل و سطح فرورفته مایع درون لوله و بالا رفتن مایع درون لوله باید نیروی دگرچسبی مایع و لوله بیشتر از نیروی هم‌چسبی مایع باشد و با ریختن مایع روی سطحی از جنس لولهٔ مویین، سطح تر خواهد شد و گزارهٔ (پ) درست است.

۴- گزینهٔ ۱ اثر مویینگی سبب بالا رفتن آب و مواد غذایی از لوله‌های آوندهای گیاهان می‌شود که علت آن این است که نیروی دگرچسبی از نیروی هم‌چسبی بیشتر است.

۵- گزینهٔ ۱

$$P_{max}=\rho g h_{max}=۳۰۰۰\times۱۰\times\frac{۲}{۱۰}=۶۰۰۰\,Pa=۶\,kPa$$

۶- گزینهٔ ۳

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow ۳/۴P_{\circ}=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow ۲/۴P_{\circ}=\rho gh\Rightarrow ۲/۴\times۱۰^{۵}=۱۰^{۳}\times۱۰h\Rightarrow h=۲۴m$$

پرسش

به ازای هر چند متر از عمق آب فشار مایع به اندازهٔ یک اتمسفر افزایش می‌یابد؟

پاسخ

$$P_{\circ}\sim۱۰^{۵}Pa\ ,\ P_{\circ}=\rho gh\Rightarrow۱۰^{۵}=۱۰^{۳}\times۱۰h\Rightarrow h=۱۰m$$

یعنی هر ۱۰ متر که از سطح آب پایین‌تر برویم تقریباً بر فشار آن یک اتمسفر اضافه می‌شود.

پرسش

اگر در آزمایش جوسنج به جای جیوه از آب استفاده می‌کردیم، ارتفاع ستون آب در لولهٔ آزمایش چقدر می‌شد؟ اگر آزمایش را با الکل به چگالی $۰/۸g/cm^{۳}$ انجام دهیم، چطور؟

پاسخ

$$P_{\circ}=\rho_{آب}gh\Rightarrow۱۰^{۵}=۱۰^{۴}h\Rightarrow h=۱۰m\ ,\ P_{\circ}=\rho_{الکل}gh\Rightarrow h=\frac{۱۰^{۵}}{۸۰۰۰}=۱۲/۵m$$

۷- گزینهٔ ۲ همانطور که گفته شد، فشار مایع فقط به عمق مایع بستگی دارد و شکل ظرف و سطح مقطع آن بی‌تأثیر است.

$$\frac{P_{۲}}{P_{۱}}=\frac{\rho_{۲}gh_{۲}}{\rho_{۱}gh_{۱}}=\frac{h_{۲}}{h_{۱}}=۵$$

۸- گزینهٔ ۱ **راه‌حل اول:** جرم و جنس مایع‌ها یکی است، پس حجم مایع A و B یکسان است:

$$V_A=V_B\Rightarrow\pi r_A^{۲}h_A=\pi r_B^{۲}h_B\quad(۱)$$

$$D_A=۲D_B\Rightarrow r_A=۲r_B\xrightarrow{(۱)}(۲r_B)^{۲}h_A=r_B^{۲}h_B\Rightarrow ۴h_A=h_B$$

با توجه به فرض مسأله خواهیم داشت:

اکنون فشار را در کف دو ظرف نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{\rho gh_A}{\rho gh_B}=\frac{۱}{۴}$$

راه‌حل دوم: چون گفته شده مقدار مایع در هر دو ظرف یکسان است پس $W_1=W_2$ و از رابطهٔ $P=\frac{F}{A}=\frac{W}{A}$ استفاده می‌کنیم:

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{\frac{W}{A_A}}{\frac{W}{A_B}}=\frac{A_B}{A_A}\xrightarrow[\text{قطراست }D]{A=\pi\frac{D^2}{4}}\frac{P_A}{P_B}=(\frac{D_B}{D_A})^2=(\frac{D_B}{2D_B})^2=\frac{1}{4}$$

۹- گزینهٔ ۱ (A) مایعات فشار را به‌طور یکسان در تمام جهت‌ها منتقل می‌کنند. با قرار دادن چوب بر سطح آب فشار افزایش می‌یابد اما اختلاف فشار بین A و B تغییر نمی‌کند.

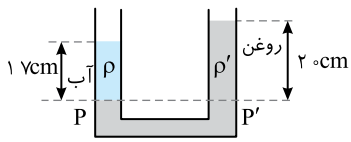
۱۰- گزینهٔ ۳ (B) بنا به اصل پاسکال، افزایش فشار ناشی از افزودن مایع در تمام نقاط مایع یکسان است. مقدار افزایش فشار را حساب می‌کنیم:

$$\Delta P=\frac{F}{A}=\frac{mg}{A}=\frac{2\times10}{500\times10^{-4}}=4\times10^2\,Pa$$

اکنون افزایش نیروی وارد بر هر سطح را حساب می‌کنیم:

$$\Delta F_2=\Delta P A_2=4\times10^2\times2000\times10^{-4}=80\,N\ ,\ \Delta F_3=\Delta P A_3=4\times10^2\times200\times10^{-4}=8\,N$$

۱۱- گزینهٔ ۲ (B) در نقطه‌های هم‌تراز یک مایع ساکن فشار یکسان است:

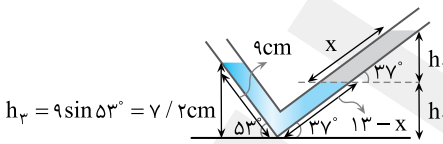


$$P=P'\Rightarrow P_0+\rho gh=P_0+\rho' gh'$$

$$\rho h=\rho' h'\Rightarrow\frac{\rho'}{\rho}=\frac{h}{h'}=\frac{17}{20}\Rightarrow\rho'=0/85\rho$$

پس چگالی روغن، ۱۵ درصد کم‌تر از چگالی آب است.

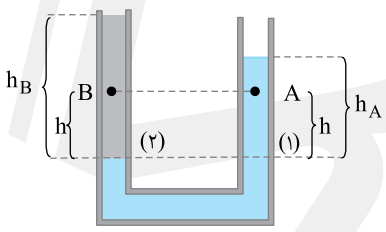
۱۲- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به شکل، زاویه‌ای که شاخهٔ سمت چپ با سطح می‌سازد زاویهٔ 53° است. چون مایع‌ها در دو طرف در تعادل است پس فشار وارد بر A از دو طرف لوله یکسان است.



$$\rho_1 gh_3=\rho_1 gh_2+\rho_2 gh_1$$

$$1000\times10\times\frac{7/2}{100}=1000\times10\times\frac{(7/8-0/6x)}{100}+800\times10\times\frac{0/6x}{100}\Rightarrow0/72=0/78-0/06x+0/048x\Rightarrow0/012x=0/06\Rightarrow x=5\,cm$$

۱۳- گزینهٔ ۲ (B) دقت کنید که همواره نمی‌توانیم فشار نقاط هم‌تراز مایع‌ها در یک ظرف مرتبط را با هم برابر قرار دهیم. باید همیشه از پایین‌ترین سطح ظرف به سمت بالا برویم تا وقتی که به مرز مشترک با اولین مایع برسیم فشار در سطوح هم‌تراز برابر است. حال اگر از مرز مایع‌ها به یک اندازه بالاتر برویم دیگر فشار مایع‌ها برابر نیستند زیرا به علت متفاوت بودن مایع‌ها در طرفین ظرف تغییرات فشار یکسان نخواهد بود. بنابراین در اینجا فقط می‌توانیم فشار را در نقاط (۱) و (۲) با هم برابر قرار دهیم:

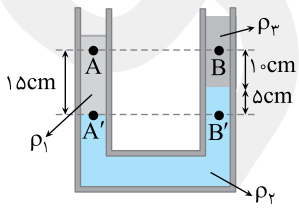


$$P_1=P_2\Rightarrow\ \rho_A h_A=\rho_B h_B\xrightarrow{h_B>h_A}\rho_A>\rho_B$$

$$P_1=P_2\Rightarrow\ \rho_A hg+P_A=\rho_B hg+P_B\xrightarrow{\rho_A>\rho_B}P_A<P_B$$

دقت کنید که همواره مایعی که در زیر قرار می‌گیرد، چگالی بیشتری دارد، بنابراین می‌توانیم مستقیماً چگالی مایع در نقطهٔ A را بیشتر از چگالی مایع در نقطهٔ B بدانیم.

۱۴- گزینهٔ ۴ (B) فشار در نقطه‌های A' و B' با هم برابر است.



$$P_{A'}=P_{B'}=P$$

فشار A برابر است با:

$$P_A=P_{A'}-\rho_1 g\frac{15}{100}\Rightarrow P_A=P-1000\times10\times\frac{15}{100}\Rightarrow P_A=P-1500\,Pa$$

فشار B برابر است با:

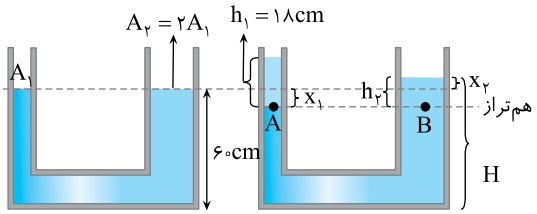
$$P_B=P_{B'}-\rho_2 g\frac{5}{100}-\rho_3 g\frac{10}{100}=P-13600\times10\times\frac{5}{100}-800\times10\times\frac{10}{100}$$

$$P_B=P-6800-800=P-7600$$

بنابراین اختلاف فشار این دو نقطه برابر است با:

$$\Delta P_{AB}=P_A-P_B=P-1500-(P-7600)=6100\,Pa=6/1\,kPa$$

۱۵- گزینهٔ ۴ (C) شکل را در دو حالت در کنار هم می‌کشیم، مایع در لولهٔ سمت چپ به اندازهٔ x_1 پایین می‌رود و در سمت راست به اندازهٔ x_2 بالا می‌رود. با توجه به شکل:



$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_1gh_1=\rho_2gh_2\Rightarrow 1\times 18=2\times h_2\Rightarrow h_2=9\,cm$$

از طرفی حجم مایعی که در سمت چپ و سمت راست جابه‌جا شده، یکسان است، از این رو:

$$A_1x_1=A_2x_2\Rightarrow A_1(x_1)=2A_1x_2\Rightarrow x_1=2x_2$$

با توجه به شکل، h_2 جمع x_1 و x_2 است، از این رو:

$$h_2=x_1+x_2\xrightarrow{x_1=2x_2}9=3x_2\Rightarrow x_2=3\,cm$$

در این صورت فاصلهٔ سطح مایع از کف ظرف خواهد شد:

$$H=60+3=63cm$$

۱۶- گزینهٔ ۴ (B) در حالت اول، فشار کل را می‌نویسیم:

$$P=P_0+\rho gh\Rightarrow 2\times10^5=10^5+\rho gh\Rightarrow\rho gh=10^5\,Pa$$

در حالت دوم نیز فشار کل را می‌نویسیم:

$$P=P_0+\rho g\times\frac{1}{4}h\Rightarrow P=10^5+\frac{1}{4}\rho gh\Rightarrow P=10^5+\frac{1}{4}\times10^5=\frac{5}{4}\times10^5\,Pa=\frac{5}{4}\,atm$$

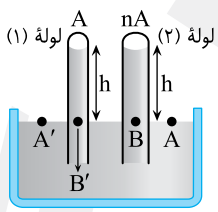
۱۷- گزینهٔ ۱ (B) اختلاف فشار بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه در هر بخش از هوا را نیز مثل مایعات می‌توانیم از رابطهٔ $\Delta P=\rho gh$ به‌دست آوریم. (البته ρ چگالی متوسط در طی ارتفاع مشخص است.) با توجه به نمودار تغییرات فشار تا ارتفاع $3km$ برابر با $30\,kPa$ و در فاصلهٔ ۹ تا ۱۵ کیلومتری برابر با $20\,kPA$ $(30-10)kPa=20\,kPA$ است:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}=\frac{\rho_1gh_1}{\rho_2gh_2}\Rightarrow\frac{30}{20}=\frac{\rho_1\times3}{\rho_2\times6}\Rightarrow\frac{\rho_1}{\rho_2}=3\Rightarrow\rho_1=3\rho_2$$

۱۸- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به تست ۱۲۷ می‌توانیم بگوییم که به ازای هر ۱۰ متر دور شدن از سطح زمین از فشار هوا به اندازهٔ $1\,mmHg$ کاسته می‌شود پس با یک تناسب ساده می‌توانیم کاهش فشار را به ازای ۱۴۰۰ متر دور شدن از سطح دریاهای آزاد به‌دست آوریم.

$$\frac{10}{1400}=\frac{1}{\Delta x}\Rightarrow\Delta x=140mm=14cm\Rightarrow P=76cmHg-14cmHg=62cmHg$$

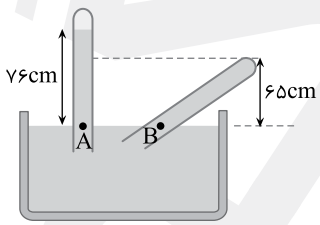
۱۹- گزینهٔ ۲ (B) فشار هوای محیط یکی است، بنابراین فشار ستون جیوه‌ها در لوله‌ها باید یکسان باشد، بنابراین ارتفاع مایع‌ها در هر دو لوله یکسان می‌شود.



$$\left.\begin{matrix}P_A=P_B\Rightarrow P_B=P_0\\P_{A'}=P_{B'}\Rightarrow P_{B'}=P_0\end{matrix}\right\}\Rightarrow P_B=P_{B'}\Rightarrow\text{ارتفاع دو مایع یکسان است}$$

$$\left.\begin{matrix}V_1=Ah\\V_2=nAh\end{matrix}\right\}\Rightarrow\frac{V_1}{V_2}=\frac{1}{n}$$

۲۰- گزینهٔ ۴ (B) با توجه به حالت اول لوله فشار هوای محیط $76cmHg$ است. نقاط A و B هم‌تراز هستند. در این صورت:

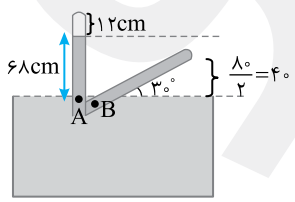


$$P_A=P_B\xrightarrow{P_A=P_0}P_0=P_{Hg}+P_{\text{ته لوله}}\Rightarrow76=65+P_{\text{ته لوله}}\Rightarrow P_{\text{ته لوله}}=11\,cmHg$$

حال فشار را برحسب پاسکال می‌نویسم:

$$P=\rho gh=13600\times10\times\frac{11}{100}=14960Pa\simeq15\times10^3\,Pa$$

پرسش: ارتفاع ستون جیوه در لولهٔ یک فشارسنج ۶۸ سانتی‌متر جیوه است و طول فضای خالی بالای جیوه در لوله برابر ۱۲ سانتی‌متر است. لولهٔ فشارسنج را آنقدر کج می‌کنیم تا با سطح جیوه زاویه 30° بسازد. فشاری که در این حالت از طرف جیوه بر انتهای بسته فشارسنج وارد می‌آید، چند سانتی‌متر جیوه است؟ (طول قسمتی از لوله که بیرون مایع است ثابت می‌ماند.)



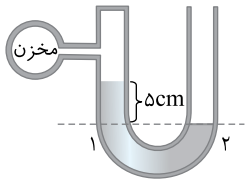
پاسخ: با توجه به حالت اول لوله فشار هوای محیط $68cmHg$ است.

ابتدا باید ارتفاع قائم جیوه در لولهٔ کج شده را به‌دست آوریم. طول لوله برابر $68+12=80cm$ است. ضلع مقابل به زاویهٔ 30° نصف وتر است و ارتفاع قائم جیوه خواهد شد: $h=\frac{80}{2}=40cm$، اکنون دو نقطه هم‌تراز A و B را بررسی می‌کنیم.

$$P_A=P_B\Rightarrow P_0=P_{Hg}+P_{\text{ته لوله}}\Rightarrow68=40+P_{\text{ته لوله}}\Rightarrow P_{\text{ته لوله}}=28\,cmHg$$

۲۱- گزینهٔ ۲ (B)

بهتر است که فشار گاز در مخزن را بر حسب سانتی‌متر جیوه به‌دست آوریم:



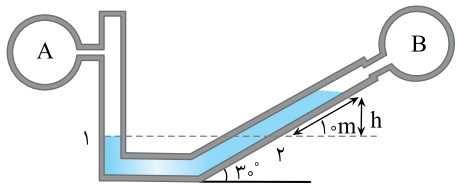
$$P=\rho gh \Rightarrow 95200=13600\times 10\times h \Rightarrow h=\frac{7}{10}\,m=70\,cm \Rightarrow P_{\text{مخزن}}=70\,cmHg$$

حال فشار سطوح هم‌تراز را با هم برابر قرار می‌دهیم:

$$P_1=P_2 \Rightarrow P_{\text{مخزن}}+5=P_\circ \Rightarrow P_\circ=75\,cmHg$$

۲۲- گزینهٔ ۲ (B)

فشار نقاط هم‌تراز را با هم برابر قرار می‌دهیم:



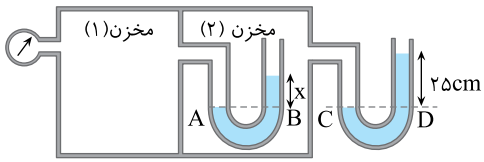
$$P_1=P_2 \Rightarrow P_A=\rho gh+P_B \Rightarrow P_A-P_B=\rho gh \quad (1)$$

چون ضلع مقابل به زاویهٔ 30° برابر با نصف وتر است، مقدار h به‌دست می‌آید:

$$h=10\times\frac{1}{2}=5\,m \xrightarrow{(1)} P_A-P_B=1000\times 10\times 5=50\,kPa$$

۲۳- گزینهٔ ۴ (B)

در نقاط هم‌تراز، فشارها را برابر قرار می‌دهیم:



$$P_C=P_D \Rightarrow P_C=25+65=90\,cmHg \Rightarrow P_{\text{مخزن ۲}}=90\,cmHg$$

$$P_A=P_B \Rightarrow 55+65=90+x \Rightarrow x=30\,cm$$

در مخزن (۱) فشار برابر با $(55+65)$ سانتی‌متر جیوه است. دقت کنید که فشارسنج، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهد، به همین علت باید مقدار فشار هوا $(65\,cmHg)$ به $55\,cmHg$ (عددی که فشارسنج نشان می‌دهد) اضافه شود.

۲۴- گزینهٔ ۳ (A)

نیرویی که قسمت بیرونی ظرف بر تکیه‌گاه وارد می‌کند برابر وزن ظرف و مایع است. دقت کنید که در این‌جا نیرویی که مایع از داخل بر ته ظرف وارد می‌کند مورد نظر نیست.

اگر پاسخ نادرست داده‌اید یکبار دیگر متن سؤال را به دقت بخوانید.

۲۵- گزینهٔ ۳ (A)

در اثر قرار گرفتن چوب درون مایع، مقداری بر ارتفاع مایع اضافه شده و اضافه نیروی $\Delta F=\Delta PA$ (A مساحت ته ظرف است) بر ته ظرف وارد می‌شود که البته اگر ظرف به صورت استوانه‌ای باشد افزایش ارتفاع بیشتری خواهد داشت. اگر ظرف به صورت استوانه‌ای باشد اضافه فشار وارد بر کف ظرف $\Delta P=\frac{W}{A}$ خواهد بود (که A مساحت قاعده ظرف است). حال اگر ظرف با ثابت ماندن سطح مقطع مطابق این سؤال شود افزایش ارتفاع کمتری خواهیم داشت یعنی ΔP کمتر خواهد بود پس طبق $F=\Delta PA$ ، مقدار F نیز کمتر از W خواهد شد.

۲۶- گزینهٔ ۲ (A)

کشتی بر سطح آب شناور است، بنابراین نیروی وزن کشتی با نیرویی که آب بر آن وارد می‌کند، برابر است.

۲۷- گزینهٔ ۳ (B)

با انداختن توپ به درون آب، قایق سبک‌تر می‌شود و کمتر در آب فرو می‌رود و آب در کنارهٔ آن پایین می‌آید.

۲۸- گزینهٔ ۳ (A)

جرم اضافه شده به دو کفه برابر است، بنابراین جسم در حالت تعادل باقی می‌ماند.

۲۹- گزینهٔ ۱ (B)

با توجه به معادلهٔ پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_1v_1=A_2v_2 \Rightarrow 100\times 5=A_2\times 2 \Rightarrow A_2=\frac{500}{2} \Rightarrow A_2=250\,cm^2 \quad , \quad \Delta A=250-100=150\,cm^2 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1}\times 100=\frac{150}{100}\times 100=150\%$$

در این صورت باید سطح مقطع لوله را ۱۵۰ درصد افزایش دهیم. (یادآوری می‌کنیم که چون سرعت شاره در مسیر کاهش می‌یابد، پس باید سطح مقطع را افزایش دهیم).

۳۰- گزینهٔ ۲ (B)

ابتدا واحد سرعت را به واحد متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$v_1=10\,cm/s=10\,cm/s\times\frac{1\,m}{100\,cm}=0/1\,m/s$$

چون لوله‌ها به هم متصل هستند، پس می‌توان معادلهٔ پیوستگی را برای هر دو نقطهٔ دلخواه نوشت. در نتیجه داریم:

$$A_1v_1=A_4v_4 \Rightarrow \pi\times(\frac{5}{100})^2\times 0/1=\pi\times(\frac{0/5}{100})^2\times v_4 \Rightarrow v_4=10\,m/s$$

فصل ۳ کار، انرژی و توان

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسخنامه

۱- گزینهٔ ۳ (A) ابتدا جرم جسم و سپس سرعت در حالت دوم را به‌دست می‌آوریم:

$$K_1=\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow 4=\frac{1}{2}\times m\times 16\Rightarrow m=0/5kg$$

$$K_2=\frac{1}{2}mv_2^2\Rightarrow 5=\frac{1}{2}\times 0/5\times v_2^2\Rightarrow v_2^2=20\Rightarrow v_2=\sqrt{20}=2\sqrt{5}m/s$$

۲- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به این‌که $v_1=v_0$ و $v_2=v_0+10$، خواهیم داشت:

$$\frac{K_2}{K_1}=\frac{\frac{1}{2}mv_2^2}{\frac{1}{2}mv_1^2}=\frac{(v_0+10)^2}{v_0^2}\Rightarrow\frac{9}{4}=(\frac{v_0+10}{v_0})^2\Rightarrow\frac{3}{2}=\frac{v_0+10}{v_0}\Rightarrow v_0=20m/s$$

۳- گزینهٔ ۲ (B) تندی در حالت دوم ٪۲۰ بیشتر است از این‌رو:

$$v_2=v_1+0/20v_1=1/2v_1\ ,\ K_1=\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$K_2=\frac{1}{2}mv_2^2=\frac{1}{2}m(1/2v_1)^2=1/44\times\frac{1}{2}mv_1^2=1/44K_1$$

$$\Delta K=K_2-K_1=1/44K_1-K_1=0/44K_1$$

پس انرژی جنبشی ۴۴ درصد افزایش می‌یابد.

۴- گزینهٔ ۱ (A) انرژی جنبشی واگن در هر شکل را به‌دست آورده و آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases}K_1=\frac{1}{2}m_1v_1^2\Rightarrow K_1=\frac{1}{2}\times 1\times 4^2=8J\\ K_2=\frac{1}{2}m_2v_2^2\Rightarrow K_2=\frac{1}{2}\times 2\times 3^2=9J\\ K_3=\frac{1}{2}m_3v_3^2\Rightarrow K_3=\frac{1}{2}\times 3\times 3^2=13/5J\\ K_4=\frac{1}{2}m_4v_4^2\Rightarrow K_4=\frac{1}{2}\times 4\times 2^2=8J\end{cases}\Rightarrow K_1=K_4$$

پس در شکل الف و ت، انرژی جنبشی برابر است.

۵- گزینهٔ ۴ (C) انرژی شیمیایی سوخت باعث افزایش انرژی جنبشی می‌شود.

$$E_{\text{سوخت}}=\text{افزایش انرژی جنبشی}=K_2-K_1$$

$$E_{\text{سوخت}}=\text{جرم سوخت}\times\text{انرژی شیمیایی واحد جرم}$$

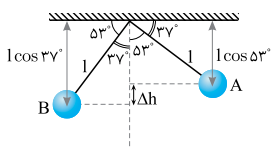
$$v:0\to v:\ M\times\text{انرژی شیمیایی واحد جرم}=\frac{1}{2}mv^2-0\Rightarrow M=\frac{\frac{1}{2}mv^2}{\text{انرژی شیمیایی واحد جرم}}$$

$$v\to 2v:\ M'\times\text{انرژی شیمیایی واحد جرم}=\frac{1}{2}m(2v)^2-\frac{1}{2}mv^2=3\times\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow M'=3\times\frac{\frac{1}{2}mv^2}{\text{انرژی شیمیایی واحد جرم}}=3M$$

۶- گزینهٔ ۱ (B) نیروی F دارای دو مؤلفه‌ی $F_x=4N$ و $F_y=3N$ است. مؤلفهٔ F_y بر محور xها و امتداد جابه‌جایی عمود است و کار آن صفر می‌باشد. بنابراین تنها باید کار مؤلفهٔ F_x را حساب کنیم:

$$W=F_xd\Rightarrow W=4\times 4=16J$$

۷- گزینهٔ ۱ (B) ابتدا جابه‌جایی در راستای قائم را به‌دست می‌آوریم:



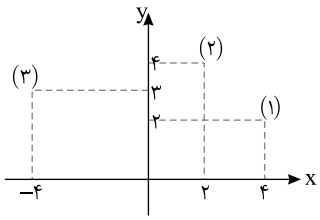
$$\Delta h=l\cos 37^\circ-l\cos 53^\circ=l(\cos 37^\circ-\cos 53^\circ)=1(0/8-0/6)=0/2m$$

چون جسم پایین آمده پس $W_{mg}>0$ است.

$$W_{mg}=+mg\Delta h=0/5\times 10\times 0/2=1J$$

۸- گزینهٔ ۲ (B)

ابتدا مکان جسم در r_1 و r_2 و r_3 را در نمودار مشخص می‌کنیم و جابه‌جایی جسم را در راستای قائم به دست می‌آوریم.



در مکان (۱) ارتفاع جسم $2m$ و در مکان (۳) ارتفاع آن $3m$ است پس در کل جسم از ابتدا تا پایان حرکت $1\,m$ بالا می‌رود. جسم بالا می‌رود پس کار نیروی وزن منفی است:

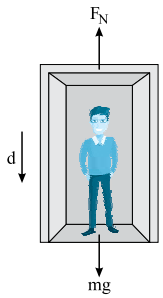
$$W=-mg\Delta h=-2\times10\times1=-20\,J$$

۹- گزینهٔ ۲ (A)

خط فکری: در سؤالاتی که تندی ثابت است می‌توان جابه‌جایی را از رابطهٔ $v=\frac{d}{t}\Rightarrow d=vt$ به‌دست آورد. ابتدا جابه‌جایی را محاسبه می‌کنیم، چون جابه‌جایی و نیروی وزن در خلاف جهت هم هستند کار نیروی وزن منفی است.

$$h=vt=2\times4=8m\ ,\ W_g=\underset{\text{جسم بالا می‌رود و کار نیروی وزن منفی است}}{-}mgh\Rightarrow W_g=-3200J$$

۱۰- گزینهٔ ۲ (B)



با توجه به توضیحات پاسخ قبل چون سرعت ثابت است پس:

$$F_N=mg=600N\ ,\ \text{سرعت ثابت}\Rightarrow d=vt=5\times4=20m$$

چون جابه‌جایی به سمت پایین است پس کار نیروی وزن به دلیل هم‌جهت بودنش با جهت جابه‌جایی مثبت و کار نیروی عمودی سطح به‌دلیل اینکه جهتش در خلاف جهت نیروی عمودی سطح است، منفی است.

$$W_{mg}=mgd\cos0^\circ=600\times20=+12000\,J=12kJ$$
$$W_{F_N}=F_Nd\cos180^\circ=600\times20\times(-1)=-12000\,J=-12kJ$$

۱۱- گزینهٔ ۲ (B)

ابتدا با توجه به قانون دوم نیوتون نیروی خالص را به دست می‌آوریم. دقت کنید چون جسم در حال توقف است پس شتاب جسم، $-2m/s^2$ است:

$$F_{\text{خالص}}=ma\Rightarrow F_{\text{خالص}}=4\times-2=-8N$$

جابه‌جایی جسم روی سطح، $8m$ است بنابراین:

$$W_t=F_{\text{خالص}}d=-8\times8=-64\,J$$

۱۲- گزینهٔ ۴ (B)

کار کل انجام شده روی جسم برابر است با مجموع کار نیروی F و کار نیروی وزن:

$$\begin{cases}W_t=W_F+W_{mg}\xrightarrow{W_{mg}=+mgh}W_t=W_F+mgh\\ W_t=F_{\text{خالص}}d\xrightarrow{F_{\text{خالص}}=ma}W_t=ma\times d\end{cases}\Rightarrow W_F+mgh=ma\times d$$

$$W_F+2\times10\times10=2\times4\times10\Rightarrow W_F+200=80\Rightarrow W_F=-120\,J$$

۱۳- گزینهٔ ۱ (B)

ابتدا طول جابه‌جایی از A تا B را به دست می‌آوریم:

$$\sin30^\circ=\frac{h}{d_{AB}}\Rightarrow\frac{1}{2}=\frac{3}{d_{AB}}\Rightarrow d_{AB}=6m$$

با توجه به قانون دوم نیوتون:

$$F_t=ma\Rightarrow F_t=2\times3=6N,\ W_t=F_td=6\times6=36\,J$$

۱۴- گزینهٔ ۱ (A)

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t=K_2-K_1\ \Rightarrow\ 90=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow90=\frac{1}{2}\times5v^2\Rightarrow v^2=\frac{180}{5}=36\Rightarrow v=6m/s$$

۱۵- گزینهٔ ۲ (B)

کار کل انجام شده روی توپ برابر تغییر انرژی جنبشی توپ است.

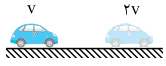
$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}\times0/4\times(15^2-20^2)\Rightarrow W_t=0/2\times(-175)=-35J$$

۱۶- گزینهٔ ۳ (B)

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی برای رسیدن تندی از صفر به v داریم:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow Fd=\frac{1}{2}m(v^2-0^2)\Rightarrow F=\frac{mv^2}{2d}$$

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی برای رسیدن تندی از v به $2v$ داریم:

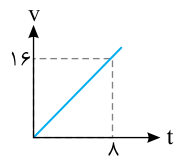


$$W'_t=\Delta K'\Rightarrow F'd=\frac{1}{2}m(4v^2-v^2)\Rightarrow F'=\frac{3mv^2}{2d}$$

بنابراین F' سه برابر F می‌شود.

۱۷- گزینهٔ ۳ (B)

نمودار خط راست است و معادلهٔ خط راست $y=ax+b$ بوده که a شیب خط و b عرض از مبدأ است. در این نمودار $b=0$ است و معادلهٔ خط باید به صورت $y=ax$ باشد که در آن v به جای y و t به جای x خواهد بود. ابتدا شیب خط را به دست آورده سپس معادلهٔ خط را می‌نویسیم.



$$\text{معادلهٔ خط}\quad a=\frac{16-0}{8-0}=2\Rightarrow v=2t$$

در لحظه‌های ۰، ۴s و ۸s سرعت را به دست می‌آوریم.

$$t=0\Rightarrow v=0,\ t=4s\Rightarrow v=8m/s,\ t=8s\Rightarrow v=2\times8=16m/s$$

اکنون کار را در بازهٔ ۰ تا ۴s (چهار ثانیه اول) و سپس در بازه ۴s تا ۸s (چهار ثانیه دوم) به دست آورده بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$W=\Delta K\Rightarrow\begin{cases}W_1=\frac{1}{2}\times5\times(8)^2-0=160J\\ W_2=\frac{1}{2}\times5\times(16)^2-\frac{1}{2}\times5(8)^2=480J\end{cases}\Rightarrow\frac{W_2}{W_1}=\frac{480}{160}=3$$

۱۸- گزینهٔ ۲ (B)

جسم روی سطح افقی جابه‌جا شده پس تنها مؤلفهٔ افقی نیرو یعنی نیروی $12\vec{i}$ روی جسم کار انجام می‌دهد و کار مؤلفهٔ قائم نیرو یعنی نیروی $5\vec{j}$ چون بر راستای جابه‌جایی عمود است $(\cos90^\circ=0)$ صفر است:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_{F_N}+W_{f_k}+W_{F_i}=\Delta K\xrightarrow[W_{f_k}=0\ \text{سطح بدون اصطکاک}]{W_{mg}=W_{F_N}=0}W_{F_i}=K_2-K_1\xrightarrow[K_2=36,K_1=0]{W_{F_i}=F_id}$$

$$F_id=36\Rightarrow12d=36\Rightarrow d=3m$$

۱۹- گزینهٔ ۲ (B)

در ۳۰۰m آخر، حرکت با تندی ثابت است، بنابراین $\Delta K=0$ است و با توجه به سؤال به چترباز تنها دو نیروی f_d و mg وارد می‌شود بنابراین:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_{f_d}=0\Rightarrow W_{f_d}=-W_{mg}\Rightarrow W_{f_d}=-70\times10\times300\Rightarrow W_{f_d}=-210kJ$$

۲۰- گزینهٔ ۲ (B)

بر جسم دو نیروی وزن و نیروی F که شخص وارد می‌نماید اثر می‌کند. بنابراین:

$$W_t=K_2-K_1\Rightarrow W_F+W_{mg}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2\Rightarrow W_F-mgh=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow W_F=2\times10\times25+\frac{1}{2}\times2\times400=900J$$

۲۱- گزینهٔ ۲ (B)

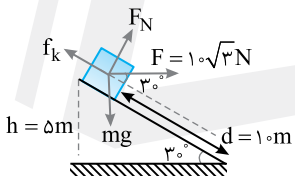
تندی در حین بالا رفتن کاهش می‌یابد بنابراین بردار نیروی خالص و بردار جابه‌جایی خلاف جهت هم هستند و $\cos\theta=-1$ است. با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t=K_2-K_1\Rightarrow F_{کل}d\cos180^\circ=K_2-K_1\Rightarrow$$

$$-F_{کل}d=K_2-K_1\Rightarrow-F_{کل}d=\frac{1}{2}\times\frac{4}{10}(2^2-6^2)\Rightarrow-F_{کل}\times2=\frac{2}{10}(4-36)\Rightarrow F_{کل}=3/2N$$

۲۲- گزینهٔ ۴ (B)

کار نیروی عمودی سطح صفر است. زاویهٔ بین نیروی F و راستای جابه‌جایی 30° است. پس کار نیروی F برابر $Fd\cos30^\circ$ می‌باشد. از طرفی جسم در حال حرکت به پایین است و کار نیروی وزن مثبت اما کار نیروی اصطکاک منفی است.

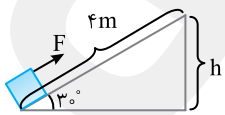


$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_F+W_{mg}+W_{f_k}=\Delta K\Rightarrow Fd\cos30^\circ+mg\Delta h-f_Kd=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$$

$$\xrightarrow[f_k=5N]{m=2kg}10\sqrt{3}\times10\times\frac{\sqrt{3}}{2}+2\times10\times5-5\times10=\frac{1}{2}\times2(v_2^2-0^2)\Rightarrow v_2^2=200\Rightarrow v_2=10\sqrt{2}m/s$$

۲۳- گزینهٔ ۳ (A)

تغییرات انرژی پتانسیل به ارتفاع بستگی دارد.



$$\sin30^\circ=\frac{h}{4}\Rightarrow h=2m$$

$$\Delta U=mgh=500\times2=1000J$$

۲۴- گزینهٔ ۴ (A)

در خلأ اتلاف انرژی رخ نمی‌دهد و تمام انرژی پتانسیل جسم به انرژی جنبشی آن تبدیل می‌شود.

$$K=mgh\Rightarrow K=3\times10\times20=600J$$

۲۵- گزینهٔ ۳ (B)

انرژی مکانیکی مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل جسم است و در شرایط خلأ اصطکاک وجود ندارد و انرژی مکانیکی جسم پایسته است و تغییر نمی‌کند.

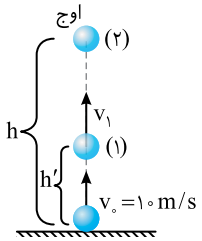
۲۶- گزینهٔ ۴ (B)

در خلأ اتلاف انرژی نداریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\Rightarrow mgh_1+0=mgh_2+\frac{1}{2}mv_2^2\Rightarrow10\times h=10\times5+\frac{1}{2}\times400\Rightarrow10h=250\Rightarrow h=25m$$

۲۷- گزینهٔ ۴ ©

یک بار پایستگی انرژی مکانیکی بین نقطهٔ پرتاب و نقطهٔ اوج را می‌نویسیم و بار دیگر بین نقطهٔ پرتاب و نقطهٔ موردنظر:



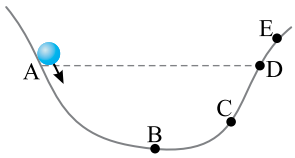
$$E_2=E_0\Rightarrow mgh=\frac{1}{2}mv_0^2\Rightarrow 20h=\frac{1}{2}\times 2\times 100\Rightarrow h=5m$$

$$E_1=E_0\Rightarrow mgh'+K_1=\frac{1}{2}mv_0^2\Rightarrow 20h'+75=100\Rightarrow h'=\frac{25}{20}=1/25m$$

فاصله تا اوج: $h-h'=5-1/25=3/75m$

۲۸- گزینهٔ ۴ Ⓐ

سطح بدون اصطکاک است. دو نقطهٔ A و D در یک ارتفاع قرار دارند. بنابراین در A و D تندی جسم یکسان است و برای صفر شدن تندی، جسم باید به نقطه‌ای بالاتر از D برود، یعنی E.



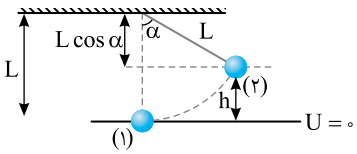
۲۹- گزینهٔ ۲ Ⓑ

انرژی مکانیکی در نقطهٔ A و B با هم برابر است:

$$E_A=E_B\Rightarrow mgh_A+\frac{1}{2}mv_A^2=mgh_B+\frac{1}{2}mv_B^2\Rightarrow 40m+2m=10m+\frac{1}{2}mv_B^2\Rightarrow v_B^2=64\Rightarrow v_B=8\,m/s$$

۳۰- گزینهٔ ۱ ©

پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم:

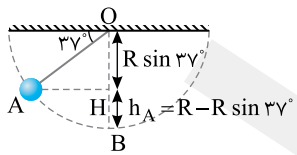


$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{1}{2}mv_0^2=mgh\Rightarrow\frac{1}{2}mv_0^2=mg(L-L\cos\alpha)$$

$$\frac{1}{2}\times 25=10(2/5-2/5\times\cos\alpha)\Rightarrow\cos\alpha=\frac{1}{2}\Rightarrow\alpha=60^\circ$$

۳۱- گزینهٔ ۲ ©

هر چه گلوله پایین می‌رود، انرژی پتانسیل گرانشی آن کم می‌شود و با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی جنبشی آن زیاد می‌شود. پس بیشترین مقدار انرژی جنبشی و تندی گلوله در پایین‌ترین نقطهٔ مسیر است. در مثلث AOH که قائم‌الزاویه است: $\sin 37^\circ=\frac{OH}{OA}\xrightarrow{OA=R}OH=R\sin 37^\circ$



h را به‌دست می‌آوریم:

$$h=OB-OH=R-R\sin 37^\circ\Rightarrow h=R(1-\sin 37^\circ)\Rightarrow h=3(1-0/6)\Rightarrow h=1/2\,m$$

پایستگی انرژی مکانیکی را برای دو نقطهٔ A و B می‌نویسیم، نقطهٔ B را مبدأ پتانسیل اختیار می‌کنیم:

$$E_A=E_B\Rightarrow U_A+K_A=U_B+K_B\Rightarrow mgh+\frac{1}{2}mv_A^2=0+\frac{1}{2}mv_B^2\Rightarrow v_B^2=v_A^2+2gh\Rightarrow v_B^2=1+2\times 10\times 1/2\Rightarrow v_B^2=25\Rightarrow v_B=5\,m/s$$

۳۲- گزینهٔ ۱ ©

چون نیروهای اتلافی ناچیز است، مقدار انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند. اگر سطح افقی که از B می‌گذرد را سطح مبنا بگیریم، مطابق پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$E_A=E_B\Rightarrow mgh+0=\frac{1}{2}mv^2+0\Rightarrow v^2=2gh\Rightarrow v=\sqrt{2gh}$$

می‌بینیم که سرعت هر یک از دو جسم فقط به مقدار تغییرات ارتفاع و شتاب گرانش بستگی دارد یعنی جرم و طول مسیر در آن بی‌تأثیر هستند. پس داریم: $v_1=v_2$

۳۳- گزینهٔ ۴ Ⓑ

انرژی پتانسیل هر دو به ترتیب m_Agh و m_Bgh است که وقتی به پایین مسیر می‌رسند تبدیل به انرژی جنبشی $\frac{1}{2}m_Av_A^2$ و $\frac{1}{2}m_Bv_B^2$ می‌شود پس:

$$\begin{cases}m_Agh=\frac{1}{2}m_Av_A^2\Rightarrow v_A=\sqrt{2gh}\\ m_Bgh=\frac{1}{2}m_Bv_B^2\Rightarrow v_B=\sqrt{2gh}\end{cases}\Rightarrow v_A=v_B$$

۳۴- گزینهٔ ۲ Ⓑ

اگر انرژی جنبشی گلولهٔ سنگین‌تر را با K_2 و انرژی جنبشی گلولهٔ سبک‌تر را با K_1 نمایش دهیم داریم:

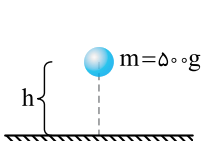
$$K_2=5K_1$$

بنا بر اصل پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی پتانسیل هر جسم به انرژی جنبشی آن جسم تبدیل شده است. پس:

$$U_1=K_1\quad,\quad U_2=K_2$$

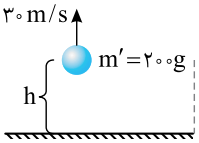
$$\begin{cases}mgh=K_1\\ 3mgH=5K_1\end{cases}\xrightarrow{\text{تقسیم طرفین روابط}}\frac{h}{3H}=\frac{1}{5}\Rightarrow 3H=5h\Rightarrow\frac{H}{h}=\frac{5}{3}$$

۳۵- گزینهٔ ۳ (C) بنابر پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی جنبشی گلولهٔ اول هنگام رسیدن به زمین برابر انرژی پتانسیل اولیهٔ آن است. انرژی جنبشی گلولهٔ دوم هنگام رسیدن به زمین برابر مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل اولیه است.



$U_1 = K_2 \ , \ K_2 = K'_2$

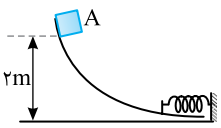
$mgh = K_2$



$U'_1 + K'_1 = K'_2 \Rightarrow m'gh + \frac{1}{2}m'v_0^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2}m'v_0^2 = gh(m-m')$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\times 0/2\times 900 = 10\times h(0/3) \Rightarrow h = \frac{90}{3} = 30m$

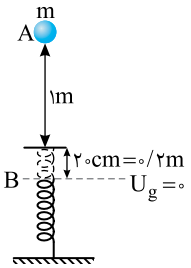
۳۶- گزینهٔ ۴ (B) در ابتدا دستگاه انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی دارد. در انتها تمام این انرژی، تبدیل به انرژی کشسانی فنر شده است.



$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_g = U_e + 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = U_e \Rightarrow U_e = (\frac{1}{2}\times 0/4\times 16) + (0/4\times 10\times 2) = 11/2J$

U_g انرژی پتانسل گرانشی و U_e انرژی پتانسیل کشسانی فنر است.

۳۷- گزینهٔ ۲ (C) نقطه‌ای که فنر به بیشینهٔ تراکم می‌رسد را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی گرفته و پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم:



$E_A = E_B \Rightarrow U_A + \underbrace{K_A}_{0} = U_B + \underbrace{K_B}_{0} \Rightarrow mgh_A = U_B$

$\Rightarrow m\times 10\times 1/2 = 36 \Rightarrow m = 3\ kg$

۳۸- گزینهٔ ۴ (B) وقتی جسم در هوا سقوط می‌کند انرژی پتانسیل گرانشی آن کاهش می‌یابد ولی به دلیل وجود مقاومت هوا قسمتی از آن تلف شده و بقیهٔ آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و اندازهٔ کاهش انرژی پتانسیل بیشتر از افزایش انرژی جنبشی می‌باشد. پس انرژی پتانسیل بیشتر از ۳۰۰ ژول کاهش می‌یابد.

۳۹- گزینهٔ ۲ (A) قطعه سنگ موجود در بالای کوه به علت ارتفاع زیاد آن دارای انرژی پتانسیل گرانشی است و با غلتیدن قطعه سنگ روی سنگ‌های دیگر انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود که صرف بالا رفتن تدریجی تندی سنگ می‌شود، هم‌چنین به علت اصطکاک موجود بین قطعات سنگ مقداری انرژی نیز به صورت گرما آزاد می‌شود.

۴۰- گزینهٔ ۴ (B) در هر ثانیه $30kJ$ از انرژی جنبشی اولیهٔ جسم، صرف غلبه بر نیروهای مقاوم می‌شود. اگر زمان توقف t باشد داریم:

$\frac{1}{2}mv_1^2 = 30000t \Rightarrow \frac{1}{2}\times 1000\times 30^2 = 30000t \Rightarrow t = 15s$

۴۱- گزینهٔ ۱ (A) با توجه به رابطهٔ انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

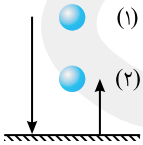
$K_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times 0/025\times 400^2 = \frac{1}{2}\times 0/025\times 160000 = 2\times 10^3\ J$

تمام انرژی جنبشی به گرما تبدیل شده است، پس 2×10^3 ژول گرما ایجاد می‌شود.

۴۲- گزینهٔ ۱ (B) کاهش انرژی جنبشی به انرژی درونی تبدیل می‌شود.

$\begin{cases} K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}\times 0/2\times 100 = 10J \\ K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}\times 0/2\times 81 = 8/1J \end{cases} \Rightarrow \Delta K = 10 - 8/1 = 1/9J$

۴۳- گزینهٔ ۱ (B) از انرژی پتانسیل گرانشی اولیهٔ آن به اندازهٔ ۲ ژول کاسته می‌شود، پس داریم:



$\text{اتلاف انرژی} = E_1 - E_2 \Rightarrow 2 = mgh_1 - mgh_2$

$\Rightarrow 2 = 0/1\times 10\times 10 - 0/1\times 10h_2 \Rightarrow h_2 = 8m$

۴۴- گزینهٔ ۴ (B) جسم از سطح زمین رو به بالا پرتاب شده است و تا لحظهٔ توقف، از انرژی جنبشی آن ۵۰ ژول کم شده است. در این صورت، انرژی جنبشی اولیهٔ آن برابر است با:

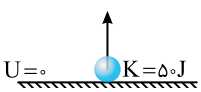
$\Delta K = -50J \Rightarrow 0 - K_1 = -50J \Rightarrow K_1 = 50J$

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آن در مسیر $30J$ بوده است و در سطح زمین انرژی پتانسیل گرانشی جسم صفر است. بنابراین:

$U_2 - U_1 = 30 \Rightarrow U_2 - 0 = 30 \Rightarrow U_2 = 30\ J$

با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow 30 - 50 = W_f \Rightarrow W_f = -20J$



اکنون نسبت کار نیروی مقاومت هوا به انرژی اولیهٔ جسم را حساب می‌کنیم:

$\frac{|W_f|}{E_1} = \frac{20}{50} = 40\%$

۴۵- گزینهٔ ۲ با توجه به پایستگی انرژی داریم:

$$E_2-E_1=W_f\Rightarrow K_2+U_2-(K_1+U_1)=W_f\Rightarrow \Delta K+\Delta U_g=W_f \qquad (1)$$

نسبت اندازهٔ تغییرات انرژی جنبشی به اندازهٔ تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر $\frac{2}{3}$ شده است البته توجه کنید که جسم در حال سقوط است و $-\frac{\Delta K}{\Delta U}$ می‌باشد.

$$\frac{\Delta K}{\Delta U_g}=-\frac{2}{3}\Rightarrow \Delta K=-\frac{2}{3}\Delta U_g \ (2) \xrightarrow{(1),(2)} -\frac{2}{3}\Delta U_g+\Delta U_g=W_f\Rightarrow \frac{1}{3}\Delta U_g=W_f$$

از طرفی چون $\Delta U_g=-W_{mg}$ است، بنابراین:

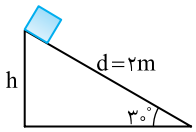
$$-\frac{1}{3}W_{mg}=W_f\Rightarrow \frac{W_f}{W_{mg}}=-\frac{1}{3}$$

۴۶- گزینهٔ ۳ خط فکری: هنگام رها شدن بسته با توجه به توضیح پاسخ تست قبل، تندی بسته برابر تندی بالگرد است از این‌رو $v_1=30m/s$ است. بنا بر قانون پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$E_2-E_1=W_f\Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2-(\frac{1}{2}mv_1^2+mgh)=W_f\Rightarrow \frac{1}{2}\times 8\times v^2-(\frac{1}{2}\times 8\times 900+8\times 10\times 60)=-2/0\times 10^3 J$$

$$4v^2-(3600+4800)=-2/0\times 10^3\Rightarrow 4v^2=8400-2000\Rightarrow v^2=1600\Rightarrow v=40m/s$$

۴۷- گزینهٔ ۴ در پایین آمدن جسم، ۰/۲ از انرژی پتانسیل گرانشی به گرما تبدیل می‌شود و ۰/۸ انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



$$h=d\sin 30^\circ=2\times\frac{1}{2}=1\,m\ ,\ \frac{1}{2}mv^2=0/8mgh\Rightarrow \frac{1}{2}v^2=0/8\times 10\times 1\Rightarrow v=4m/s$$

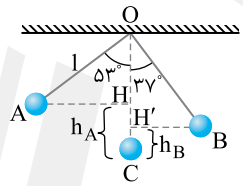
۴۸- گزینهٔ ۴

$$\begin{cases} K_1=\frac{1}{2}mv_0^2 \\ K_2=\frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2=\frac{1}{8}mv_0^2 \end{cases}\Rightarrow \Delta K=\frac{1}{8}mv_0^2-\frac{1}{2}mv_0^2\Rightarrow \Delta K=-\frac{3}{4}(\frac{1}{2}mv_0^2)=-0/75K_1$$

۴۹- گزینهٔ ۱ پایین‌ترین نقطهٔ مسیر (C) را مبدأ پتانسیل می‌گیریم. ارتفاع گلولهٔ آونگ را در نقاط A و B نسبت به C به کمک مثلثات به‌دست می‌آوریم.

در مثلث OAH داریم:

$$\cos 53^\circ=\frac{OH}{OA}\Rightarrow 0/6=\frac{OH}{l}\Rightarrow OH=0/6l$$



$$h_A=OC-OH=l-0/6l\Rightarrow h_A=0/4l$$

در مثلث OBH':

$$\cos 37^\circ=\frac{OH'}{OB}\Rightarrow 0/8=\frac{OH'}{l}\Rightarrow OH'=0/8l$$

$$h_B=OC-OH'=l-0/8l\Rightarrow h_B=0/2l$$

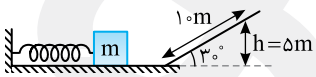
اکنون انرژی گلوله را در نقاط A و B حساب کرده و از هم کم می‌کنیم تا مقدار اتلاف به‌دست آید:

$$\Delta E_{\text{اتلاف}}=E_B-E_A=mgh_B-mgh_A=mg(0/2l-0/4l)\Rightarrow \Delta E_{\text{اتلاف}}=-0/2mgl$$

نسبت اندازهٔ ΔE به E_A خواهد شد:

$$\frac{|\Delta E|}{E_A}=\frac{0/2mgl}{0/4mgl}=\frac{1}{2}$$

۵۰- گزینهٔ ۴ چون ۶۰٪ از انرژی مکانیکی اولیه تلف می‌شود، بنابراین ۴۰٪ از انرژی مکانیکی اولیه (انرژی پتانسیل کشسانی مجموعهٔ جرم و فنر) به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود و می‌توان نوشت:



$$\frac{40}{100}U_{\text{فنر}}=U_{\text{گرانشی}}\Rightarrow \frac{4}{10}U_{\text{فنر}}=mgh\Rightarrow U_{\text{فنر}}=\frac{10}{4}mgh$$

$$h=l\times\sin 30^\circ\Rightarrow h=10\times\frac{1}{2}=5\,m\Rightarrow U_{\text{فنر}}=\frac{10}{4}\times 0/2\times 10\times 5\Rightarrow U_{\text{فنر}}=25\,J$$

۵۱- گزینهٔ ۲ ۵۱ درصد از انرژی جنبشی اولیهٔ گلوله در لحظهٔ برخورد به درخت در اثر اصطکاک از بین رفته در واقع:

$$\Delta K=K_2-K_1=-\frac{51}{100}K_1\Rightarrow \Delta K=\frac{1}{2}m(v'^2-v^2)\Rightarrow -\frac{51}{100}(\frac{1}{2}mv^2)=\frac{1}{2}m(v'^2-v^2)$$

$$\Rightarrow -\frac{51}{100}v^2=v'^2-v^2\Rightarrow \frac{49}{100}v^2=v'^2\Rightarrow \frac{v'^2}{v^2}=\frac{49}{100}\Rightarrow \frac{v'}{v}=\frac{7}{10}$$

البته همون ابتدا می‌تونستید بگید ۵۱٪ انرژی جنبشی از بین رفته و ۴۹٪ باقی مونده بنابراین:

$$K_1=\frac{49}{100}K_1\Rightarrow \frac{1}{2}mv'^2=\frac{49}{100}\times\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow v'^2=\frac{49}{100}v^2\Rightarrow \frac{v'}{v}=\frac{7}{10}$$

۵۲- گزینهٔ ۴ توان برابر انرژی مصرف‌شده در واحد زمان است. در این مسأله انرژی مصرفی موتور به صورت انرژی پتانسیل گرانشی در جسم ذخیره می‌شود پس:

$$P=\frac{U}{t}\Rightarrow P=\frac{mgh}{t}\Rightarrow ۲۰۰۰=\frac{۱۰۰۰\times h}{۱۰}\Rightarrow h=۲۰m$$

۵۳- گزینهٔ ۱ چون تندی ثابت است کار نیروی F که جسم را بالا می‌برد با کار نیروی وزن برابر است، پس:

$$۱/۵\,min=۹۰\,s\ ,\ P=\frac{W}{t}=\frac{mgh}{t}=\frac{۱۵۰۰\times ۱۲}{۹۰}=۲۰۰W$$

۵۴- گزینهٔ ۱ کار انجام شده برابر تغییرات انرژی جنبشی است.

$$P=\frac{W_t}{t}\Rightarrow P=\frac{K_۲-K_۱}{t}=\frac{\frac{۱}{۲}\times ۱۲۰۰\times ۱۰^۲-۰}{۶۰}=۱۰۰۰W=۱kW$$

۵۵- گزینهٔ ۲ ابتدا تندی را برحسب m/s به دست می‌آوریم:

$$v=۷۲km/h\xrightarrow{\times\frac{۱۰۰۰}{۳۶۰۰}}v=۲۰\,m/s$$

اکنون انرژی جنبشی آب را به دست می‌آوریم:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲=\frac{۱}{۲}\times ۷۵\times ۴۰۰\Rightarrow K=۱۵۰۰۰J$$

توان مفید برابر است با:

$$P=\frac{۱۵۰۰۰}{۶۰}\Rightarrow P=۲۵۰W\Rightarrow P=۰/۲۵kW$$

۵۶- گزینهٔ ۲ ابتدا با استفاده از معادلهٔ بازده می‌نویسیم:

$$بازده=\frac{P_{خروجی}}{P_{ورودی}}\times ۱۰۰=\frac{P_{خروجی}}{۱۰kW}\times ۱۰۰=۷۵\Rightarrow P_{خروجی}=۷/۵kW$$

پس این تلمبه در هر ثانیه $۷/۵kW\times ۱s=۷/۵kJ$ انرژی به آب می‌دهد. برای این‌که آب به ارتفاع ۱۲m پمپ شود داریم:

$$mgh=۷/۵\times ۱۰^۳\Rightarrow m\times ۱۰\times ۱۲=۷۵\times ۱۰^۲\Rightarrow m=۶۲/۵kg$$

حال با استفاده از چگالی، حجم آب جابه‌جا شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{آب}=۱۰۰۰kg/m^۳\ ,\ ۶۲/۵kg=۶۲/۵kg\times\frac{۱m^۳}{۱۰۰۰kg}\times\frac{۱۰۰۰lit}{۱m^۳}=۶۲/۵lit$$

فصل ۴ دما و گرما

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسخنامه

۱- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به رابطهٔ دماسنجی بین درجه‌بندی سلسیوس و فارنهایت از یک‌سو و درجه‌بندی سلسیوس و کلوین از سوی دیگر می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲ \\ T=\theta+۲۷۳ \end{cases} \xrightarrow{F=T} \theta+۲۷۳=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲ \Rightarrow \frac{۴}{۵}\theta=۲۴۱ \Rightarrow \theta=۳۰۱/۲۵^\circ C$$

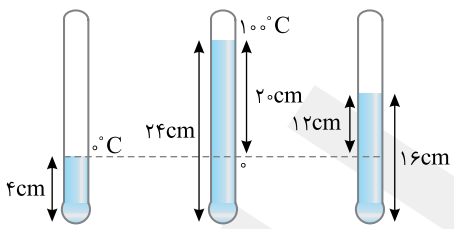
۲- گزینهٔ ۴ (B) با توجه به تبدیل واحد فارنهایت به درجهٔ سلسیوس $\left(F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲\right)$

نمودار $F-\theta$ خطی به شیب $\frac{۹}{۵}$ و عرض از مبدأ ۳۲ می‌باشد، بنابراین گزینهٔ (۱) و (۲) نادرست است. حال با صفر قرار دادن F، طول از مبدأ را نیز به‌دست می‌آوریم:

$$۰=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲ \Rightarrow \frac{۹}{۵}\theta=-۳۲ \Rightarrow \theta \sim -۱۷/۷^\circ C$$

در نتیجه گزینهٔ (۴) درست است.

۳- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به شکل می‌بینیم که هر ۲۰ cm از طول مایع به $۱۰۰^\circ C$ تقسیم شده است، بنابراین با یک تناسب ساده داریم:



$$\frac{۲۰cm}{۱۲cm}=\frac{۱۰۰^\circ C}{x} \Rightarrow x=۶۰^\circ C$$

۴- گزینهٔ ۴ (A) کافی است که رابطهٔ انبساط طولی را بنویسیم.

$$\Delta L=\alpha L_۱ \Delta\theta \Rightarrow \Delta L=۲\times۱۰^{-۵}\times L_۱\times۱=۲\times۱۰^{-۵}L_۱$$

۵- گزینهٔ ۴ (A) انبساط قطر (یا شعاع) دایره را می‌توان شبیه انبساط طولی یک میله فرض کرد.

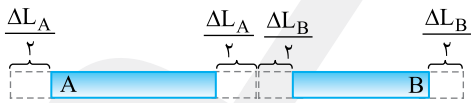
$$\Delta L=\alpha L_۱ \Delta\theta \Rightarrow \Delta R=\alpha R \Delta\theta$$

۶- گزینهٔ ۴ (B) برای اینکه در هر دمایی اختلاف طول دو میله یکسان باشد، باید افزایش طول دو میله با هم برابر باشد:

$$\Delta L_۱=\Delta L_۲ \Rightarrow \alpha_۱ L_۱ \Delta\theta_۱=\alpha_۲ L_۲ \Delta\theta_۲ \xrightarrow[\Delta\theta_۱=\Delta\theta_۲]{\text{با توجه به سؤال}} \frac{L_۱}{L_۲}=\frac{\alpha_۲}{\alpha_۱}$$

پس نسبت طول با ضریب انبساط طولی نسبت وارون دارد، بنابراین گزینهٔ (۲) و (۳) می‌تواند درست باشد.

۷- گزینهٔ ۱ (C) چون میله‌ها از طرفین آزاد هستند و مقدار انبساط یا تغییر طول در دو طرف میله یکسان است، بنابراین نیمی از تغییر طول هر یک از میله‌ها را باید به حساب آورد، مثل این است که طول اولیهٔ هر میله نصف شده باشد:



$$\frac{\Delta L_A}{۲}+\frac{\Delta L_B}{۲}=۲ \Rightarrow \alpha_A \frac{L_A}{۲}\Delta\theta+\alpha_B \frac{L_B}{۲}\Delta\theta_B=۲ \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۵}\times۱۵۰\times\theta+۱\times۱۰^{-۵}\times۱۰۰\times\theta=۲ \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۳}\times\theta=۲ \Rightarrow \theta=۵۰۰^\circ C$$

۸- گزینهٔ ۲ (A) ابتدا یادآوری کنیم که منظور از مساحت جانبی مکعب، مساحت چهار وجه دور تا دور مکعب است، بنابراین مساحت جانبی اولیه خواهیم شد:

$$A=۴(a^۲)=۴\times(۲۰)^۲ \Rightarrow A_۱=۱۶۰۰cm^۲$$

اکنون به کمک رابطهٔ انبساط سطحی افزایش دما را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta A=۲\alpha A_۱ \Delta\theta \Rightarrow ۰/۹۶=۲\times۲\times۱۰^{-۵}\times۱۶۰۰\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta=۱۵^\circ C$$

دقت کنید تغییر دما بر حسب فارنهایت خواسته شده است از این‌رو:

$$\Delta F=\frac{۹}{۵}\Delta\theta=\frac{۹}{۵}\times۱۵ \Rightarrow \Delta F=۲۷^\circ F$$

۹- گزینهٔ ۳ (B) مساحت قسمت فلزی برابر با اختلاف مساحت مربع بیرونی و مربع داخلی است:

مساحت قسمت فلزی در دمای $۱۰^\circ C$: $A_۱=۴۰^۲-۳۰^۲=۷۰۰\,cm^۲$

اکنون مساحت قسمت فلزی در دمای $۱۱۰^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$A_۲=A_۱(۱+۲\alpha\Delta\theta)=۷۰۰(۱+۲\times۲/۵\times۱۰^{-۴}\times۱۰۰)=۷۰۰\times۱/۰۵=۷۳۵cm^۲$$

۱۰- گزینهٔ ۳ (C) با استفاده از رابطهٔ انبساط سطحی جامدات، $\alpha\Delta\theta$ را به‌دست آورده و در رابطهٔ انبساط حجمی قرار می‌دهیم:

$$\Delta A=(۲\alpha)A_۱\Delta\theta\Rightarrow\frac{۱۵}{۱۰۰}A_۱=(۲\alpha)A_۱\Delta\theta\Rightarrow\alpha\Delta\theta=\frac{۱۵}{۲۰۰}$$

$$\frac{\Delta V}{V_۱}=۳\alpha\Delta\theta=۳\times\frac{۱۵}{۲۰۰}=۲۲/۵٪$$

۱۱- گزینهٔ ۲ (B) ابتدا افزایش حجم بنزین را در اثر افزایش دما به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta V=\beta V_۱\Delta\theta\Rightarrow\Delta V=۱۰^{-۳}\times۶۵\times\underbrace{۱۰^{۳}}_{\text{برای تبدیل } L \text{ به } cm^۳}\times(۴۰-۱۰)\Rightarrow\Delta V=۱۹۵۰cm^۳$$

شخص باک را پر کرده است و هر افزایش حجم بنزینی که رخ دهد همان مقدار بنزین از باک سر ریز می‌شود.

نتیجه: هرگز نباید باک خودرو را از بنزین پُر کرد، به‌ویژه در روزهای داغ تابستان.

۱۲- گزینهٔ ۱ (B) حجم مایعی که از ظرف بیرون می‌ریزد برابر با اختلافی است که در اثر افزایش دما در افزایش حجم مایع و ظرف وجود دارد:

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=۳\alpha\times V_۱\times\Delta\theta=۳\times۲\times۱۰^{-۵}\times۱۰۰۰\times۱۰۰=۶cm^۳$$

$$\Delta V_{\text{مایع}}=V_۱\beta\Delta\theta=۱۰۰۰\times\beta\times۱۰۰=۱۰^{۵}\beta$$

$$\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}=۱۰^{۵}\beta-۶=۲۴\Rightarrow۱۰^{۵}\beta=۳۰\Rightarrow\beta=۳\times۱۰^{-۴}K^{-۱}$$

۱۳- گزینهٔ ۴ (A) ظرفیت گرمایی (C) سه جسم یکسان بوده و دمای هر سه برابر دمای جوش آب $(۱۰۰^\circ C)$ است، بنابراین $(Q=C\Delta\theta)$ برای هر سه یکسان است و مقدار پارافین ذوب شده در هر سه برابر است. $(m_۱=m_۲=m_۳)$

۱۴- گزینهٔ ۳ (B) هر مقدار که از انرژی جسم کاسته شود، به صورت انرژی گرمایی ظاهر شده و سبب افزایش دمای جسم می‌شود.

$$mgh_۱-mgh_۲=mc\Delta\theta\Rightarrow۱۰\times۱۰-۱۰\times۵=۴۰۰\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۰/۱۲۵^\circ C$$

۱۵- گزینهٔ ۲ (A) فرض مسأله را نوشته و مقدار $\Delta\theta$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۶۰}{۱۰۰}K=Q\Rightarrow\frac{۶}{۱۰}\times\frac{۱}{۲}mv^۲=mc\Delta\theta\Rightarrow\frac{۳}{۱۰}(۱۰۰)^۲=۴۰۰\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۷/۵^\circ C$$

۱۶- گزینهٔ ۲ (B) توان گرمایی گرمکن برابر $۶۰W$ است. گرمای داده شده به مایع را در مدت زمان $۴۰۰s$ به‌دست می‌آوریم:

$$Pt=Q\Rightarrow۶۰\times۴۰۰=۲\times c\times(۱۵-۵)\Rightarrow c=۱۲۰۰J/kg.^\circ C$$

پرسش: دمای یک قطعه فلز ۰/۶ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در مدت دو دقیقه به اندازهٔ $۲۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم. گرمای ویژهٔ قطعه را به‌دست آورید، حدس می‌زنید که گرمای ویژهٔ واقعی قطعه از مقداری که شما به‌دست آوردید، بیشتر است یا کمتر؟

پاسخ: توان مصرفی گرمکن $۵۰W$ است و در واقعیت همهٔ $۵۰W$ صرف بالا بردن دمای قطعه فلز نمی‌شود، بنابراین جسم برای این افزایش دما گرمای کمتری دریافت کرده است.

$$Pt=mc\Delta\theta$$

$$c=\frac{۵۰\times۱۲۰}{۰/۶\times۲۰}=۵۰۰J/kg^\circ C$$

بنابراین مقدار به‌دست آمده از راه محاسبه بیشتر از مقدار واقعی است.

۱۷- گزینهٔ ۲ (B) ابتدا تغییر دمای جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow-۱۲۶۰=۵۰\times۴/۲\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=-۶^\circ C$$

حال تغییر چگالی را بررسی می‌کنیم:

$$\Delta\rho=-\rho_۱\beta\Delta\theta=-۱\times۲/۷\times۱۰^{-۲}\times(-۶)=۱۶/۲\times۱۰^{-۲}=۰/۱۶۲g/cm^۳$$

۱۸- گزینهٔ ۲ (B) چون جرم کره توخالی کمتر است، طبق رابطهٔ $Q=mc\Delta\theta$ به ازای گرمای معین، افزایش دمای بیشتری خواهد داشت و مطابق $\Delta V=V_۱(۳\alpha)\Delta\theta$ به ازای $V_۱$ برابر و جنس یکسان، افزایش حجم کره توخالی بیشتر است.

۱۹- گزینهٔ ۱ (A) گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ (۱): گرما، انرژی انتقال یافته بین دو جسم است که با هم اختلاف دما دارند و عبارت «گرمای موجود در یک جسم» نادرست است.

گزینهٔ (۲): در دماسنج‌های معمولی، تعادل گرمایی بین دماسنج و محیط صورت می‌گیرد و به همین دلیل می‌گوییم دماسنج‌های معمولی دمای خودشان را نشان می‌دهند.

گزینهٔ (۳): از دیدگاه میکروسکوپی یعنی در مقیاس مولکولی یا اتمی در حین انتقال گرما، انرژی‌های جنبشی و پتانسیل مربوط به حرکت‌های کاتوره‌ای اتم‌ها یا مولکول‌ها تغییر می‌کند و اگر جسم گرما از دست دهد، این انرژی‌ها کاهش می‌یابند.

گزینهٔ (۴): اولین بار ژول فیزیکدان انگلیسی، نشان داد که انرژی مکانیکی قابل تبدیل شدن به گرماست.

۲۰- گزینهٔ ۴ (B) با توجه به رابطهٔ تعادل گرمایی داریم:

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m_1c(\theta-\theta_1)+m_2c(\theta-\theta_2)=0\Rightarrow m_1(\theta-\theta_1)+m_2(\theta-\theta_2)=0\Rightarrow m_1\theta=m_1\theta_1-m_2\theta+m_2\theta_2=0$$

$$\Rightarrow m_1\theta+m_2\theta=m_1\theta_1+m_2\theta_2\Rightarrow\theta(m_1+m_2)=m_1\theta_1+m_2\theta_2\Rightarrow\theta=\frac{m_1\theta_1+m_2\theta_2}{m_1+m_2}$$

اگر در تبادل گرمایی بین اجسام، هیچ‌یک از آن تغییر حالت ندهند، یعنی مثلاً در اثر دریافت گرما، ذوب یا تبخیر نشود، آن‌گاه می‌توان ثابت کرد که دمای تعادل همواره برابر است با:

$$\theta=\frac{m_1c_1\theta_1+m_2c_2\theta_2+\dots}{m_1c_1+m_2c_2+\dots}$$

در اینجا چون هر دو آب هستند پس $c_1=c_2$ است، بنابراین:

$$\theta=\frac{c(m_1\theta_1+m_2\theta_2)}{c(m_1+m_2)}\Rightarrow\theta=\frac{m_1\theta_1+m_2\theta_2}{m_1+m_2}$$

۲۱- گزینهٔ ۲ (C) همهٔ گرمایی که قطعه مس از دست می‌دهد، به آب نمی‌رسد بلکه فقط $\frac{4}{5}$ این مقدار گرما را آب دریافت می‌کند، بنابراین رابطهٔ تعادل گرمایی را این‌گونه می‌نویسیم:

$$\underbrace{\frac{4}{5}Q_1}_{\text{گرمایی که مس از دست می‌دهد}}+\underbrace{Q_2}_{\text{گرمایی که آب می‌گیرد}}=0\Rightarrow\frac{4}{5}m_1c_1(\theta-\theta_1)+m_2c_2(\theta-\theta_2)=0\Rightarrow\frac{4}{5}\times\frac{2}{10}\times4200(\theta-100)+\frac{6}{10}\times4200(\theta-20)=0\xrightarrow{\div420}\frac{8}{50}\times(\theta-100)+6(\theta-20)=0$$

$$0/16\theta-16+6\theta-120=0\Rightarrow6/16\theta=136\Rightarrow\theta\sim22^\circ C$$

۲۲- گزینهٔ ۳ (A) با کاهش فشار، نقطهٔ جوش آب کاهش می‌یابد. می‌دانیم در فشار $1atm$ آب در دمای $100^\circ C$ می‌جوشد. اکنون مقدار دمای $100^\circ C$ را برحسب فارنهایت به‌دست می‌آوریم:

$$F=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow F=212^\circ F$$

بنابراین با کاهش فشار نقطهٔ جوش از $212^\circ F$ کمتر خواهد بود.

۲۳- گزینهٔ ۴ (A) ابتدا یخ $-20^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود، سپس یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود:

$$Q=Q_1+Q_2=mc\Delta\theta+mL_F=5\times2/1\times20+5\times340=1910\,kJ$$

۲۴- گزینهٔ ۲ (A) گرمای گرفته شده از آب برای یخ زدن برابر $Q=-mL_F$ است، با توجه به سؤال گرمای گرفته شده از آب $-40/2kJ$ است از این‌رو:

$$Q=-mL_F\Rightarrow-40/2\times10^3=-m\times335\times10^3\Rightarrow m=\frac{40/2}{335}=0/12\,kg=120\,g$$

بنابراین $120\,g$ از آب یخ می‌زند و $180-120=60g$ آب باقی می‌ماند.

۲۵- گزینهٔ ۲ (A) گرمای لازم برای تبخیر سطحی برابر $Q=mL_V$ است. جرم آب تبخیر سطحی شده (m) یکسان است اما هرچه دمای آب بیشتر باشد مطابق جدول روبه‌رو که در کتاب درسی نیز آمده است گرمای نهان تبخیر (L_V) آن کمتر است، پس هر آبی که دمای بیشتری دارد، گرمای کمتری برای تبخیر سطحی نیاز دارد و گزینهٔ (۲) درست است.

مقادیر L_V برای آب در دماهای مختلف*

دما $(^\circ C)$	$L_V(kJ/kg)$
۰	۲۴۹۰
۱۵	۲۴۵۴
۵۰	۲۳۷۴
۱۰۰	۲۲۵۶
۱۵۰	۲۱۱۵
۲۰۰	۱۹۴۰

* مقادیر تا $100^\circ C$ در فشار $1atm$ است.

۲۶- گزینهٔ ۲ (A) در این‌جا هم یخچال با توان ثابتی از مواد درون خود گرما می‌گیرد، پس می‌توانیم تناسب بنویسیم:

$$\begin{array}{c|c}mc\Delta\theta & 15\\ \hline mL_F & t\end{array}\Rightarrow t=\frac{336\times15}{4/2\times12}=100\,min$$

۲۷- گزینهٔ ۲ (B) ابتدا کل گرمایی را که در مدت یک دقیقه به یخ داده می‌شود محاسبه می‌کنیم:

$$Q=Pt=500\times60=30\,kJ$$

حالا ببینیم برای اینکه دمای ۱۰۰ گرم یخ از $-30^\circ C$ به $0^\circ C$ برسد، چقدر گرما نیاز است:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=\frac{1}{10}\times2100\times30=6/3kJ$$

چون $30>6/3$ است می‌توان گفت که حتماً دمای یخ به $0^\circ C$ می‌رسد.

حال باید دید که آیا مقدار گرمای باقی‌مانده $23/7kJ=6/3-30$ می‌تواند تمام یخ را ذوب کند یا نه؟

$$Q=mL_F=\frac{1}{10}\times340=34kJ>23/7kJ$$

بنابراین فقط مقداری از یخ ذوب می‌شود و مخلوط آب و یخ $0^\circ C$ داریم.

۲۸- گزینهٔ ۴ ۱۰۰ گرم یخ باقی‌مانده است، پس دمای تعادل $0^\circ C$ است. گرمایی که آب $50^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش $0^\circ C$ شود، صرف ذوب یخ $0^\circ C$ شده است، از این رو: (B)

$$Q=mc\Delta\theta=m_i L_F \Rightarrow 800\times 4200\times 50=336000\, m_i \Rightarrow m_i=500\,g$$ یخ ذوب شده

بنابراین جرم یخ اولیه برابر $500+100=600\,g$ است.

۲۹- گزینهٔ ۱ چون دمای آب از دمای یخ بیشتر است، آب گرما از دست می‌دهد، ولی باید توجه داشت که جرم آب خیلی بیشتر از یخ است، بنابراین مقداری از آب اطراف یخ منجمد می‌گردد. پس بر جرم یخ افزوده می‌شود. (B)

یخ $-10^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1}$ یخ $0^\circ C$ ، مقداری آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ یخ $0^\circ C$

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m_1 c\Delta\theta-m_2 L_F=0\Rightarrow 80\times\frac{1}{2}\times(10)=m_2\times 80\Rightarrow m_2=5\,g$$

۳۰- گزینهٔ ۳ سرعت انتشار گرما از طریق تابش هم‌اندازه با سرعت نور است. (B)

۳۱- گزینهٔ ۴ فشار ثابت است، بنا بر قانون گازها می‌توان نوشت: (C)

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$$

اما در حل این تست باید از خواص تناسب کمک گرفت، به این صورت که تفضیل در صورت انجام دهیم:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}\Rightarrow\frac{V_2-V_1}{V_1}=\frac{T_2-T_1}{T_1}\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}=\frac{\Delta T}{T_1}\Rightarrow\frac{\frac{1}{546}V_1}{V_1}=\frac{1}{T_1}\Rightarrow T_1=546\,K\Rightarrow\theta=273^\circ C$$

۳۲- گزینهٔ ۴ دماها را بر حسب کلوین می‌نویسیم و از قانون گازها استفاده می‌کنیم: (B)

$$P_1=3\,atm\ ,\ T_1=162+273=435K$$

$$P_2=?\ ,\ T_2=17+273=290K\ ,\ V_2=\frac{1}{2}V_1$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{3V_1}{435}=\frac{P_2\times\frac{1}{2}V_1}{290}\Rightarrow P_2=6\times\frac{290}{435}=4\,atm$$

۳۳- گزینهٔ ۲ فرایند گاز در حجم ثابت می‌باشد. ابتدا دماها را برحسب کلوین می‌نویسیم: (A)

$$T_1=273+27=300K\ ,\ T_2=273+87=360K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}\Rightarrow\frac{P_1}{300}=\frac{P_2}{360}\Rightarrow P_2=1/2P_1$$

اکنون تغییر فشار را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta P=P_2-P_1\Rightarrow\Delta P=1/2P_1-P_1=0/2P_1\Rightarrow\Delta P=20\%P_1$$

بنابراین فشار ٪۲۰ افزایش یافته است.

۳۴- گزینهٔ ۱ با توجه به داده‌های مسأله خواهیم داشت: (C)

$$P_2=P_1+0/25P_1=1/25P_1=\frac{5}{4}P_1\ ,\quad T_2=T_1-0/2T_1=0/8T_1=\frac{4}{5}T_1$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{\frac{5}{4}P_1V_2}{\frac{4}{5}T_1}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{16}{25}=\frac{64}{100}$$

به طریق روبه‌رو عمل می‌کنیم:

$$\frac{V_2}{V_1}-1=\frac{64}{100}-1\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}=-\frac{36}{100}$$

علامت منفی به معنی کاهش حجم است.

۳۵- گزینهٔ ۴ **خط فکری:** در این سؤال نسبت شعاع کره‌ها داده شده است، بنابراین باید حجم گاز درون کره‌ها را از رابطهٔ $V=\frac{4}{3}\pi R^3$ به‌دست آوریم. (B)

مقدار گاز تغییر نکرده پس $\frac{PV}{T}$ گاز ثابت می‌ماند و اگر شیر را باز کنیم گاز در کل مخزن پخش می‌شود، بنابراین حجم گاز که در ابتدا برابر $V_1=V_A=\frac{4}{3}\pi R_A^3$ بوده، بعد از باز شدن شیر به مقدار $V_2=V_A+V_B=\frac{4}{3}\pi R_A^3+\frac{4}{3}\pi R_B^3$ می‌رسد و با توجه به صورت سؤال $P_2=\frac{P_1}{2}$ است. اکنون به کمک قانون گازهای کامل مسئله را حل می‌کنیم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\frac{P_2}{P_1}\times\frac{V_2}{V_1}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\frac{1}{2}\times\frac{\frac{4}{3}\pi(R_A^3+R_B^3)}{\frac{4}{3}\pi R_A^3}\xrightarrow{R_A=2R_B}\frac{T_2}{T_1}=\frac{1}{2}\times\frac{8R_B^3+R_B^3}{8R_B^3}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\frac{1}{2}\times\frac{9}{8}=\frac{9}{16}$$

۳۶- گزینهٔ ۳ (B) تعداد مول‌های گاز هیدروژن را حساب می‌کنیم:

$$n=\frac{m}{M}=\frac{۴}{۲}=۲mol$$

هرگاه در حل مسأله مقدار R را مشخص نکند، از مقایسهٔ شرایط مسأله با شرایط متعارفی که در آن حجم یک مول گاز $(n_۱=۱)$ در دمای $T_۱=۲۷۳\,K$ و فشار $P_۱=۱atm$، برابر $V_۱=۲۲/۴L$ است، استفاده می‌کنیم:

$$\underbrace{\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}}_{\text{شرایط متعارفی}}=\underbrace{\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}}_{\text{شرایط مسئله}}\Rightarrow\frac{۱\times۲۲/۴}{۱\times۲۷۳}=\frac{P_۲\times۵/۶}{۲\times۲۷۳}\Rightarrow P_۲=۸\,atm$$

۳۷- گزینهٔ ۱ (B) در هر $۱cm^۳$ گاز، تعداد مولکول‌های هیدروژن ۱۰۰۰ عدد است، بنابراین در هر متر مکعب گاز، تعداد مولکول‌ها $۱۰۰۰\times۱۰^۶=۱۰^۹$ مولکول می‌شود و اگر حجم گاز V متر مکعب باشد، تعداد مولکول‌های گاز $N=V\times۱۰^۹$ خواهد بود. اکنون تعداد مول‌های گاز را حساب می‌کنیم:

$$n=\frac{N}{N_A}=\frac{V\times۱۰^۹}{۶\times۱۰^{۲۳}}$$

قانون گازهای آرمانی را می‌نویسیم و فشار گاز در سحابی را به‌دست می‌آوریم:

$$PV=nRT\Rightarrow P\times V=\frac{V\times۱۰^۹}{۶\times۱۰^{۲۳}}\times۸\times۱۰۰۰۰\Rightarrow P=\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۱۰}\,Pa$$

۳۸- گزینهٔ ۱ (C) این مطلب را باز تکرار می‌کنیم که همواره حجم گاز با حجم محفظه‌اش برابر است، بنابراین حجم گاز در ابتدا $V=۲۰L$ است و پس از خارج شدن مقدار V_{out} لیتر گاز از محفظه، حجم گاز باقی‌مانده درون محفظه هم‌چنان $V_{in}=۲۰L$ است. باید مجموع مول‌های گاز در ابتدا و انتهای کار برابر باشد:

$$n=n_{in}+n_{out}\Rightarrow\frac{PV}{T}=\frac{P_{in}V_{in}}{T_{in}}+\frac{P_{out}V_{out}}{T_{out}}\Rightarrow\frac{۵\times۲۰}{T}=\frac{۳\times۲۰}{T}+\frac{۲\times V_{out}}{\frac{۱}{۲}T}\Rightarrow V_{out}=۱۰\,L$$

۳۹- گزینهٔ ۲ (A) **خط فکری:** فشارسنج‌ها فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند، اما در قانون گازهای آرمانی ما فشار مطلق $(P_۰+P_{\text{پیمانه‌ای}})$ را قرار می‌دهیم:

$$\begin{cases}V_۱=۴L\\T_۱=۲۷۳+۲۷=۳۰۰K\\P_۱=P_۰+P_{\text{پیمانه‌ای}}=۴+۱=۵atm\end{cases}\qquad\begin{cases}V_۲=۸L\\T_۲=۲۷۳+۸۷=۳۶۰K\\P_۲=P_۰+P'_{\text{پیمانه‌ای}}=۱+P'_{\text{پیمانه‌ای}}\end{cases}$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۵\times۴}{۳۰۰}=\frac{(۱+P'_{\text{پیمانه‌ای}})\times۸}{۳۶۰}\Rightarrow۱+P'_{\text{پیمانه‌ای}}=۳\Rightarrow P'_{\text{پیمانه‌ای}}=۲atm$$

۴۰- گزینهٔ ۴ (D) ابتدا فشار هوای داخل لوله را به‌دست می‌آوریم:

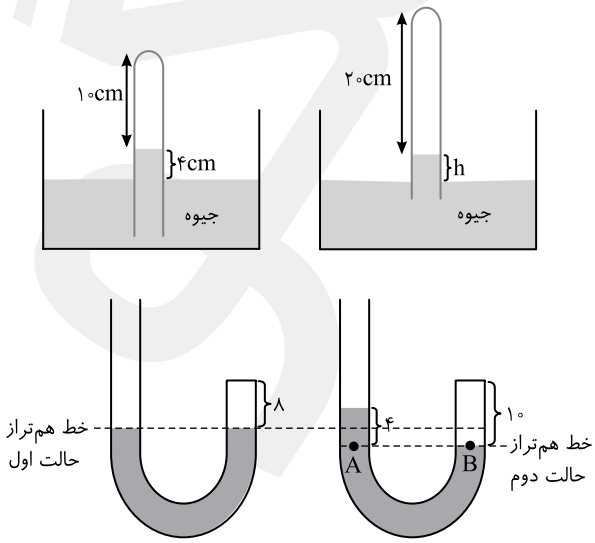
$$P_۰=P_۱+۴\Rightarrow P_۱=۷۶-۴=۷۲\,cmHg$$

فشار گاز در حالت دوم برابر است با: $P_۰=h+P_۲\Rightarrow P_۲=۷۶-h$

قانون گازها را می‌نویسیم:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow۷۲\times۱۰A=(۷۶-h)۲۰A\Rightarrow h=۴۰\,cm$$

$$\text{تغییر طول لوله}=\underbrace{(۲۰+h)}_{\text{طول ثانویه}}-\underbrace{(۱۰+۴)}_{\text{طول اولیه}}=۴۶\,cm$$



۴۱- گزینهٔ ۲ (C) وقتی که اختلاف سطح جیوه در طرفین لوله به ۴cm می‌رسد، باید گفت که سطح جیوه در سمت راست، به اندازهٔ ۲cm پایین‌تر آمده است، بنابراین طول ستون هوا در سمت راست از ۸cm به ۱۰cm می‌رسد. در حالت اول، فشار هوای محبوس در لوله $P_۱=P_۰$ است و در حالت دوم:

$$P_B=P_A:P_۲=P_۰+۴=۸۰cmHg$$

حالا قانون گازها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{V=Ah}\frac{۷۶\times۸}{۳۱+۲۷۳}=\frac{۸۰\times۱۰}{T_۲}\Rightarrow\frac{۷۶}{۳۰۴}=\frac{۱۰۰}{T_۲}\Rightarrow T_۲=۴۰۰K$$

$$\Delta T=۴۰۰-۳۰۴=۹۶K\Rightarrow\Delta\theta=۹۶^\circ C$$

۴۲- گزینهٔ ۴ (B)

طبق رابطهٔ $\rho=\frac{m}{V}$، وقتی حجم و جرم ثابت می‌مانند، چگالی تغییر نمی‌کند.

۴۳- گزینهٔ ۴ (A)

طبق رابطهٔ $\rho=\frac{PM}{RT}$ برای مقدار معینی گاز، گزینه‌های (۱) و (۲) درست هستند و طبق رابطهٔ $\rho=\frac{m}{V}$، گزینهٔ (۳) نیز درست است.

۴۴- گزینهٔ ۳ (B)

$$\rho=\frac{PM}{RT}\Rightarrow\begin{cases}\rho_2=\frac{PM}{RT_2}\\ \rho_1=\frac{PM}{RT_1}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{T_1}{T_2}\xrightarrow[T_2=۲۷۳+۲۷=۳۰۰K]{T_1=۲۷۳+۵۷=۳۳۰K}\frac{\rho_2}{\rho_1}=\frac{۳۳۰}{۳۰۰}=\frac{۱۱}{۱۰}\Rightarrow\Delta\rho=\rho_2-\rho_1=\frac{۱۱}{۱۰}\rho_1-\rho_1=\frac{۱}{۱۰}\rho_1\Rightarrow\Delta\rho=۱۰٪\rho_1$$

فصل ۵ ترمودینامیک

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسخنامه

۱- گزینهٔ ۴ (A) بنابر قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U = W + Q$$

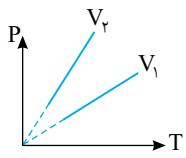
$$W' = ۲۰۰J \Rightarrow W = -۲۰۰J$$

دستگاه گرما گرفته است، پس $Q = +۵۰J$، بنابراین:

$$\Delta U = -۲۰۰ + ۵۰ = -۱۵۰J$$

۲- گزینهٔ ۱ (A) بنا بر قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W + Q$ است که در فرایند هم‌حجم $W = ۰$ است، بنابراین $\Delta U = Q$ بوده و با توجه به اینکه گرمای داده شده به دو گاز برابر است، تغییر انرژی درونی آن‌ها نیز برابر خواهد شد.

۳- گزینهٔ ۲ (A) در فرایند هم‌حجم برای مقدار معینی از یک گاز، حجم گاز با شیب نمودار $P-T$ نسبت وارون دارد و هرچه شیب نمودار بیشتر باشد، حجم کمتر است. اگر شیب را با m نشان دهیم:



$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nR}{V}T \Rightarrow m = \frac{nR}{V} \Rightarrow V \propto \frac{۱}{m}$$

$$m_۱ < m_۲ \Rightarrow V_۱ > V_۲$$

۴- گزینهٔ ۱ (B) کار انجام شده روی گاز، قرینهٔ کاری است که روی محیط انجام می‌شود.

$$W = -W' \Rightarrow W = -۳۰۰J$$

در فرایند هم‌فشار گرما و کار مختلف‌العلامت بوده و مقدار گرما بیشتر از کار است.

$$W < ۰ \Rightarrow Q > ۰ \ , \ Q > W \Rightarrow Q > ۳۰۰J$$

در فرایند هم‌فشار گرما و تغییر انرژی درونی هم‌علامت می‌باشند:

$$Q > ۰ \Rightarrow \Delta U > ۰$$

۵- گزینهٔ ۴ (B) ابتدا تعداد مول‌های گاز را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{۱۰}{۲} = ۵mol$$

کار محیط روی دستگاه را حساب می‌کنیم:

$$w = -nR\Delta T \Rightarrow W = -۵ \times ۸ \times (۳۰۰ - ۱۰۰) \Rightarrow W = -۸۰۰۰J$$

کار دستگاه روی محیط برابر است با:

$$W' = -W \Rightarrow W' = ۸۰۰۰J$$

۶- گزینهٔ ۲ (B) در فرایند هم‌دمای گاز آرمانی، تغییر انرژی درونی صفر است. بنابراین:

$$\Delta U = ۰ \Rightarrow W = -Q$$

۷- گزینهٔ ۲ (B) تغییر انرژی درونی در مسیر AB و CD یکسان است. هر یک از فرایندهای AB و CD هم‌فشارند و در فرایند هم‌فشار می‌توانیم کار را از رابطهٔ $W = -nR\Delta T$ نیز به‌دست آوریم، چون تغییرات دما در دو فرایند یکسان است، کار در دو فرایند هم‌اندازه است.

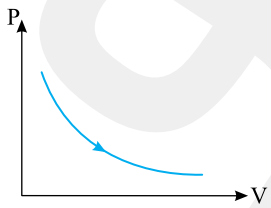
$$W_{AB} = W_{CD} \Rightarrow P_{AB}\Delta V_۱ = P_{CD}\Delta V_۲ \Rightarrow \frac{\Delta V_۲}{\Delta V_۱} = \frac{P_{AB}}{P_{CD}} \Rightarrow \frac{\Delta V_۲}{\Delta V_۱} = \frac{۴}{۲} = ۲$$

۸- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به فرض مسأله و قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = W + Q \ (\text{قانون اول ترمودینامیک}) \xrightarrow{\Delta U = W \quad (\text{فرض مسأله})} Q = ۰$$

چون $Q = ۰$ به‌دست آمد، فرایند بی‌دررو است.

۹- گزینهٔ ۴ (B) در انبساط بی‌دررو گاز آرمانی، حجم گاز افزایش می‌یابد و کار محیط روی دستگاه منفی است $(W < ۰)$. از طرفی گرمای مبادله شده صفر است $(Q = ۰)$، بنابراین طبق رابطهٔ $\Delta U = W$، انرژی درونی کاهش می‌یابد، در نتیجه دمای گاز (T) کاهش می‌یابد. بر طبق رابطهٔ $P = \frac{nRT}{V}$، با کاهش دما و افزایش حجم فشار گاز کاهش می‌یابد. پس حجم، فشار و انرژی درونی هر سه تغییر می‌کنند.



۱۰- گزینهٔ ۳ (A) با حرکت سریع پیستون، تبادل گرما بین گاز و محیط ناچیز بوده و فرایند بی‌دررو است. با انبساط بی‌دررو گاز، کار منفی است پس دمای گاز کاهش می‌یابد و انرژی درونی نیز گاز کاهش می‌یابد.

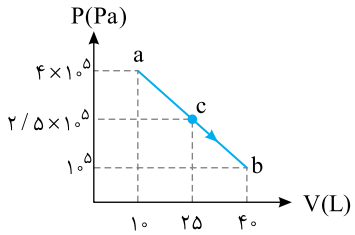
$$Q = ۰ \Rightarrow \Delta U = W \xrightarrow[W<۰]{\text{انبساط}} \Delta U < ۰$$

۱۱- گزینهٔ ۲ (B) نمودار $P-V$ فرایند هم‌دما و بی‌دررو خمیده است. توجه کنید در تراکم هر دو فرایند، فشار افزایش می‌یابد.

در تراکم بی‌دررو چون علاوه بر کاهش حجم، دمای گاز نیز افزایش می‌یابد، فشار بیشتر از فرایند هم‌دما افزایش می‌یابد.

$$P = \frac{nRT\uparrow}{V\downarrow}$$

۱۲- گزینهٔ ۴ (B) در حل این نوع مسائل، در قدم اول دمای ابتدا و انتهای مسیر را به‌دست می‌آوریم:



$$PV=nRT\Rightarrow T=\frac{PV}{nR}\Rightarrow\begin{cases}T_a=\frac{۴\times۱۰^۵\times۱۰}{nR}\\ T_b=\frac{۴۰\times۱۰^۵}{nR}\end{cases}\Rightarrow T_a=T_b$$

بنابراین انرژی درونی دستگاه در حالت a و b برابر است. نقطهٔ c را وسط ab انتخاب می‌کنیم، فشار گاز در این نقطه $\frac{۱۰^۵+۴\times۱۰^۵}{۲}=۲/۵\times۱۰^۵\ Pa$ و حجم گاز $\frac{۱۰+۴۰}{۲}=۲۵\ L$ بوده و دمای گاز برابر است با:

$$T_c=\frac{P_cV_c}{nR}=\frac{۲/۵\times۱۰^۵\times۲۵}{nR}=\frac{۶۲/۵\times۱۰^۵}{nR}>T_a=T_b$$

در این صورت انرژی درونی در نقطهٔ c از a و b بیشتر است، در نتیجه انرژی درونی که تابعی از دما است از a تا b ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

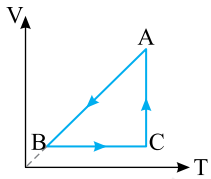
۱۳- گزینهٔ ۲ (B) تغییر انرژی درونی در چرخه صفر است:

$$\Delta U_{ABCA}=\Delta U_{CA}+\Delta U_{AB}+\underbrace{\Delta U_{BC}}_{\text{صفر}}=۰\Rightarrow\Delta U_{CA}+\Delta U_{AB}=۰$$

کار در فرایند هم‌حجم AB صفر و گرمای مبادله شده در فرایند بی‌دررو CA صفر است:

$$W_{CA}+\underbrace{Q_{CA}}_{\text{صفر}}+\underbrace{W_{AB}}_{\text{صفر}}+Q_{AB}=۰\Rightarrow W_{CA}=-Q_{AB}\Rightarrow W_{CA}=-۲۰\ J\xrightarrow{\text{فرایند بی دررو}}\Delta U=W=-۲۰\ J$$

۱۴- گزینهٔ ۳ (B) فرایند AB یک تراکم هم‌فشار است و طی آن حجم و دمای گاز کاهش می‌یابد. فرایند BC یک فرایند هم‌حجم است که طی آن فشار و دمای گاز با دریافت گرما، افزایش می‌یابد. فرایند CA نیز هم‌دما بوده که در آن فشار کاهش و حجم افزایش می‌یابد. بنابراین نمودار V - T آن مطابق شکل رسم شده است.



۱۵- گزینهٔ ۴ (A) فرایند ab هم‌فشار و فرایندهای bc و da هم‌حجم و فرایند cd هم‌دماست و همهٔ این شرایط در گزینهٔ (۴) برقرار است.

۱۶- گزینهٔ ۱ (A) در ماشین بخار در مرحله‌ای که بخار آب حاصل از دیگ بخار با فشار وارد استوانه می‌شود و سبب حرکت پیستون می‌گردد فشار کاهش می‌یابد. بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

۱۷- گزینهٔ ۴ (B) کار تولیدی توسط ماشین گرمایی صرف بالا بردن وزنه با تندی ثابت می‌شود؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$|W|=mgh=۵۰\times۱۰\times۲۰=۱۰۰۰۰J$$

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}\Rightarrow\frac{۲۵}{۱۰۰}=\frac{۱۰۰۰۰}{Q_H}\Rightarrow Q_H=۴۰۰۰۰J=۴۰kJ$$

۱۸- گزینهٔ ۳ (B) در فرایندهای AB و BC دستگاه از محیط گرما دریافت می‌کند (Q_H). در فرایندهای CD و DA، دستگاه به محیط گرما می‌دهد $(|Q_L|)$

$$Q_H=Q_{AB}+Q_{BC}\Rightarrow Q_H=۱۵۰+۲۵۰=۴۰۰J$$

$$|Q_L|=|Q_{CD}|+|Q_{DA}|\Rightarrow|Q_L|=۱۰۰+۵۰=۱۵۰J$$

$$\eta=۱-\frac{|Q_L|}{Q_H}\Rightarrow\eta=۱-\frac{۱۵۰}{۴۰۰}\Rightarrow\eta=\frac{۲۵}{۴۰}=\frac{۵}{۸}$$

$$Q_H=|W|+|Q_L|\Rightarrow۴۰۰=|W|+۱۵۰\Rightarrow|W|=۲۵۰J$$