

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسفنامه

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

۲- گزینه ۱ هر یک از گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم تا ببینیم که کدام یک برابر با $1/10 \times 10^{-9} \text{ s}$ می‌شود:

$$1/10 \times 10^{-6} \text{ ms} = 1/10 \times 10^{-6} \times 10^{-3} \text{ s} = 1/10 \times 10^{-9} \text{ s}$$

گزینه (۱)

$$1/10 \times 10^{-12} \mu\text{s} = 1/10 \times 10^{-12} \times 10^{-6} \text{ s} = 1/10 \times 10^{-18} \text{ s}$$

گزینه (۲)

$$10 \text{ ns} = 10 \times 10^{-9} = 1 \times 10^{-8} \text{ s}$$

گزینه (۳)

$$10 \text{ ps} = 10 \times 10^{-12} \text{ s} = 1 \times 10^{-11} \text{ s}$$

گزینه (۴)

۳- گزینه ۱ از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$312 \text{ km} \times \left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}\right) \times \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ ذرع}}{104 \text{ cm}}\right) \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{6000 \text{ ذرع}} = \frac{312 \times 10^5}{104 \times 6 \times 10^3} = \frac{100}{2} = 50 \text{ فرسنگ}$$

۴- گزینه ۲ ابتدا سرعت را بر حسب mi/s (مایل بر ثانیه) به دست می‌آوریم:

$$v = 20 \times 10^3 / 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ مایل}}{1800 \text{ m}} = \frac{1}{18} \text{ مایل/s}$$

$$\text{مایل} = \frac{1}{18} \text{ مایل/s} \times 3 \times 3600 \text{ s} = 60 \text{ مایل}$$

مسافت طی شده خواهد شد:

۵- گزینه 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.

$$v^2 = \alpha d \Rightarrow \text{m}^2/\text{s}^2 = \alpha \times \text{m} \Rightarrow [\alpha] = (\text{m/s}^2)$$

 α باید بر حسب m/s^2 باشد.

۶- گزینه 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:

$$1 \text{ mA} \times \frac{1 \text{ A}}{1000 \text{ mA}} = 0.001 \text{ A}$$

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

دقت دستگاه سوم: 0.01Ω دقت دستگاه دوم: 0.1Ω دقت دستگاه اولی: 1Ω

پس دستگاه سوم بیشترین دقت را دارد.

۸- گزینه ۴ دقت دستگاه رقمی یک واحد از آخرین رقم نمایشی آن می‌باشد، پس اگر اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر باشد دقت 0.1 میلی‌متر و اگر بر حسب اینچ باشد 0.1 in است.

$$0.1 \text{ in} \times \frac{2.5 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} = 0.25 \text{ cm} = 2.5 \text{ mm}$$

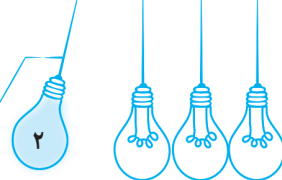
$$\frac{\text{دقت دستگاه بر حسب میلی‌متر}}{\text{دقت دستگاه بر حسب اینچ}} = \frac{0.1 \text{ mm}}{2.5 \text{ mm}} = 0.04$$

۹- گزینه ۳ ابتدا با توجه به فرمول حجم کره، حجم آن را به دست می‌آوریم:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (0.1)^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{16 \text{ kg}}{4 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

حال با توجه به فرمول چگالی داریم:



سیم به صورت استوانه است، پس حجم آن برابر با حاصل ضرب سطح مقطع در طول است:

$$V = Ah$$

$$m = \rho V \Rightarrow m = \rho Ah = 9 \text{ g/cm}^3 \times 6 \times (10^{-1} \text{ cm})^2 \times 5000 \text{ cm} \Rightarrow m = 2700 \text{ g} = 2.7 \text{ kg}$$

با توجه به چگالی، جرم را به دست می آوریم:

ابتدا باید حجم قطعه آهن را محاسبه کنیم تا مشخص شود چه حجمی از مایع سرریز می شود:

$$V' = V \Rightarrow V' = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V' = \frac{7 \text{ kg}}{7 \text{ g/cm}^3} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$m' = \rho' V' = 0.8 \times 1000 = 800 \text{ g}$$

پس 1000 cm^3 مایع از ظرف بیرون می ریزد که جرم آن برابر است با:

جسم A چون ته نشین شده چگالی بیشتری دارد. جسم C که روی مایع A و ته مایع B قرار دارد چگالی اش از جسم A کمتر و از جسم B بیشتر است، از این رو:

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

با توجه به نسبت چگالی ها داریم:

$$\rho_A = 1/5 \rho_B \Rightarrow \frac{m_A}{V_A} = 1/5 \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow \frac{m_A}{200} = 1/5 \times \frac{200}{500} \Rightarrow m_A = 120 \text{ g}$$

جرم آب به تنهایی برابر است با:

$$m_{\text{آب}} = 75 - 25 = 50 \text{ g}$$

$$V_{\text{آب}} = \frac{m}{\rho} = \frac{50 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 50 \text{ cm}^3$$

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

حال با توجه به جرم گلیسرین، چگالی آن را به دست می آوریم:

$$m = 88 - 25 = 63 \text{ g} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{63 \text{ g}}{50 \text{ cm}^3} = 1.26 \text{ g/cm}^3$$

(چون گلیسرین نیز باید فلاسک را پر کند پس حجم آن نیز برابر حجم بخش خالی فلاسک $V = 50 \text{ cm}^3$ است.)



ابتدا حجم ظاهری مکعب را به دست می آوریم، سپس باید ببینیم که حجم واقعی یا حجم مکعبی که حفره دارد، چقدر است.

به این منظور می توانیم از $V = \frac{m}{\rho}$ استفاده کنیم. تفاضل حجم واقعی و ظاهری همان حجم حفره خواهد بود.

$$\text{حجم ظاهری } V_1 = a^3 = 5^3 = 125 \text{ cm}^3$$

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

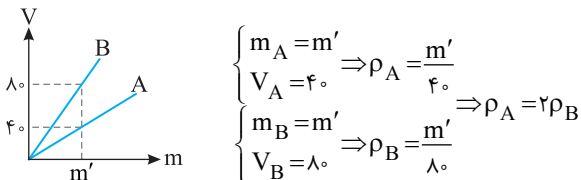
$$\text{حجم واقعی } V_2 = \frac{m}{\rho} = \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3} = 80 \text{ cm}^3$$

حجم مکعب دارای حفره را با استفاده از چگالی و جرم مکعب به دست می آوریم:

$$V_{\text{حفره}} = \Delta V = V_1 - V_2 = 45 \text{ cm}^3$$

با تفاضل دو حجم بالا از هم، حجم حفره را به دست می آوریم:

ابتدا نسبت چگالی A و B را به دست می آوریم:



چون نسبت جرمها را داده پس به جای V_B و V_A در رابطه چگالی آلیاز از $\frac{m_B}{\rho_B}$ و $\frac{m_A}{\rho_A}$ استفاده می کنیم.

$$\rho_{\text{آلیاز}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho}} \rho_{\text{آلیاز}} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} \xrightarrow{\rho_A = 2\rho_B} \rho_{\text{آلیاز}} = \frac{2m}{\frac{m}{2\rho_B} + \frac{m}{\rho_B}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاز}} = \frac{2m}{\frac{m+2m}{2\rho_B}} = \frac{4}{3}\rho_B$$

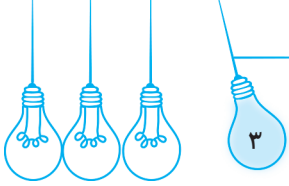
بیخ اولیه m = بیخ ذوب شده m

جرم بیخ در اثر ذوب شدن تغییر نمی کند.

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow 0.9 \times V_1 = 1(V_1 - 3) \Rightarrow V_1 = 30 \text{ cm}^3$$

گزینه ۱۷

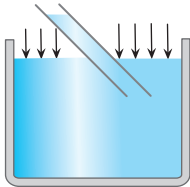
C



ویژگی‌های فیزیکی مواد

فصل ۲

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسفنامه



۱- گزینه 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. **A**

۲- گزینه ۴ سطح مایع درون لوله موئین 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. **A**

۳- گزینه ۳ حجم مایعی که در لوله موئین بالاتر از سطح مایع ظرف قرار می‌گیرد ثابت است، پس با کاهش قطر (سطح مقطع) ارتفاع مایع درون لوله بیشتر می‌شود و گزاره (الف) درست است. با تغییر ارتفاع لوله که درون ظرف است میزان مایع درون لوله تغییری نمی‌کند و گزاره (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 لوله موئین، سطح تر خواهد شد و گزاره (پ) درست است.

۴- گزینه ۱ اثر موئینگی 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. **A**

۵- گزینه ۱ $P_{\max} = \rho gh_{\max} = 3000 \times 10 \times \frac{2}{10} = 6000 \text{ Pa} = 6 \text{ kPa}$ **B**

۶- گزینه ۳ $P = P_0 + \rho gh \Rightarrow 3/4 P_0 = P_0 + \rho gh \Rightarrow 2/4 P_0 = \rho gh \Rightarrow 2/4 \times 10^5 = 10^3 \times 10 \times h \Rightarrow h = 24 \text{ m}$ **A**

پرسش

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

پاسخ

$$P_0 \sim 10^5 \text{ Pa}, \quad P_0 = \rho gh \Rightarrow 10^5 = 10^3 \times 10 \times h \Rightarrow h = 10 \text{ m}$$

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

پرسش

اگر در آزمایش جوسنچ به جای جیوه از آب استفاده می‌کردیم، ارتفاع ستون آب در لوله آزمایش چقدر می‌شد؟ اگر آزمایش را با الکل به چگالی 8 g/cm^3 انجام دهیم، چطور؟

پاسخ

$$P_0 = \rho_{\text{جیوه}} gh \Rightarrow 10^5 = 13600 \times h \Rightarrow h = 10 \text{ m}, \quad P_0 = \rho_{\text{الکل}} gh \Rightarrow h = \frac{10^5}{8000} = 12.5 \text{ m}$$

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

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho_2 gh_2}{\rho_1 gh_1} = \frac{h_2}{h_1} = 5$$

۸- گزینه ۱ راه حل اول: جرم و جنس مایع‌ها یکی است، پس حجم مایع A و B یکسان است: **A**

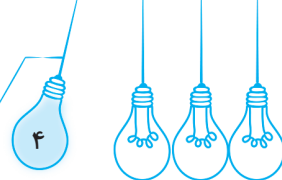
$$V_A = V_B \Rightarrow \pi r_A^2 h_A = \pi r_B^2 h_B \quad (1)$$

$$D_A = 2D_B \Rightarrow r_A = 2r_B \xrightarrow{(1)} (2r_B)^2 h_A = r_B^2 h_B \Rightarrow 4h_A = h_B$$

با توجه به فرض مسأله خواهیم داشت:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho gh_A}{\rho gh_B} = \frac{1}{4}$$

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



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

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\frac{W}{A_A}}{\frac{W}{A_B}} = \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{A = \pi \frac{D^2}{4}} \frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 = \left(\frac{D_B}{2D_B}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

مایعات فشار را به طور یکسان در تمام جهت‌ها منتقل می‌کنند. با قرار دادن چوب بر سطح آب فشار افزایش می‌یابد اما اختلاف فشار بین A و B

۹- گزینه ۱

تغییر نمی‌کند.

بنا به اصل پاسکال، افزایش فشار ناشی از افزودن مایع در تمام نقاط مایع یکسان است. مقدار افزایش فشار را حساب می‌کنیم:

۱۰- گزینه ۳

B

$$\Delta P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{2 \times 10}{500 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^2 \text{ Pa}$$

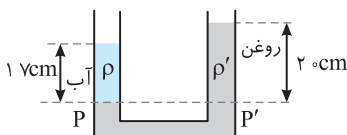
اکنون افزایش نیروی وارد بر هر سطح را حساب می‌کنیم:

$$\Delta F_p = \Delta P A_p = 4 \times 10^2 \times 2000 \times 10^{-4} = 80 \text{ N}, \quad \Delta F_p = \Delta P A_p = 4 \times 10^2 \times 2000 \times 10^{-4} = 8 \text{ N}$$

در نقطه‌های هم تراز یک مایع ساکن فشار یکسان است:

۱۱- گزینه ۲

B



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

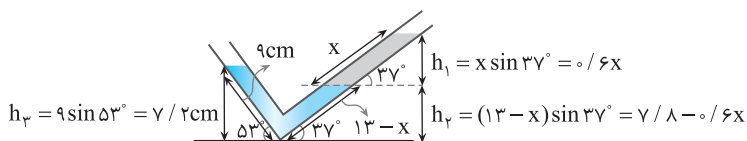
$$\rho h = \rho' h' \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{h}{h'} = \frac{17}{20} \Rightarrow \rho' = 0.85 \rho$$

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

۱۲- گزینه ۲

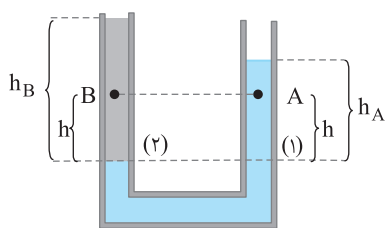
B

با توجه به شکل، زاویه‌ای که شاخه سمت چپ با سطح می‌سازد زاویه 53° است. چون مایع‌ها در دو طرف در تعادل است پس فشار وارد بر A از دو طرف لوله یکسان است.



$$\rho_1 g h_2 = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_1$$

$$1000 \times 10 \times \frac{9}{100} = 1000 \times 10 \times \frac{(7/8 - 0.6x)}{100} + 800 \times 10 \times \frac{0.6x}{100} \Rightarrow 0.72 = 0.78 - 0.6x + 0.48x \Rightarrow 0.12x = 0.06 \Rightarrow x = 5 \text{ cm}$$



دقت کنید که همواره نمی‌توانیم فشار نقاط هم تراز مایع‌ها در یک طرف مرتبط را با هم

۱۳- گزینه ۲

B

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 هم تراز 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:

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

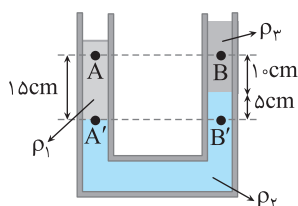
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_A hg + P_A = \rho_B hg + P_B \xrightarrow{P_A > P_B} P_A < P_B$$

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

۱۴- گزینه ۴

B

فشار در نقطه‌های A' و B' با هم برابر است.



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

فشار A برابر است با:

$$P_A = P_{A'} - \rho_1 g \frac{15}{100} \Rightarrow P_A = P - 1000 \times 10 \times \frac{15}{100} \Rightarrow P_A = P - 1500 \text{ Pa}$$

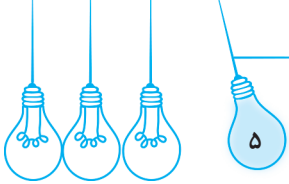
فشار B برابر است با:

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

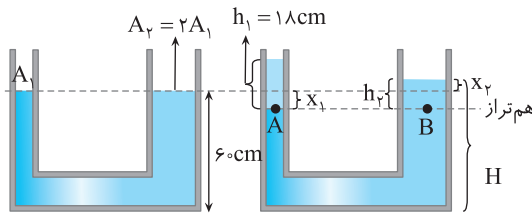
$$P_B = P - 6800 - 8000 = P - 7600$$

بنابراین اختلاف فشار این دو نقطه برابر است با:

$$\Delta P_{AB} = P_A - P_B = P - 1500 - (P - 7600) = 6100 \text{ Pa} = 6.1 \text{ kPa}$$



نشرالگو



۱۵- گزینه ۴ شکل را در دو حالت در کنار هم می کشیم، مایع در لوله سمت چپ به اندازه x_1 پایین می رود و در سمت راست به اندازه x_2 بالا می رود. با توجه به شکل:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow 1 \times 18 = 2 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 9 \text{ cm}$$

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

$$A_1 x_1 = A_2 x_2 \Rightarrow A_1 (x_1) = 2 A_2 x_2 \Rightarrow x_1 = 2 x_2$$

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

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

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

$$H = 60 + 3 = 63 \text{ cm}$$

۱۶- گزینه ۴ در حالت اول، فشار کل را می نویسیم:

$$P = P_0 + \rho g h \Rightarrow 2 \times 10^5 = 10^5 + \rho g h \Rightarrow \rho g h = 10^5 \text{ Pa}$$

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

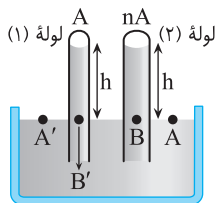
در حالت دوم نیز فشار کل را می نویسیم:

۱۷- گزینه ۱ اختلاف فشار بین بالاترین و پایین ترین نقطه در هر بخش از هوا را نیز مثل مایعات می توانیم از رابطه $\Delta P = \rho g h$ به دست آوریم. البته ρ چگالی متوسط در طی ارتفاع مشخص است. با توجه به نمودار تغییرات فشار تا ارتفاع ۳ km برابر با ۳۰ kPa و در فاصله ۹ تا ۱۵ کیلومتری برابر با ۲۰ kPa (۱۰-۳۰) است:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{\rho_1 g h_1}{\rho_2 g h_2} \Rightarrow \frac{30}{20} = \frac{\rho_1 \times 3}{\rho_2 \times 6} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 3 \Rightarrow \rho_1 = 3 \rho_2$$

۱۸- گزینه ۲ با توجه به تست ۱۲۷ می توانیم بگوییم که به ازای هر ۱۰ متر دور شدن از سطح زمین از فشار هوا به اندازه ۱ mmHg کاسته می شود پس با یک تناسب ساده می توانیم کاهش فشار را به ازای ۱۴۰۰ متر دور شدن از سطح دریاهای آزاد به دست آوریم.

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



۱۹- گزینه ۲ فشار هوای محیط یکی است، بنابراین فشار ستون جیوه ها در لوله ها باید یکسان باشد، بنابراین ارتفاع مایع ها در هر دو لوله یکسان می شود.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_B = P_0 \Rightarrow P_A = P_0 \Rightarrow P_A = P_{B'} \Rightarrow P_{B'} = P_0$$

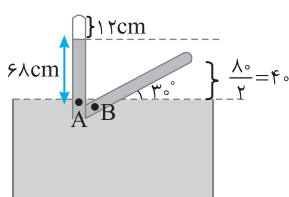
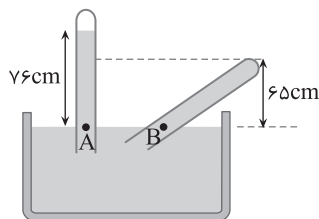
$$V_1 = Ah \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{n}$$

۲۰- گزینه ۴ با توجه به حالت اول لوله فشار هوای محیط ۷۶ cmHg است. نقاط A و B هم تراز هستند. در این صورت:

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_0} P_0 = P_{Hg} + P_{\text{لوله}} \Rightarrow 76 = 65 + P_{\text{لوله}} \Rightarrow P_{\text{لوله}} = 11 \text{ cmHg}$$

حال فشار را بر حسب پاسکال می نویسیم:

$$P = \rho g h = 13600 \times 10 \times \frac{11}{100} = 14960 \text{ Pa} \approx 15 \times 10^3 \text{ Pa}$$



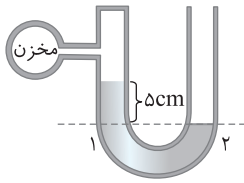
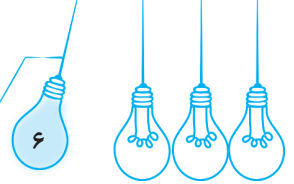
پرسش: ارتفاع ستون جیوه در لوله یک فشارسنج ۶۸ سانتی متر جیوه است و طول فضای خالی بالای جیوه در لوله برابر ۱۲ سانتی متر است. لوله فشارسنج را آنقدر کج می کنیم تا با سطح جیوه زاویه 30° بسازد. فشاری که در این حالت از طرف جیوه بر انتهای بسته فشارسنج وارد می آید، چند سانتی متر جیوه است؟ (طول قسمتی از لوله که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

پاسخ: با توجه به حالت اول لوله فشار هوای محیط ۶۸ cmHg است.

ابتدا باید ارتفاع قائم جیوه در لوله کج شده را به دست آوریم. طول لوله برابر $68 + 12 = 80 \text{ cm}$ است. ضلع مقابل به زاویه

30° نصف وتر است و ارتفاع قائم جیوه خواهد شد: $h = \frac{A}{P} = 4 \text{ cm}$ اکنون دو نقطه هم تراز A و B را بررسی می کنیم.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = P_{Hg} + P_{\text{لوله}} \Rightarrow 68 = 40 + P_{\text{لوله}} \Rightarrow P_{\text{لوله}} = 28 \text{ cmHg}$$



۲۱- گزینه ۲ بهتر است که فشار گاز در مخزن را بر حسب سانتی‌متر جیوه به دست آوریم:

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

حال فشار سطوح هم تراز را با هم برابر قرار می‌دهیم:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_{\text{مخزن}} + \Delta = P_0 \Rightarrow P_0 = 75 \text{ cmHg}$$

۲۲- گزینه ۲ فشار نقاط هم تراز 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 زاویه 30° برابر با نصف وتر است، مقدار h به دست می‌آید:

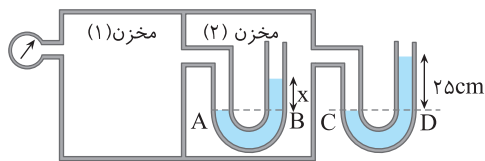
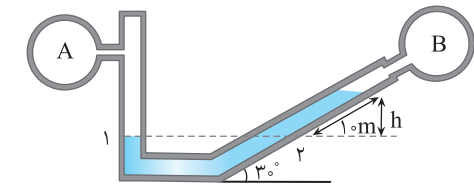
$$h = 10 \times \frac{1}{2} = 5 \text{ m} \xrightarrow{(1)} P_A - P_B = 1000 \times 10 \times 5 = 50 \text{ kPa}$$

۲۳- گزینه ۴ در نقاط هم تراز، فشارها را برابر قرار می‌دهیم:

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

$$P_A = P_B \Rightarrow 55 + 65 = 90 + x \Rightarrow x = 30 \text{ cm}$$

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- گزینه ۳ 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- گزینه ۳ در اثر قرار گرفتن چوب درون مایع، مقداری بر ارتفاع مایع اضافه شده و اضافه نیروی $\Delta F = \Delta PA$ (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- گزینه ۲ کشتی بر سطح آب شناور است، بنابراین نیروی وزن کشتی با نیرویی که آب بر آن وارد می‌کند، برابر است.

۲۷- گزینه ۳ با انداختن توپ به درون آب، فایق سبک‌تر می‌شود و کمتر در آب فرو می‌رود و آب در کناره آن پایین می‌آید.

۲۸- گزینه ۳ جرم اضافه شده به دو کفه برابر است، بنابراین جسم در حالت تعادل باقی می‌ماند.

۲۹- گزینه ۱ با توجه به معادله پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow 100 \times 5 = A_2 \times 2 \Rightarrow A_2 = \frac{500}{2} \Rightarrow A_2 = 250 \text{ cm}^2, \quad \Delta A = 250 - 100 = 150 \text{ cm}^2 \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{150}{100} \times 100 = 150\%$$

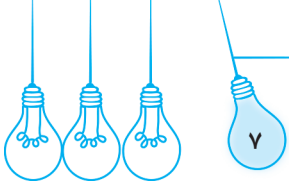
در این صورت باید سطح مقطع لوله را 150% درصد افزایش دهیم. (یادآوری می‌کنیم که چون سرعت شاره در مسیر کاهش می‌یابد، پس باید سطح مقطع را افزایش دهیم).

۳۰- گزینه ۲ ابتدا واحد سرعت را به واحد متر بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$v_1 = 10 \text{ cm/s} = 10 \text{ cm/s} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.1 \text{ m/s}$$

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

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \pi \times \left(\frac{5}{100}\right)^2 \times 0.1 = \pi \times \left(\frac{1}{100}\right)^2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$



پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسفنامه

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow 4 = \frac{1}{2} \times m \times 16 \Rightarrow m = 0.5 \text{ kg}$$

۱- گزینه ۳ ابتدا جرم جسم و سپس سرعت در حالت دوم را به دست می‌آوریم:

$$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 \Rightarrow 5 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times v_2^2 \Rightarrow v_2^2 = 20 \Rightarrow v_2 = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$

۲- گزینه ۲ با توجه به این که $v_1 = v_0$ و $v_2 = v_0 + 10$ ، خواهیم داشت:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2} m v_2^2}{\frac{1}{2} m v_1^2} = \frac{(v_0 + 10)^2}{v_0^2} \Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{v_0 + 10}{v_0}\right)^2 \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{v_0 + 10}{v_0} \Rightarrow v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$v_2 = v_1 + 0.2 v_1 = 1.2 v_1, \quad K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2$$

۳- گزینه ۲ تندی در حالت دوم ۲۰٪ بیشتر است از این رو:

$$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} m (1.2 v_1)^2 = 1.44 \times \frac{1}{2} m v_1^2 = 1.44 K_1$$

$$\Delta K = K_2 - K_1 = 1.44 K_1 - K_1 = 0.44 K_1$$

پس انرژی جنبشی ۴۴ درصد افزایش می‌یابد.

۴- گزینه ۱ انرژی جنبشی واگن در هر شکل را به دست آورده و آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases} K_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \Rightarrow K_1 = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = 8 \text{ J} \\ K_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9 \text{ J} \\ K_3 = \frac{1}{2} m_3 v_3^2 \Rightarrow K_3 = \frac{1}{2} \times 3 \times 3^2 = 13.5 \text{ J} \\ K_4 = \frac{1}{2} m_4 v_4^2 \Rightarrow K_4 = \frac{1}{2} \times 4 \times 2^2 = 8 \text{ J} \end{cases} \Rightarrow K_1 = K_4$$

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

۵- گزینه ۴ انرژی شیمیایی سوخت باعث افزایش انرژی جنبشی می‌شود.

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

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

$$\rightarrow v: \text{انرژی شیمیایی واحد جرم} \times M = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow M = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{E}$$

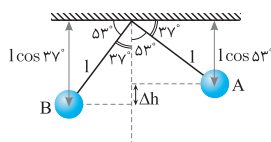
$$v \rightarrow 2v: \text{انرژی شیمیایی واحد جرم} \times M' = \frac{1}{2} m (2v)^2 - \frac{1}{2} m v^2 = 3 \times \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow M' = 3 \times \frac{\frac{1}{2} m v^2}{E} = 3M$$

۶- گزینه ۱ نیروی F دارای دو مؤلفه $F_x = 4 \text{ N}$ و $F_y = 3 \text{ N}$ است. مؤلفه F_y بر محور Xها و امتداد جابه‌جایی عمود است و کار آن صفر می‌باشد. بنابراین

تنها باید کار مؤلفه F_x را حساب کنیم:

$$W = F_x d \Rightarrow W = 4 \times 4 = 16 \text{ J}$$

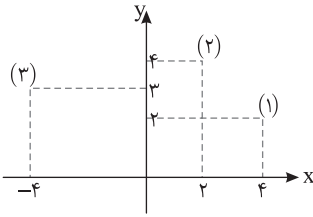
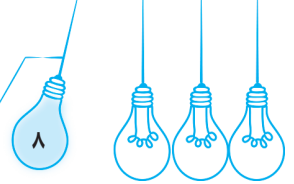
۷- گزینه ۱ ابتدا جابه‌جایی در راستای قائم را به دست می‌آوریم:



$$\Delta h = l \cos 37^\circ - l \cos 53^\circ = l (\cos 37^\circ - \cos 53^\circ) = 1 (0.8 - 0.6) = 0.2 \text{ m}$$

$$W_{mg} = +mg \Delta h = 0.5 \times 10 \times 0.2 = 1 \text{ J}$$

چون جسم پایین آمده پس $W_{mg} > 0$ است.



۸- گزینه ۲ ابتدا مکان جسم در I_1 و I_2 و I_3 را در نمودار مشخص می‌کنیم و جابه‌جایی جسم را در راستای قائم به دست می‌آوریم.

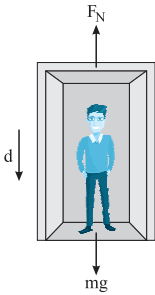
در مکان (۱) ارتفاع جسم $2m$ و در مکان (۳) ارتفاع آن $3m$ است پس در کل جسم از ابتدا تا پایان حرکت $1m$ بالا می‌رود. جسم بالا می‌رود پس کار نیروی وزن منفی است:

$$W = -mg\Delta h = -2 \times 10 \times 1 = -20 \text{ J}$$

۹- گزینه ۲ خط فکری: در سؤالاتی که تندی ثابت است می‌توان جابه‌جایی را از رابطه $v = \frac{d}{t} \Rightarrow d = vt$ به دست آورد. ابتدا جابه‌جایی را محاسبه می‌کنیم، چون جابه‌جایی و نیروی وزن در خلاف جهت هم هستند کار نیروی وزن منفی است.

$$h = vt = 2 \times 4 = 8m, W_g = -mgh \Rightarrow W_g = -320 \text{ J}$$

جسم بالا می‌رود و کار نیروی وزن منفی است



۱۰- گزینه ۲ با توجه به توضیحات پاسخ قبل چون سرعت ثابت است پس:

$$F_N = mg = 600 \text{ N}, \text{ سرعت ثابت } \Rightarrow d = vt = 5 \times 4 = 20 \text{ m}$$

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

$$W_{mg} = mgd \cos 0^\circ = 600 \times 20 = +12000 \text{ J} = 12 \text{ kJ}$$

$$W_{F_N} = F_N d \cos 180^\circ = 600 \times 20 \times (-1) = -12000 \text{ J} = -12 \text{ kJ}$$

۱۱- گزینه ۲ 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: $F_{\text{خالص}} = ma \Rightarrow F_{\text{خالص}} = 4 \times -2 = -8 \text{ N}$

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

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

۱۲- گزینه ۴ کار کل انجام شده روی جسم برابر است با مجموع کار نیروی F و کار نیروی وزن:

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

$$W_F + 2 \times 10 \times 10 = 2 \times 4 \times 10 \Rightarrow W_F + 200 = 80 \Rightarrow W_F = -120 \text{ J}$$

۱۳- گزینه ۱ ابتدا طول جابه‌جایی از A تا B را به دست می‌آوریم:

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d_{AB}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{3}{d_{AB}} \Rightarrow d_{AB} = 6 \text{ m}$$

$$F_t = ma \Rightarrow F_t = 2 \times 3 = 6 \text{ N}, W_t = F_t d = 6 \times 6 = 36 \text{ J}$$

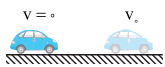
با توجه به قانون دوم نیوتون:

۱۴- گزینه ۱ با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم: $W_t = K_f - K_i \Rightarrow 90 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 90 = \frac{1}{2} \times 5 v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{180}{5} = 36 \Rightarrow v = 6 \text{ m/s}$

۱۵- گزینه ۲ کار کل انجام شده روی توپ برابر تغییر انرژی جنبشی توپ است.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (15^2 - 20^2) \Rightarrow W_t = 0.2 \times (-175) = -35 \text{ J}$$

۱۶- گزینه ۳ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی برای رسیدن تندی از صفر به v داریم:



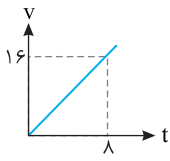
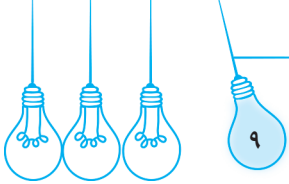
$$W_t = \Delta K \Rightarrow Fd = \frac{1}{2} m (v^2 - 0^2) \Rightarrow F = \frac{mv^2}{2d}$$

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- گزینه ۳ نمودار خط راست است و معادله خط راست $y=ax+b$ بوده که a شیب خط و b عرض از مبدأ است. در این نمودار $b=0$ است و معادله 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 معادله خط را می نویسیم.

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

در لحظه های ۰، ۴S و ۸S سرعت را به دست می آوریم.
 اکنون کار را در بازه ۰ تا ۴S (چهار ثانیه اول) و سپس در بازه ۴S تا ۸S (چهار ثانیه دوم) به دست آورده بر هم تقسیم می کنیم.

$$W = \Delta K \Rightarrow \begin{cases} W_1 = \frac{1}{2} \times 5 \times (8)^2 = 160 \text{ J} \\ W_2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (16)^2 - \frac{1}{2} \times 5 \times (8)^2 = 480 \text{ J} \end{cases} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{480}{160} = 3$$

۱۸- گزینه ۲ جسم روی سطح افقی جابه جا شده پس تنها مؤلفه افقی نیرو یعنی نیروی $12\vec{i}$ روی جسم کار انجام می دهد و کار مؤلفه قائم نیرو یعنی نیروی $5\vec{j}$ چون بر راستای جابه جایی عمود است ($\cos 90^\circ = 0$) صفر است:

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

$$F_i d = 36 \Rightarrow 12d = 36 \Rightarrow d = 3 \text{ m}$$

۱۹- گزینه ۲ در 300 m آخر، حرکت با تندی ثابت است، بنابراین $\Delta K = 0$ است و با توجه به سؤال به جرتراز تنها دو نیروی f_d و mg وارد می شود بنابراین:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{f_d} = 0 \Rightarrow W_{f_d} = -W_{mg} \Rightarrow W_{f_d} = -70 \times 10 \times 300 \Rightarrow W_{f_d} = -210 \text{ kJ}$$

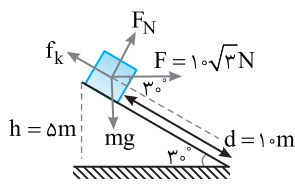
۲۰- گزینه ۲ بر جسم دو نیروی وزن و نیروی F که شخص وارد می نماید اثر می کند. بنابراین:

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_F + W_{mg} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow W_F - mgh = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow W_F = 2 \times 10 \times 25 + \frac{1}{2} \times 2 \times 400 = 900 \text{ J}$$

۲۱- گزینه ۲ تندی در حین بالا رفتن کاهش می یابد بنابراین بردار نیروی خالص و بردار جابه جایی خلاف جهت هم هستند و $\cos \theta = -1$ است. با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow F_{\text{ج}} d \cos 180^\circ = K_2 - K_1 \Rightarrow$$

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



۲۲- گزینه ۴ کار نیروی عمودی سطح صفر است. زاویه بین نیروی F و راستای جابه جایی 30° است. پس کار نیروی F برابر $Fd \cos 30^\circ$ می باشد. از طرفی جسم در حال حرکت به پایین است و کار نیروی وزن مثبت اما کار نیروی اصطکاک منفی است.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_F + W_{mg} + W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow Fd \cos 30^\circ + mg \Delta h - f_k d = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{m=2 \text{ kg}}{f_k=5 \text{ N}} \rightarrow 10 \sqrt{3} \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 2 \times 10 \times 5 - 5 \times 10 = \frac{1}{2} \times 2 (v_2^2 - 0^2) \Rightarrow v_2^2 = 200 \Rightarrow v_2 = 10 \sqrt{2} \text{ m/s}$$

۲۳- گزینه ۳ تغییرات انرژی پتانسیل به ارتفاع بستگی دارد.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{4} \Rightarrow h = 2 \text{ m}$$

$$\Delta U = mgh = 500 \times 2 = 1000 \text{ J}$$

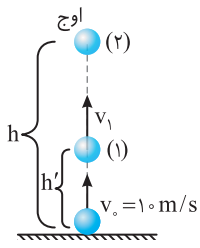
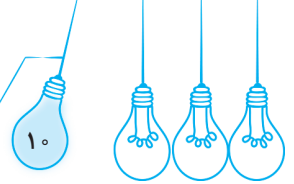
۲۴- گزینه ۴ در خلأ اتلاف انرژی رخ نمی دهد و تمام انرژی پتانسیل جسم به انرژی جنبشی آن تبدیل می شود.

$$K = mgh \Rightarrow K = 3 \times 10 \times 20 = 600 \text{ J}$$

۲۵- گزینه ۳ 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 نمی کند.

۲۶- گزینه ۴ در خلأ اتلاف انرژی نداریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow mgh_1 + 0 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_2^2 \Rightarrow 10 \times h = 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times 400 \Rightarrow 10h = 250 \Rightarrow h = 25 \text{ m}$$

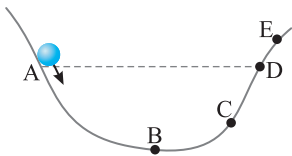


۲۷- گزینه ۴ یک بار پایستگی انرژی مکانیکی بین نقطه پرتاب و نقطه اوج را می نویسیم و بار دیگر بین نقطه پرتاب و نقطه مورد نظر:

$$E_p = E_0 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 2 \cdot h = \frac{1}{2} \times 2 \times 100 \Rightarrow h = 5m$$

$$E_1 = E_0 \Rightarrow mgh' + K_1 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 2 \cdot h' + 75 = 100 \Rightarrow h' = \frac{25}{2} = 12.5m$$

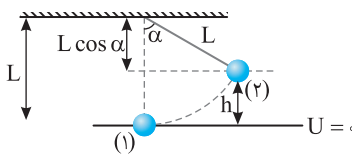
فاصله تا اوج: $h - h' = 5 - 12.5 = -7.5m$



۲۸- گزینه ۴ سطح بدون اصطکاک است. دو نقطه 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- گزینه ۲ انرژی مکانیکی در نقطه A و B با هم برابر است:

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

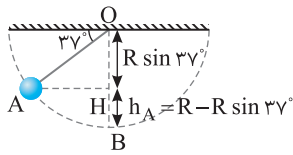


۳۰- گزینه ۱ پایستگی انرژی مکانیکی را می نویسیم:

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

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

۳۱- گزینه 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



نقطه مسیر است. در مثلث AOH که قائم‌الزاویه است: $\sin 37^\circ = \frac{OH}{OA} \xrightarrow{OA=R} OH = R \sin 37^\circ$

h را به دست می‌آوریم:

$$h = OB - OH = R - R \sin 37^\circ \Rightarrow h = R(1 - \sin 37^\circ) \Rightarrow h = 3(1 - 0.6) \Rightarrow h = 1.2m$$

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

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

۳۲- گزینه 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

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

مکانیکی می‌توان نوشت:

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- گزینه ۴ انرژی پتانسیل هر دو به ترتیب $m_A gh$ و $m_B gh$ است که وقتی به پایین مسیر می‌رسند تبدیل به انرژی جنبشی $\frac{1}{2}m_A v_A^2$ و $\frac{1}{2}m_B v_B^2$ می‌شود پس:

$$\begin{cases} m_A gh = \frac{1}{2}m_A v_A^2 \Rightarrow v_A = \sqrt{2gh} \\ m_B gh = \frac{1}{2}m_B v_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh} \end{cases} \Rightarrow v_A = v_B$$

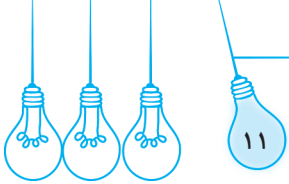
۳۴- گزینه ۲ اگر انرژی جنبشی گلوله سنگین‌تر را با K_p و انرژی جنبشی گلوله سبک‌تر را با K_1 نمایش دهیم داریم:

$$K_p = 5K_1$$

$$U_1 = K_1, U_p = K_p$$

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

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



۳۵- گزینه ۳ بنا بر پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی جنبشی گلوله اول هنگام رسیدن به زمین برابر انرژی پتانسیل اولیه آن است. انرژی جنبشی گلوله دوم هنگام رسیدن به زمین برابر مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل اولیه است.

$$U_1 = K_1, K_1 = K_1'$$

$$mgh = K_1'$$

$$U_1' + K_1' = K_1' \Rightarrow m'gh + \frac{1}{2}m'v_0^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2}m'v_0^2 = gh(m - m')$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.2 \times 900 = 10 \times h(0.3) \Rightarrow h = \frac{90}{3} = 30m$$

۳۶- گزینه ۴ 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 پتانسیل گرانشی و U_e انرژی پتانسیل کشسانی فنر است.

۳۷- گزینه ۲ نقطه‌ای که فنر به بیشینه تراکم می‌رسد را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی گرفته و پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم:

$$E_A = E_B \Rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B \Rightarrow mgh_A = U_B$$

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

۳۸- گزینه ۴ وقتی جسم در هوا سقوط می‌کند انرژی پتانسیل گرانشی آن کاهش می‌یابد ولی به دلیل وجود مقاومت هوا قسمتی از آن تلف شده و بقیه آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و اندازه کاهش انرژی پتانسیل بیشتر از افزایش انرژی جنبشی می‌باشد. پس انرژی پتانسیل بیشتر از ۳۰۰ ژول کاهش می‌یابد.

۳۹- گزینه ۲ 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، هم چنین به علت اصطکاک موجود بین قطعات سنگ مقداری انرژی نیز به صورت گرما آزاد می‌شود.

۴۰- گزینه ۴ در هر ثانیه ۳۰kJ از انرژی جنبشی اولیه جسم، صرف غلبه بر نیروهای مقاوم می‌شود. اگر زمان توقف t باشد داریم:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = 30000t \Rightarrow \frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 = 30000t \Rightarrow t = 15s$$

$$K_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 400^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 160000 = 2 \times 10^3 J$$

۴۱- گزینه ۱ با توجه به رابطه انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

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

۴۲- گزینه ۱ کاهش انرژی جنبشی به انرژی درونی تبدیل می‌شود.

$$\begin{cases} K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 100 = 10J \\ K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 181 = 36.1J \end{cases} \Rightarrow \Delta K = 10 - 36.1 = -26.1J$$

۴۳- گزینه ۱ از انرژی پتانسیل گرانشی اولیه آن به اندازه ۲ ژول کاسته می‌شود، پس داریم:

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

$$\Rightarrow 2 = 0.1 \times 10 \times 10 - 0.1 \times 10 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 8m$$

۴۴- گزینه ۴ جسم از سطح زمین رو به بالا پرتاب شده است و تا لحظه توقف، از انرژی جنبشی آن ۵۰ ژول کم شده است. در این صورت، انرژی جنبشی اولیه آن برابر است با:

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

تغییر انرژی پتانسیل گرانشی آن در مسیر ۳۰J بوده است و در سطح زمین انرژی پتانسیل گرانشی جسم صفر است. بنابراین:

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

با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

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

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

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

$$E_p - E_1 = W_f \Rightarrow K_p + U_p - (K_1 + U_1) = W_f \Rightarrow \Delta K + \Delta U_g = W_f \quad (1)$$

با توجه به پایستگی انرژی داریم:

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

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

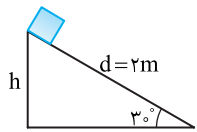
$$-\frac{1}{3} W_{mg} = W_f \Rightarrow \frac{W_f}{W_{mg}} = -\frac{1}{3}$$

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

خط فکری: هنگام رها شدن بسته با توجه به توضیح پاسخ تست قبل، تندی بسته برابر تندی بالگرد است از این رو $v_1 = 3 \text{ m/s}$ است. بنا بر

$$E_p - E_1 = W_f \Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 - \left(\frac{1}{2} m v_1^2 + mgh \right) = W_f \Rightarrow \frac{1}{2} \times 8 \times v^2 - \left(\frac{1}{2} \times 8 \times 9 + 8 \times 1 \times 6 \right) = -2 \times 10^3 \text{ J}$$

$$4v^2 - (3600 + 4800) = -2000 \Rightarrow 4v^2 = 8400 - 2000 \Rightarrow v^2 = 1600 \Rightarrow v = 40 \text{ m/s}$$



در پایین آمدن جسم، $\frac{2}{3}$ از انرژی پتانسیل گرانشی به گرما تبدیل می شود و $\frac{1}{3}$ انرژی پتانسیل

گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل می شود.

$$h = d \sin 30^\circ = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \text{ m}, \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{3} m g h \Rightarrow \frac{1}{2} v^2 = \frac{1}{3} \times 10 \times 1 \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

گزینه ۴۸

$$\begin{cases} K_1 = \frac{1}{2} m v^2 \\ K_2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{v}{2} \right)^2 = \frac{1}{8} m v^2 \end{cases} \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{8} m v^2 - \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \Delta K = -\frac{3}{4} \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) = -\frac{3}{4} K_1$$

پایین ترین نقطه مسیر (C) را مبدأ پتانسیل می گیریم. ارتفاع گلوله آونگ را در نقاط A و B نسبت

به C به کمک مثلثات به دست می آوریم.

$$\cos 53^\circ = \frac{OH}{OA} \Rightarrow \frac{OH}{1} = \frac{OH}{1} \Rightarrow OH = \frac{3}{5}$$

در مثلث OAH داریم:

$$h_A = OC - OH = 1 - \frac{3}{5} = \frac{2}{5} \Rightarrow h_A = \frac{2}{5} l$$

$$\cos 37^\circ = \frac{OH'}{OB} \Rightarrow \frac{OH'}{1} = \frac{OH'}{1} \Rightarrow OH' = \frac{4}{5}$$

در مثلث OBH' :

$$h_B = OC - OH' = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5} \Rightarrow h_B = \frac{1}{5} l$$

اکنون انرژی گلوله را در نقاط A و B حساب کرده و از هم کم می کنیم تا مقدار اتلاف به دست آید:

$$\Delta E_{\text{اتلاف}} = E_B - E_A = mgh_B - mgh_A = mg \left(\frac{1}{5} l - \frac{2}{5} l \right) \Rightarrow \Delta E_{\text{اتلاف}} = -\frac{1}{5} mgl$$

$$\frac{|\Delta E|}{E_A} = \frac{\frac{1}{5} mgl}{\frac{2}{5} mgl} = \frac{1}{2}$$

نسبت اندازه ΔE به E_A خواهد شد:

چون 60% از انرژی مکانیکی اولیه تلف می شود، بنابراین 40% از انرژی مکانیکی اولیه (انرژی

پتانسیل کشسانی مجموعه جرم و فنر) به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می شود و می توان نوشت:

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

$$h = l \sin 30^\circ \Rightarrow h = 10 \times \frac{1}{2} = 5 \text{ m} \Rightarrow U_{\text{فنر}} = \frac{10}{4} \times 10 \times 5 = 125 \text{ J}$$

۵۱ درصد از انرژی جنبشی اولیه گلوله در لحظه برخورد به درخت در اثر اصطکاک از بین رفته در واقع:

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

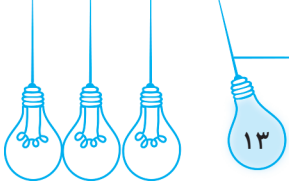
$$\Rightarrow -\frac{51}{100} v^2 = v'^2 - v^2 \Rightarrow \frac{49}{100} v^2 = v'^2 \Rightarrow \frac{v'^2}{v^2} = \frac{49}{100} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \frac{7}{10}$$

البته همون ابتدا می تونستید بگید 51% انرژی جنبشی از بین رفته و 49% باقی مونده بنابراین:

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



گزینه ۵۱



نشرالگو

توان برابر انرژی مصرف شده در واحد زمان است. در این مسأله انرژی مصرفی موتور به صورت انرژی پتانسیل گرانشی در جسم ذخیره می شود پس: ۴ - ۵۲ گزینه

$$P = \frac{U}{t} \Rightarrow P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow 2000 = \frac{1000 \times h}{10} \Rightarrow h = 20 \text{ m}$$

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

$$1/5 \text{ min} = 90 \text{ s}, P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1500 \times 12}{90} = 200 \text{ W}$$

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

$$P = \frac{W_t}{t} \Rightarrow P = \frac{K_2 - K_1}{t} = \frac{\frac{1}{2} \times 1200 \times 10^2 - 0}{60} = 1000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$$

ابتدا تندی را برحسب m/s به دست می آوریم: ۲ - ۵۵ گزینه

$$v = 72 \text{ km/h} \xrightarrow{\times \frac{1000}{3600}} v = 20 \text{ m/s}$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 75 \times 400 \Rightarrow K = 15000 \text{ J}$$

اکنون انرژی جنبشی آب را به دست می آوریم:

$$P = \frac{15000}{60} \Rightarrow P = 250 \text{ W} \Rightarrow P = 0.25 \text{ kW}$$

توان مفید برابر است با:

ابتدا با استفاده از معادله بازده می نویسیم: ۲ - ۵۶ گزینه

$$\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 = \frac{P_{\text{خروجی}}}{10 \text{ kW}} \times 100 = 75 \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 7.5 \text{ kW}$$

پس این تلمبه در هر ثانیه $7.5 \text{ kW} \times 1 \text{ s} = 7.5 \text{ kJ}$ انرژی به آب می دهد. برای این که آب به ارتفاع ۱۲m پمپ شود داریم:

$$mgh = 7.5 \times 10^3 \Rightarrow m \times 10 \times 12 = 7.5 \times 10^3 \Rightarrow m = 62.5 \text{ kg}$$

حال با استفاده از چگالی، حجم آب جابه جا شده را به دست می آوریم: $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3, 62.5 \text{ kg} = 62.5 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}} \times \frac{1000 \text{ lit}}{1 \text{ m}^3} = 62.5 \text{ lit}$

فصل ۴ دما و گرما

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای پاسفنامه

۱- گزینه ۲ با توجه به رابطه دماسنجی بین درجه‌بندی سلسیوس و فارنهایت از یک سو و درجه‌بندی سلسیوس و کلونین از سوی دیگر می‌توان نوشت:

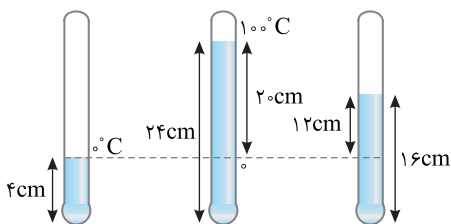
$$\begin{cases} F = \frac{9}{5}\theta + 32 \\ T = \theta + 273 \end{cases} \xrightarrow{F=T} \theta + 273 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \frac{4}{5}\theta = 241 \Rightarrow \theta = 30.125^\circ\text{C}$$

۲- گزینه ۴ با توجه به تبدیل واحد فارنهایت به درجه سلسیوس $(F = \frac{9}{5}\theta + 32)$

نمودار $F-\theta$ خطی به شیب $\frac{9}{5}$ و عرض از مبدأ ۳۲ می‌باشد، بنابراین گزینه (۱) و (۲) نادرست است. حال با صفر قرار دادن F ، طول از مبدأ را نیز به دست می‌آوریم:

$$0 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \frac{9}{5}\theta = -32 \Rightarrow \theta \sim -17.7^\circ\text{C}$$

در نتیجه گزینه (۴) درست است.



۳- گزینه ۱ با توجه به شکل می‌بینیم که هر ۲۰ cm از طول مایع به 100°C تقسیم شده

است، بنابراین با یک تناسب ساده داریم:

$$\frac{20\text{cm}}{12\text{cm}} = \frac{100^\circ\text{C}}{x} \Rightarrow x = 60^\circ\text{C}$$

۴- گزینه ۴ کافی است که رابطه انبساط طولی را بنویسیم.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow \Delta L = 2 \times 10^{-5} \times L_1 \times 1 = 2 \times 10^{-5} L_1$$

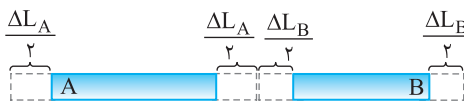
۵- گزینه ۴ انبساط قطر (یا شعاع) دایره را می‌توان شبیه انبساط طولی یک میله فرض کرد.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta \theta \Rightarrow \Delta R = \alpha R \Delta \theta$$

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

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 \Rightarrow \alpha_1 L_1 \Delta \theta_1 = \alpha_2 L_2 \Delta \theta_2 \xrightarrow{\Delta \theta_1 = \Delta \theta_2 \text{ سؤال به سؤال}} \frac{L_1}{L_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$$

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



۷- گزینه ۱ 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 اولیه هر میله نصف شده باشد:

$$\frac{\Delta L_A}{2} + \frac{\Delta L_B}{3} = 2 \Rightarrow \alpha_A \frac{L_A}{2} \Delta \theta + \alpha_B \frac{L_B}{3} \Delta \theta = 2 \Rightarrow 2 \times 10^{-5} \times 15 \times \theta + 1 \times 10^{-5} \times 10 \times \theta = 2 \Rightarrow 4 \times 10^{-3} \times \theta = 2 \Rightarrow \theta = 500^\circ\text{C}$$

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

$$A = 4(a^2) = 4 \times (20)^2 \Rightarrow A_1 = 1600\text{cm}^2$$

$$\Delta A = 2\alpha A_1 \Delta \theta \Rightarrow 0.96 = 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 1600 \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 15^\circ\text{C}$$

اکنون به کمک رابطه انبساط سطحی افزایش دما را به دست می‌آوریم.

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta = \frac{9}{5} \times 15 \Rightarrow \Delta F = 27^\circ\text{F}$$

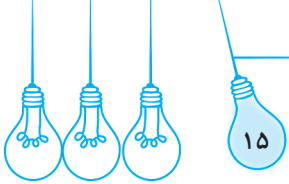
دقت کنید تغییر دما بر حسب فارنهایت خواسته شده است از این رو:

۹- گزینه ۳ مساحت قسمت فلزی برابر با اختلاف مساحت مربع بیرونی و مربع داخلی است:

$$A_1 = 4 \times 4^2 - 3^2 = 700\text{cm}^2 : 10^\circ\text{C} \text{ مساحت قسمت فلزی در دمای } 10^\circ\text{C}$$

$$A_2 = A_1 (1 + 2\alpha \Delta \theta) = 700 \times (1 + 2 \times 2 \times 10^{-5} \times 11) = 700 \times 1.00044 = 703.1\text{cm}^2$$

اکنون مساحت قسمت فلزی در دمای 11°C را به دست می‌آوریم:



۱۰- گزینه ۳ با استفاده از رابطه انبساط سطحی جامدات، $\alpha \Delta \theta$ را به دست آورده و در رابطه انبساط حجمی قرار می‌دهیم:

$$\Delta A = (\alpha A) A_1 \Delta \theta \Rightarrow \frac{15}{100} A_1 = (\alpha A) A_1 \Delta \theta \Rightarrow \alpha \Delta \theta = \frac{15}{200}$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} = 3\alpha \Delta \theta = 3 \times \frac{15}{200} = 22.5\%$$

۱۱- گزینه ۲ ابتدا افزایش حجم بنزین را در اثر افزایش دما به دست می‌آوریم.

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta \theta \Rightarrow \Delta V = 10^{-3} \times 65 \times 10^3 \times (40 - 10) \Rightarrow \Delta V = 1950 \text{ cm}^3$$

برای تبدیل L به cm^3

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 پر کرد، به‌ویژه در روزهای داغ تابستان.

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

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 3\alpha \times V_1 \times \Delta \theta = 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 1000 \times 100 = 6 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} = V_1 \beta \Delta \theta = 1000 \times \beta \times 100 = 10^5 \beta$$

$$\Delta V_{\text{مایع}} - \Delta V_{\text{ظرف}} = 10^5 \beta - 6 = 24 \Rightarrow 10^5 \beta = 30 \Rightarrow \beta = 3 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

۱۳- گزینه ۴ ظرفیت گرمایی (C) سه جسم یکسان بوده و دمای هر سه برابر دمای جوش آب (100°C) است، بنابراین $(Q = C\Delta\theta)$ برای هر سه یکسان است و مقدار پارافین ذوب شده در هر سه برابر است. ($m_1 = m_2 = m_3$)

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

$$mgh_1 - mgh_2 = mc\Delta\theta \Rightarrow 10 \times 10 - 10 \times 5 = 400 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 0.125^\circ\text{C}$$

۱۵- گزینه ۲ فرض مسأله را نوشته و مقدار $\Delta\theta$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{6}{100} \text{ K} = Q \Rightarrow \frac{6}{100} \times \frac{1}{2} mv^2 = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{3}{100} (100)^2 = 400 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 7.5^\circ\text{C}$$

۱۶- گزینه ۲ توان گرمایی گرمکن برابر 60 W است. گرمای داده شده به مایع را در مدت زمان 400 s به دست می‌آوریم:

$$Pt = Q \Rightarrow 60 \times 400 = 2 \times c \times (15 - 5) \Rightarrow c = 1200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

پرسش: دمای یک قطعه فلز 6°C کیلوگرمی را توسط یک گرمکن 50°C واتی در مدت دو دقیقه به اندازه 2°C افزایش می‌دهیم. گرمای ویژه قطعه را به دست آورید، حدس می‌زنید که گرمای ویژه واقعی قطعه از مقداری که شما به دست آوردید، بیشتر است یا کمتر؟

پاسخ: توان مصرفی گرمکن 50 W است و در واقعیت همه 50 W صرف بالا بردن دمای قطعه فلز نمی‌شود، بنابراین جسم برای این افزایش دما گرمای کمتری دریافت کرده است.

$$Pt = mc\Delta\theta$$

$$c = \frac{50 \times 120}{0.6 \times 20} = 500 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

بنابراین مقدار به دست آمده از راه محاسبه بیشتر از مقدار واقعی است.

۱۷- گزینه ۲ ابتدا تغییر دمای جسم را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow -1260 = 50 \times 4 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = -6^\circ\text{C}$$

$$\Delta\rho = -\rho_1 \beta \Delta\theta = -1 \times 2 \times 10^{-2} \times (-6) = 12 \times 10^{-2} = 0.12 \text{ g/cm}^3$$

حال تغییر چگالی را بررسی می‌کنیم:

۱۸- گزینه ۲ چون جرم کره توخالی کمتر است، طبق رابطه $Q = mc\Delta\theta$ به ازای گرمای معین، افزایش دمای بیشتری خواهد داشت و مطابق $\Delta V = V_1 (\alpha A) \Delta \theta$

به ازای V_1 برابر و جنس یکسان، افزایش حجم کره توخالی بیشتر است.

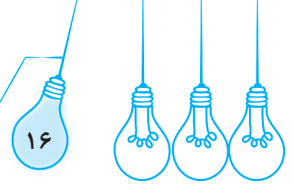
۱۹- گزینه ۱ گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

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

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

گزینه (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.

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



۲۰- گزینه ۴ با توجه به رابطه تعادل گرمایی داریم:

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

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

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:

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots}$$

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

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

۲۱- گزینه ۲ همه گرمایی که قطعه مس از دست می‌دهد، به آب نمی‌رسد بلکه فقط $\frac{f}{5}$ این مقدار گرما را آب دریافت می‌کند، بنابراین رابطه تعادل گرمایی را

این‌گونه می‌نویسیم:

$$\underbrace{\frac{f}{5} Q_1}_{\text{گرمایی که مس از دست می‌دهد}} + \underbrace{Q_2}_{\text{گرمایی که آب می‌گیرد}} = 0 \Rightarrow \frac{f}{5} m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow \frac{f}{5} \times \frac{2}{10} \times 420 (\theta - 100) + \frac{6}{10} \times 420 (\theta - 20) = 0 \xrightarrow{\div 420} \frac{\lambda}{50} (\theta - 100) + 6 (\theta - 20) = 0$$

$$0/16\theta - 16 + 6\theta - 120 = 0 \Rightarrow 6/16\theta = 136 \Rightarrow \theta \sim 22^\circ C$$

۲۲- گزینه ۳ با کاهش فشار، نقطه جوش آب کاهش می‌یابد. می‌دانیم در فشار ۱ atm آب در دمای $100^\circ C$ می‌جوشد. اکنون مقدار دمای $100^\circ C$ را برحسب

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

فانهایت به دست می‌آوریم:

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

۲۳- گزینه ۴ ابتدا یخ $20^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود، سپس یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود:

$$Q = Q_1 + Q_2 = mc\Delta\theta + mL_F = 5 \times 2/1 \times 20 + 5 \times 340 = 1910 \text{ kJ}$$

۲۴- گزینه ۲ گرمای گرفته شده از آب برای یخ زدن برابر $Q = -mL_F$ است، با توجه به سؤال گرمای گرفته شده از آب $-40/2 \text{ kJ}$ است از این‌رو:

$$Q = -mL_F \Rightarrow -40/2 \times 10^3 = -m \times 335 \times 10^3 \Rightarrow m = \frac{40/2}{335} = 0/12 \text{ kg} = 120 \text{ g}$$

بنابراین ۱۲۰ g از آب یخ می‌زند و $180 - 120 = 60 \text{ g}$ آب باقی می‌ماند.

۲۵- گزینه ۲ 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 گزینه (۲) درست است.

مقادیر L_V برای آب در دماهای مختلف*	
L_V (kJ/kg)	دما ($^\circ C$)
۲۴۹۰	۰
۲۴۵۴	۱۵
۲۳۷۴	۵۰
۲۲۵۶	۱۰۰
۲۱۱۵	۱۵۰
۱۹۴۰	۲۰۰

* مقادیر تا $100^\circ C$ در فشار ۱ atm است.

$$\frac{mc\Delta\theta}{mL_F} \left| \begin{array}{l} 15 \\ t \end{array} \right. \Rightarrow t = \frac{336 \times 15}{4/2 \times 12} = 100 \text{ min}$$

$$Q = Pt = 500 \times 60 = 30 \text{ kJ}$$

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = \frac{1}{10} \times 2100 \times 30 = 6/3 \text{ kJ}$$

$$Q = mL_F = \frac{1}{10} \times 340 = 34 \text{ kJ} > 23/7 \text{ kJ}$$

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

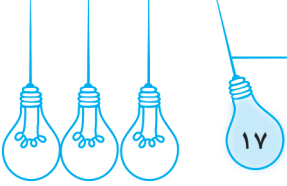
۲۷- گزینه ۲ ابتدا کل گرمایی را که در مدت یک دقیقه به یخ داده می‌شود محاسبه می‌کنیم:

حالا ببینیم برای اینکه دمای ۱۰۰ گرم یخ از $3^\circ C$ به $0^\circ C$ برسد، چقدر گرما نیاز است:

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

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

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



نشرالگو

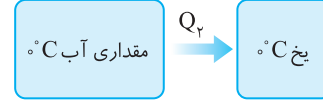
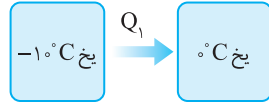
۲۸- گزینه ۴ ۱۰۰ گرم یخ باقی مانده است، پس دمای تعادل $^{\circ}\text{C}$ است. گرمایی که آب 5°C از دست می دهد تا دمایش $^{\circ}\text{C}$ شود، صرف ذوب یخ $^{\circ}\text{C}$ شده است، از این رو: B

$$Q = mc\Delta\theta = m_i L_F \Rightarrow 800 \times 4200 \times 5 = 336000 m_i \Rightarrow m_i = 500 \text{ g}$$

یخ ذوب شده 500 g

بنابراین جرم یخ اولیه برابر $500 + 100 = 600 \text{ g}$ است.

۲۹- گزینه ۱ چون دمای آب از دمای یخ بیشتر است، آب گرما از دست می دهد، ولی باید توجه داشت که جرم آب خیلی بیشتر از یخ است، بنابراین مقداری از آب اطراف یخ منجمد می گردد. پس بر جرم یخ افزوده می شود. B



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_i c \Delta\theta - m_v L_F = 0 \Rightarrow 800 \times \frac{1}{2} \times (10) = m_v \times 80 \Rightarrow m_v = 5 \text{ g}$$

۳۰- گزینه ۳ سرعت انتشار گرما از طریق تابش هم اندازه با سرعت نور است. B