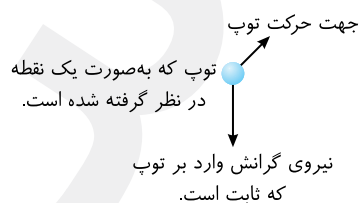
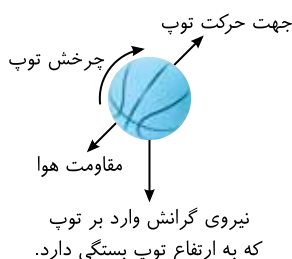




پاسخ ۱ (A) این امکان همواره وجود دارد که با مشاهده پدیده‌ای یا انجام آزمایش جدید نظریه یا مدل بازنگری یا رد شوند مانند آنچه باعث تکمیل یا بازنگری در نظریه اتمی شده است.

پاسخ ۲ (A) این توپ به علت درزها و برجستگی‌هایی که در سطح آن است یک کره کامل نیست و به همین خاطر در اثر مقاومت هوا به دور خود می‌چرخد و نیز شاید خود بازیکن هم به آن یک حرکت چرخشی داده باشد که ما در مدل‌سازی اثر مقاومت هوا و چرخش توپ را ناچیز می‌گیریم. همچنین خود توپ را به صورت یک جسم نقطه‌ای فرض می‌کنیم. از طرفی در مدل‌سازی وزن توپ را نیز در طی حرکت آن ثابت می‌گیریم. زیرا مقدار تغییرات فاصله توپ از مرکز زمین در مقایسه با شعاع زمین ناچیز است، بنابراین می‌توان شتاب گرانشی زمین را ثابت در نظر گرفت. بنابراین مطابق شکل زیر حرکت واقعی توپ بسکتبال به صورت حرکت یک ذره، مدل‌سازی می‌شود.



$$18 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

پاسخ ۳ (A) الف

$$10/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{(10^2)^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 10500 \text{ kg/m}^3$$

ب

$$2800 \text{ cm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{(10^2)^2 \text{ cm}^2} = 0.28 \text{ m}^2$$

پ

پاسخ ۴ (B) با یک معادله یک مجهولی ساده مسأله را حل می‌کنیم:

$$0.00053 \text{ J} = ? \mu\text{J}, \quad 0.00053 \text{ J} = 5/3 \times 10^{-4} \text{ J} \times \frac{10^6 \mu\text{J}}{1 \text{ J}} = 5/3 \times 10^2 \mu\text{J}$$

بنابراین انرژی صوتی گسیلی خفاش در هر ثانیه برابر $5/3 \times 10^2$ میکروژول است.

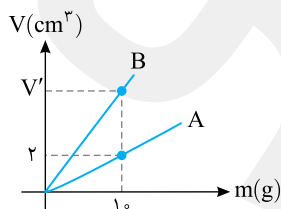
$$5 \text{ cm}^2 + 8 \times 10^{-2} \text{ dm}^2 = 5 \text{ cm}^2 \times \frac{10^2 \text{ mm}^2}{1 \text{ cm}^2} + 8 \times 10^{-2} \text{ dm}^2 \times \frac{10^{-2} \text{ m}^2}{1 \text{ dm}^2} \times \frac{(10^3 \text{ mm})^2}{1 \text{ m}^2} = 500 \text{ mm}^2 + 800 \text{ mm}^2 = 1300 \text{ mm}^2$$

پاسخ ۵ (B)

پاسخ ۶ (B) در تندی سنج مدرج بین صفر تا ۱۰ به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده پس کمینه تقسیم‌بندی و یا همان دقت برابر ۱ km/h است. در دستگاه‌های دیجیتال دقت برابر یک واحد از اولین رقم سمت راست عدد گزارش شده است.

بنابراین دقت تندی سنج رقمی بیشتر از دقت تندی سنج مدرج و خطای آن کمتر از خطای تندی سنج مدرج می‌باشد.

پاسخ ۷ (B) الف) ابتدا چگالی ماده A را به کمک نمودار به دست می‌آوریم:



$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow \rho_A = \frac{10}{2} \Rightarrow \rho_A = 5 \text{ g/cm}^3$$

برای ساختن آلیاژ مقدار جرم یکسانی از ماده‌های A و B به کار برده‌ایم. ($m_A = m_B = m$)

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \quad \rho_A = \frac{m}{V_A} \Rightarrow V_A = \frac{m}{\rho_A} \Rightarrow \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow V_B = \frac{m}{\rho_B} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m + m}{\frac{m}{\rho_A} + \frac{m}{\rho_B}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{2}{\frac{1}{\rho_A} + \frac{1}{\rho_B}} = \frac{2}{\frac{1}{5} + \frac{1}{3}} = \frac{2}{\frac{8}{15}} = \frac{15}{4} = 3.75 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{10}{3} = \frac{10}{V'} \Rightarrow V' = 3 \text{ cm}^3$$

حال از روی نمودار حجم V' را به دست می‌آوریم:



$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{V_A = V_B = V} \rho = \frac{\Delta V + m_B}{2V} \Rightarrow \Delta V + m_B = 2V \Rightarrow m_B = 3V$$

(ب) چگالی آلیاژ را می نویسیم:

با توجه به رابطه $\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{3V}{V}$ چگالی ماده B برابر 3 g/cm^3 می باشد. حجم V' ماده B مربوط به 10 g از این ماده می باشد:

$$\rho_B = 3 = \frac{10}{V'} \Rightarrow V' = \frac{10}{3} \text{ cm}^3$$

جرم سنگ ریزه ها برابر 400 g و جرم مجموع سنگ ریزه ها و روغن ریخته شده برابر 416 g است بنابراین جرم روغن برابر 16 g است. با توجه به چگالی روغن، حجم 16 g روغن را به دست می آوریم:

$$\rho = \frac{m_{\text{روغن}}}{V_{\text{روغن}}} \Rightarrow 0.8 = \frac{16}{V_{\text{روغن}}} \Rightarrow V_{\text{روغن}} = 20 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{کل}} = V_{\text{سنگ ریزه}} + V_{\text{روغن}} \Rightarrow 100 = V_{\text{سنگ ریزه}} + 20 \Rightarrow V_{\text{سنگ ریزه}} = 80 \text{ cm}^3$$

با اضافه شدن روغن به ظرف، ظرف کاملاً پر شده است:

$$\rho_{\text{سنگ ریزه}} = \frac{m}{V} = \frac{400}{80} = 5 \text{ g/cm}^3$$

جرم سنگ ریزه ها برابر 400 g و حجم آنها برابر 80 cm^3 است بنابراین:

پاسخ ۸

(B)



الف) ستارگان - دماهای بالا / ب) نسبت به - نوسانهای / پ) بلورین - فلزها - معدنی / ت) کندی / ث) رانشی -
 علت این که حشرات توانایی ایستادن روی سطح آب را دارند، نیروی کشش سطحی آب است. در واقع، نیروی هم چسبی بین مولکولهای سطح آب سبب می گردد که سطح آب مانند یک پوسته کشسان عمل کند.

آنگستروم واحد بسیار کوچکی است ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) که در مقیاس ابعاد اتم و مولکول به کار می رود. لیتر نیز واحد حجم است ($1 \text{ lit} = 10^{-3} \text{ m}^3$).
 یک مولکول حجمی شبیه کره دارد. به دلیل آنکه مولکول بسیار کوچک است، می توان آن را به صورت یک مکعب در نظر گرفت که حجم آن برابر $(2 \times 10^{-10})^3 \text{ m}^3$ است از این رو:

$$\text{تعداد مولکول ها} = \frac{V}{V_{\text{مولکول}}} = \frac{10^{-3}}{(2 \times 10^{-10})^3} = \frac{1}{8} \times 10^{27} = 125 \times 10^{24} = 1/25 \times 10^{26}$$

افزایش دما سبب کاهش نیروی هم چسبی مولکولهای مایع شده و این امر سبب می گردد که مایع راحت تر جاری شود. به عنوان مثال هر چه دمای روغن مایع بالاتر رود، روغن روان تر می شود.

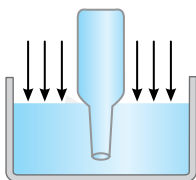
فقط تفاوت ارتفاع مایع یعنی Δh مهم است. ضلع روبه رو به زاویه 30° نصف وتر است، از این رو:

$$\Delta h = 50 \times \frac{1}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$\Delta P = \rho g \Delta h = 4000 \times 10 \times \frac{25}{100} \Rightarrow \Delta P = 10000 \text{ Pa} = 10 \text{ kPa}$$

در هر دو حالت نیروی وارد بر کف استوانه برابر مجموع وزن دو مایع است و فشار $P = \frac{F}{A}$ در دو حالت برابر است از این رو:

فشار هوا که بر سطح ظرف آب وارد می شود، بنا بر اصل پاسکال به دهانه لوله وارد شده و مانع ریختن آب درون لوله به داخل ظرف می شود.



$$P = P_0 - \rho g h$$

$$P = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow P = 13600 \times 10 \times \frac{67}{100} = 91120 \text{ Pa}$$

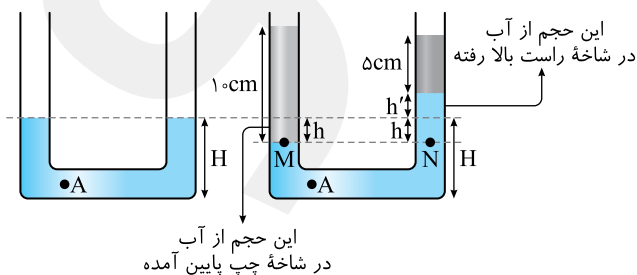
$$P = P_0 - \rho g h \Rightarrow 91120 = 101300 - 1250 \times 10 \times h \Rightarrow h = 814/4 \text{ m}$$

اکنون ارتفاع h را حساب می کنیم:

$$\rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow 1000 \times 10 \times h_{\text{آب}} = 13600 \times 10 \times \frac{67}{100} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 2 \text{ cm}, P_{\text{آب}} = 2 \text{ cmHg}$$

$$P_{\text{کف}} = P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} + P_0 = 2 + 15 + 76 = 93 \text{ cmHg}$$

بنابراین فشار وارد بر کف برابر است با:



راه حل اول: (۱) لوله ای مشابه لوله لاشکل سؤال کنار آن

می کشیم تا تغییرات ارتفاع آب در دو شاخه را بسنجیم.

(۲) در شاخه سمت چپ 10 cm و در شاخه سمت راست 5 cm روغن ریختیم پس آب در شاخه سمت چپ پایین آمده و در سمت راست بالا رفته است.

(۳) خط تراز لوله دوم را می کشیم و مسأله را حل می کنیم.

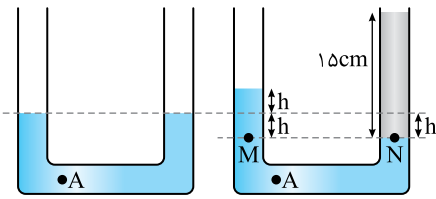
$$V_{\text{پایین آمده}} = V_{\text{بالا رفته}} \Rightarrow h' = h$$

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} g \times (10) = \rho_{\text{روغن}} g (5) + \rho_{\text{آب}} g (2h)$$

$$\Rightarrow 8 = 4 + 2h \Rightarrow h = 2 \text{ cm}$$

با توجه به شاخه سمت راست در حالت اول و دوم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{حالت اول: } P_{1,A} = \rho_{\text{آب}} g H \\ \text{حالت دوم: } P_{2,A} = \rho_{\text{آب}} g H + \rho_{\text{آب}} g \frac{2}{100} + \rho_{\text{روغن}} g \frac{5}{100} \Rightarrow \Delta P_A = 200 + 400 = 600 \text{ Pa} \end{array} \right.$$



راه حل دوم: با توجه به تقارن می‌توان فرض کرد که همهٔ روغن به یک طرف شاخه‌ها اضافه گردد.

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{آب}} \times 2h = \rho_{\text{روغن}} \times 15 \Rightarrow h = 6 \text{ cm}$$

نسبت به حالت قبل در شاخه سمت چپ ۶ cm ارتفاع آب بیشتر شده، بنابراین

$$\Delta P_A = \rho_{\text{آب}} g \frac{6}{100} = 600 \text{ Pa}$$

حجم جیوهٔ جابه‌جا شده در دو شاخه برابر است:

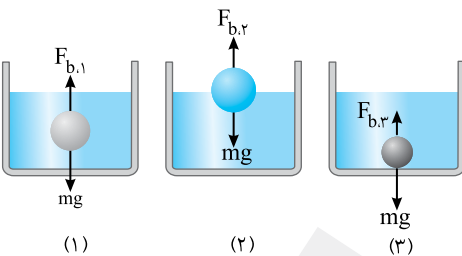
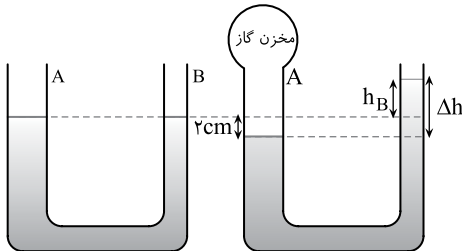
پاسخ ۱۱ (A)

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

قطر B نصف قطر A بود، پس سطح مقطع B، $\frac{1}{4}$ سطح مقطع A است.

$$h_A A_A = h_B \left(\frac{1}{4} A_A\right) \Rightarrow h_B = 4h_A \Rightarrow h_B = 4 \times 2 = 8 \text{ cm}$$

بنابراین اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو طرف لولهٔ U شکل برابر با $\Delta h = 2 + 8 = 10 \text{ cm}$ است، در نتیجه فشار پیمانه‌ای مخزن گاز ۱۰ cmHg خواهد بود.



پاسخ ۱۲ (A) در شکل‌های (۱) و (۲) نیروی وزن برابر نیروی شناوری وارد بر جسم است تا اجسام غوطه‌ور یا شناور باقی بمانند. چون جرم شکل‌های (۱) و (۲) یکسان است، بنابراین نیروی شناوری در شکل‌های (۱) و (۲) با هم برابر است.

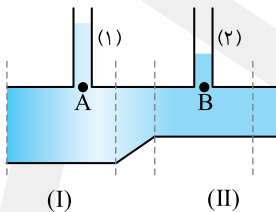
در شکل (۳) نیروی شناوری از نیروی وزن کمتر است که جسم ته‌نشین شده است.

$$\begin{cases} F_{b,1} = mg \\ F_{b,2} = mg \Rightarrow F_{b,1} = F_{b,2} > F_{b,3} \\ F_{b,3} < mg \end{cases}$$

ماهی در آب غوطه‌ور است بنابراین $g = F_b = m$ ، همچنین می‌دانیم که نیروی شناوری به علت اختلاف فشار یا $\rho g \Delta h$ به وجود می‌آید پس با

پاسخ ۱۳ (B)

افزایش شتاب گرانش، g در دو طرف معادله افزایش می‌یابد و تغییری در وضعیت ماهی به وجود نمی‌آید.



پاسخ ۱۴ (A) قسمت (I) سطح مقطع بزرگ‌تری نسبت به قسمت (II) دارد، پس فشار قسمت (I)

طبق اصل برنولی بیشتر از فشار قسمت (II) است، بنابراین فشار وارده به قسمت A بیشتر از قسمت B است، پس در لولهٔ (۱) آب بیشتر از لولهٔ (۲) بالا می‌رود.

پاسخ ۱۵ (A) با وزش باد و تندى هوا، بنابر اصل برنولى، فشار هوای بالای چادر برزنتی کاهش یافته و فشار هوای زیر چادر برزنتی رو به بالا پف می‌کند.



پاسخ ۱ (A) برای استفاده از رابطه انرژی جنبشی باید توجه داشته باشیم که جرم جسم بر حسب کیلوگرم و انرژی جنبشی بر حسب ژول باشد، یعنی در این جا انرژی

جنبشی را برابر $1000 \text{ J} = 1 \text{ kJ} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}}$ قرار می دهیم، به این ترتیب تندی بر حسب متر بر ثانیه به دست می آید:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 1000 = \frac{1}{2} \times 8 \times v^2 \Rightarrow 1000 = 4 \times v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{1000}{4} = 250 \Rightarrow v = \sqrt{250} = 5\sqrt{10} \text{ m/s}$$

پاسخ ۲ (A) الف) کافی است انرژی جنبشی حالت دوم را بر انرژی جنبشی حالت اول تقسیم کنیم:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}mv_2^2}{\frac{1}{2}mv_1^2} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{1}{4}$$

ب) برای محاسبه درصد تغییرات، به صورت زیر عمل می کنیم:

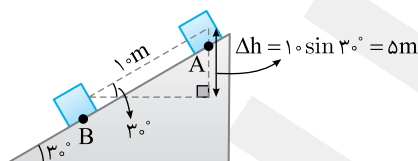
$$\text{درصد تغییرات: } \frac{\Delta K}{K_1} \times 100 = \frac{K_2 - K_1}{K_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{4}K_1 - K_1}{K_1} \times 100 = -\frac{3}{4} \times 100 = -75\%$$

یعنی ۷۵٪ کاسته شده است.

$$W_g = mgh \cos \theta \xrightarrow{\theta=18^\circ, \cos \theta=-1} W_g = -250 \times 10 \times 2/4 \Rightarrow W_g = -6000 \text{ J}$$

پاسخ ۳ (A) الف) کار نیروی وزن برابر خواهد شد با:

ب) در حالتی که وزنه بردار، وزنه را روی دستانش نگه می دارد، نیرویی برابر وزن وزنه رو به بالا بر آن وارد می کند اما چون جابه جایی در این حالت صفر است، کار وزنه بردار روی وزنه صفر می شود.



پاسخ ۴ (B) کار نیروی وزن برابر $W = \pm mg\Delta h$ است و علامت مثبت برای جابه جایی به سمت پایین و علامت منفی برای جابه جایی به سمت بالا می باشد و Δh جابه جایی در راستای قائم است بنابراین:

$$\begin{cases} W_g = +mg\Delta h = mg \times 5 = 5mg \\ W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = \frac{mg}{10} \times 10 \times (-1) = -mg \end{cases} \Rightarrow \frac{W_{f_k}}{W_g} = \frac{-mg}{5mg} = -\frac{1}{5}$$

پاسخ ۵ (B) نیروی خالصی که موجب توقف خودرو می شود، نیروی اصطکاک است. قضیه کار و انرژی جنبشی را می نویسیم:

$$W_{f_k} = K_f - K_i \Rightarrow -f_k d = 0 - \frac{1}{2}mv_i^2 \Rightarrow -f_k \times (55 - 5) = -\frac{1}{2} \times 800 \times (20)^2 \Rightarrow f_k = 3200 \text{ N}, \quad \frac{f_k}{mg} = \frac{3200}{8000} = 0.4$$

پاسخ ۶ (B) جسم فقط تحت تأثیر نیروی وزن است. قضیه کار و انرژی جنبشی را می نویسیم:

$$W = K_f - K_i \Rightarrow mg\left(\frac{1}{4}h\right) = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{1}{2}gh \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

پاسخ ۷ (B) با توجه به قضیه کار - انرژی جنبشی داریم.

$$W = \Delta K \Rightarrow W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

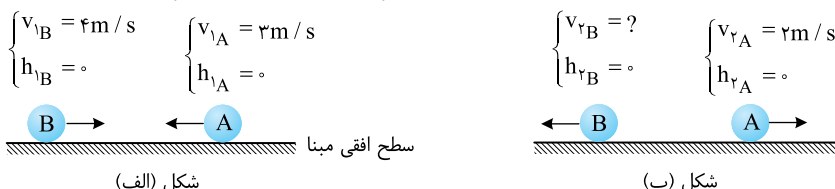
دقت کنید در انرژی جنبشی جسم (اندازه سرعت) مهم است و جهت سرعت اهمیت ندارد.

$$W = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (v_f^2 - v_i^2) \Rightarrow W = 0.2 \times (100 - 144) = -8 \text{ J}$$

پاسخ ۸ (B) جسم را از A تا B ($h_B > h_A$) جابه جا کرده ایم بنابراین در این جابه جایی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی مثبت است.

$$\Delta U_{AB} = U_B - U_A = mgh_B - mgh_A = mg(h_B - h_A) = 40 \Rightarrow 0.2 \times 10 \times \left(\frac{6}{5}h_A - h_A\right) = 40 \Rightarrow 2\left(\frac{h_A}{5}\right) = 40 \Rightarrow h_A = 100 \text{ m}$$

پاسخ ۹ (B) برای وضعیت اولیه و ثانویه دستگاه شکل های (الف) و (ب) را در نظر می گیریم. در شکل (الف) گلوله ها دارای انرژی جنبشی هستند و با در نظر گرفتن سطح افقی به عنوان سطح مبنای انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی پتانسیل گرانشی آنها برابر صفر است. پس از برخورد آنها به یک دیگر، در شکل (ب) نیز گلوله ها دارای انرژی جنبشی خواهند بود و بنا بر قانون پایستگی انرژی، مجموع انرژی جنبشی دو جسم قبل و بعد از برخورد با هم برابر است.



گلوله‌ها یکسانند پس جرم برابر دارند. $m_A = m_B = m$

$$\frac{1}{2}mv_{1A}^2 + \frac{1}{2}mv_{1B}^2 = \frac{1}{2}mv_{2A}^2 + \frac{1}{2}mv_{2B}^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times m \times 3^2 + \frac{1}{2} \times m \times 4^2 = \frac{1}{2} \times m \times 2^2 + \frac{1}{2} \times m \times v_{2B}^2$$

را از طرفین تساوی ساده می‌کنیم

$$9 + 16 = 4 + v_{2B}^2 \Rightarrow v_{2B}^2 = 25 - 4 = 21 \Rightarrow v_{2B} = \sqrt{21} \approx 4.6 \text{ m/s}$$

در ابتدا پس از رها شدن فنر، تمام انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر به انرژی جنبشی گلوله اول تبدیل می‌شود.

پاسخ ۱۰ (C)

$$U_e = K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow 45 = \frac{1}{2} \times 0.9 \times v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = 100 \Rightarrow v_1 = 10 \text{ m/s}$$

در لحظه برخورد گلوله اول با گلوله دوم، بخشی از انرژی جنبشی گلوله اول به گلوله دوم منتقل شده و تندی گلوله اول پس از برخورد نصف می‌شود ($v_1' = \Delta m/s$).

بنا بر قانون پایستگی انرژی، مجموع انرژی جنبشی دو گلوله قبل و بعد از برخورد برابر باشد، بنابراین:

$$v_1 = 10 \text{ m/s}$$



$$K_1 + K_2 = K_1' + K_2' \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.9 \times 10^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 0.9 \times 5^2 + \frac{1}{2} \times 0.9 \times v_2'^2$$

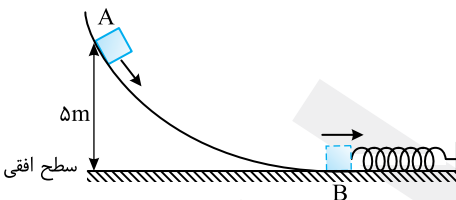
$$\Rightarrow v_2'^2 = 135 = 9 \times 15 \Rightarrow v_2' = 3\sqrt{15} \approx 11.6 \text{ m/s}$$

کار نیروی مقاومت هوا برابر تغییر انرژی مکانیکی گلوله است:

پاسخ ۱۱ (B)

$$E_f - E_1 = W_f \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - (mgh + \frac{1}{2}mv_0^2) = W_f \Rightarrow W_f = \frac{1}{2} \times \frac{20}{1000} \times 250000 - \left(\frac{20}{1000} \times 10 \times 1.8 + \frac{1}{2} \times \frac{20}{1000} \times 2250000 \right)$$

$$W_f = 25000 - (0.36 + 22500) \Rightarrow W_f = -20000/36 \text{ J}$$



موقعیت اولیه جسم در نقطه A می‌باشد، در این نقطه جسم دارای تندی و ارتفاع

در نتیجه انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل گرانشی است. فنر نیز دارای طول طبیعی می‌باشد و انرژی

پتانسیل کشسانی آن صفر است. مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل اولیه مجموعه را به دست می‌آوریم:

پاسخ ۱۲ (C)

$$E_1 = K_1 + U_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + U_{1e} \xrightarrow{v_1=10 \text{ m/s}, h_1=\Delta m, U_{1e}=0} E_1 = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^2 + 1 \times 10 \times 5 + 0 = 50 + 50 = 100 \text{ J}$$

از این مقدار انرژی ۷۰ درصد آن تلف و تبدیل به انرژی درونی می‌شود. پس مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل ثانویه مجموعه در نقطه B به صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود:

$$E_1 - E_f = \frac{30}{100} E_1 \Rightarrow 100 - E_f = \frac{30}{100} \times 100 \Rightarrow E_f = 30 \text{ J}$$

(می‌توان E_f را برابر ۳۰ درصد E_1 نیز در نظر گرفت).

در نقطه B که جسم در حرکت است و ارتفاع آن صفر می‌باشد، انرژی جنبشی مخالف صفر و انرژی پتانسیل گرانشی برابر صفر است. در این موقعیت فنر در حال فشرده شدن می‌باشد و دارای انرژی پتانسیل کشسانی با شرایط گفته شده در سؤال است، پس داریم:

پاسخ ۱۳ (B)

اصطکاک ناچیز است و تنها نیرویی که سبب حرکت مجموعه است نیروی وزن A

است، بنابراین قضیه کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:

$$W_t = K_f - K_i \Rightarrow m_A gh = K_f - 0 \Rightarrow 20h = 30 \Rightarrow h = 1.5 \text{ m}$$

(الف) با توجه به تعریف توان داریم:

پاسخ ۱۴ (B)

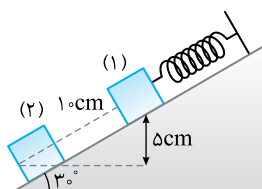
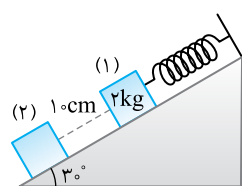
$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{Fd}{t} \xrightarrow{v=\frac{d}{t}} P = Fv \Rightarrow 10 \times 10^3 = 20 \times 10^3 v \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

(ب) چون تندی جسم ثابت است، نیروی محرک حاصل از موتور هم‌اندازه با نیروهای مقاوم است، بنابراین طبق $P = Fv$ توان نیروهای مقاوم نیز همان ۱۰ کیلو وات است.

پاسخ ۱۵ (A)

با توجه به رابطه بازده با توان خروجی و توان ورودی خواهیم داشت:

$$\text{بازده} = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow \frac{60}{100} = \frac{t}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{100}{60} \times \frac{3000 \times 10 \times 30}{60} = 25 \text{ kW}$$



هنگامی که جسم حداکثر روی سطح پایین می‌آید مجدداً سرعتش صفر می‌شود. حال با توجه به قضیه کار و

پاسخ ۱۶ B

انرژی جنبشی داریم:

$$v_1 = v_2 = 0 \Rightarrow W_t = \Delta K \xrightarrow{K_1 = K_2 = 0} W_t = 0 \Rightarrow W_g + W_{\text{فنر}} = 0$$

$$\Rightarrow W_{\text{فنر}} = -W_g = -(+mgd \sin 30^\circ) = -2 \times \frac{5}{100} = -1 \text{ J}$$

با توجه به پایداری انرژی مکانیکی، تمام انرژی پتانسیل گرانشی آزاد شده ΔU_g به انرژی پتانسیل کشسانی تبدیل شده است.

$$\Delta U_e = -\Delta U_g \Rightarrow \Delta U = 2 \times 10 \times \frac{5}{100} = 1 \text{ J}$$

فصل ۴



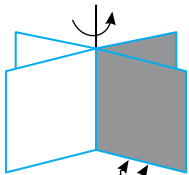
پاسخ آزمون تشریحی

پاسخ ۱

(الف) کوزه‌های سفالی، لعاب ندارند، بنابراین آب داخل آن‌ها به تدریج به سمت سطح بیرونی ظرف، نشست کرده و این قطرات آب بر قسمت بیرونی کوزه، تبخیر سطحی می‌شوند و گرمای لازم را از ظرف و آب داخل آن می‌گیرند و به این ترتیب آب به‌طور طبیعی خنک می‌شود.

(ب) در این همرفت، شاره به کمک یک تلمبه (طبیعی یا مصنوعی) به حرکت واداشته می‌شود. سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها و نیز سیستم خنک‌کننده موتور خودرو مثال‌هایی از تلمبه مصنوعی و دستگاه گردش خون در بدن جانوران خونگرم مثالی از تلمبه طبیعی است.

(پ) ۱- شکار تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی، بر روی پوزه خود، اندام‌های حفرة‌ای دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند و این اندام‌های حفرة‌ای، تابش‌های فروسرخ را که از طرف طعمه‌های خون‌گرم تابیده می‌شوند حتی در تاریکی و سرمای شب می‌توانند مشاهده کنند. ۲- کلم اسکانک: کلم اسکانک یکی از چندین گیاهی است که می‌تواند دمایش را بیشتر از دمای محیط بالا ببرد. این نوع کلم به خاطر بالا رفتن دمایش، انرژی خود را از طریق تابش فروسرخ از دست داده و در زمستان برف اطرافش را آب کند.



تابش گرمایی

(ت) این دستگاه می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای مقایسه شدت نورهای مختلف، مورد استفاده قرار گیرد. این وسیله از چهار صفحه نازک که مطابق شکل می‌توانند به دور محور AB بچرخند تشکیل شده است. دو وجه هر کدام از صفحات یا پره‌ها یک در میان سفید و سیاه است. وقتی که پرتو نور به یک وجه تیره می‌تابد، این وجه گرما جذب می‌کند و هوای اطراف خود را گرم‌تر می‌کند. پس انرژی جنبشی مولکول‌های هوای نزدیک پره زیاد شده و از صفحه دور می‌شوند و مطابق قانون سوم نیوتون نیرویی در خلاف جهت حرکت خود به پره‌ها وارد می‌کنند و باعث چرخش پره‌ها می‌شوند. البته صفحه روشن هم گرما جذب و تابش می‌کند که مقدار جذب و تابش آن نسبت به صفحه تیره کمتر است. به همین خاطر نیروی واکنش مولکول‌ها در طرف تیره بیشتر است.

پاسخ ۲

چنانچه شکل زیر را برای دماسنج X و دماسنج سلسیوس و اعداد و دماهای متناظر آن‌ها در نظر بگیریم، با فرض $x = 3\theta$ و رابطه تناسبی که بین قسمت‌های دو دماسنج برقرار است می‌توانیم مقدار θ را به دست آوریم:

دماسنج X	دماسنج سلسیوس	
$x_F = 70^\circ$	$\theta_F = 60^\circ C$	$\frac{x - x_1}{x_F - x_1} = \frac{\theta - \theta_1}{\theta_F - \theta_1} \Rightarrow \frac{x - (-10)}{70 - (-10)} = \frac{\theta - 20}{60 - 20}$
$x = 3\theta$	$\theta = ?$	
$x_1 = -10^\circ$	$\theta_1 = 20^\circ C$	$\Rightarrow \frac{3\theta + 10}{80} = \frac{\theta - 20}{40} \Rightarrow \frac{3\theta + 10}{2} = \theta - 20 \Rightarrow 3\theta + 10 = 2\theta - 40 \Rightarrow \theta = -50^\circ C$

همان‌طور که محاسبات نشان می‌دهد دمای $\theta = -50^\circ C$ از نقطه $\theta_1 = 20^\circ C$ نشان داده شده بر روی دماسنج پایین‌تر است، در حالی که ما این دما را بین θ_1 و θ_F در نظر گرفته بودیم. یکی از محاسن این تناسب ساده این است که همواره جواب صحیح را به ما می‌دهد حتی اگر ما جای آن نقطه و دما را اشتباه حدس زده باشیم.

پاسخ ۳

(الف) مطابق آن‌چه در مسأله قبل مطرح شد، وقتی که قفل و کلید هم جنس باشند، ضریب انبساط خطی آن‌ها هم اندازه بوده و مطابق $\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta \theta$ در اثر تغییرات دما قفل و کلید به یک نسبت تغییر خواهند کرد. (ب) اگر پیچ و مهره هم جنس باشند ضریب انبساط خطی آن‌ها مانند هم است و در این صورت پیچ و مهره هر دو با یک نسبت بزرگ‌تر یا کوچک‌تر می‌شوند.

پاسخ ۴

حجم کره از رابطه $\frac{4}{3} \pi r^3$ به دست می‌آید. $\Delta V = \frac{4}{3} \pi \times 10^{-3} \times 23 \times 10^{-6} \times 200 = 18/4 \pi \text{ cm}^3$

پاسخ ۵

باید اندازه قطر داخلی حلقه با قطر میله برابر شود:



$$L_F = L_1(1 + \alpha \Delta \theta) \Rightarrow 5 = 4/98(1 + 17 \times 10^{-6} \Delta \theta) \Rightarrow 0/02 = 4/98 \times 17 \times 10^{-6} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta \approx 236^\circ C$$

پاسخ ۶

از دمای $10^\circ C$ تا دمای $4^\circ C$ حجم آب کاهش می‌یابد و از دمای $4^\circ C$ تا $0^\circ C$ حجم آن زیاد می‌شود و با توجه به این که چگالی با حجم رابطه عکس دارد، بنابراین از $10^\circ C$ تا $4^\circ C$ چگالی آن زیاد می‌شود و از $4^\circ C$ تا $0^\circ C$ چگالی کاهش می‌یابد.

پاسخ ۷

انرژی جنبشی چکش را به دست می‌آوریم:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 1/2 \times 16 = 9/6 J$$

$$\frac{6}{100} K = Q \Rightarrow \frac{6}{100} \times 9/6 = 0/01 \times 500 \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 1/152^\circ C$$

۶۰٪ این انرژی به صورت گرما به میخ داده شده است:

پاسخ ۸

گرمای لازم برای تغییر دمای آب را محاسبه می‌کنیم، می‌دانیم هر لیتر آب ۱ kg جرم دارد:

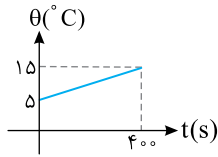
$$Q = mc \Delta \theta \Rightarrow Q = 120 \times 4200 \times (60 - 10) = 25/2 \times 10^6 J$$

$$Ra = \frac{Q}{Q_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{25/2 \times 10^6}{Q_{\text{کل}}} \Rightarrow Q_{\text{کل}} = 31/5 \times 10^6 J$$

این مقدار ۸۰٪ گرمایی است که آبرگرمکن تولید می‌کند:

$$P = \frac{Q_{\text{کل}}}{t} \Rightarrow t = \frac{31/5 \times 10^6}{2000} \Rightarrow t = 15750 s$$

زمان لازم برابر است با:



پاسخ ۹ (A) مایع در هر ثانیه به اندازه ۳۰ ژول گرما دریافت کرده است، بنابراین گرمای دریافتی در مدت ۴۰۰s برابر است با:

$$Q = 400 \times 30 = 12000 \text{ J}$$

اکنون به کمک رابطه گرماسنجی، گرمای ویژه را به دست می آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 12000 = 2 \times c \times 10 \Rightarrow c = 600 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_{Al} + Q_{Cu} + Q_A = 0$$

پاسخ ۱۰ (A) با توجه به قانون پایستگی انرژی می توان نوشت:

$$m_{Al}c_{Al}(\theta - \theta_{Al}) + m_{Cu}c_{Cu}(\theta - \theta_{Cu}) + m_Ac_A(\theta - \theta_A) = 0$$

دقت کنید که دمای ظرف آلومینیمی و دمای الک ۱۰°C است:

$$0.1 \times 900(\theta - 10) + 0.2 \times 400(\theta - 10) + 0.12 \times 2400(\theta - 10) = 0 \Rightarrow \theta = \frac{12970}{397} \approx 32.7^\circ\text{C}$$

$$Q_{فلز} = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_{فلز} = 0.5 \times 400 \times (10 - 12) = 18000 \text{ J}$$

پاسخ ۱۱ (B) گرمایی که فلز از دست می دهد را به دست می آوریم:

$$Q_{آب} = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_{آب} = 1 \times 4200 \times (4) = 16800 \text{ J}$$

حال گرمایی که آب گرفته تا دمای آن از ۸°C به ۱۲°C برسد را به دست می آوریم:

$$|Q_{اتلاfi}| = 18000 - 16800 = 1200 \text{ J}$$

بنابراین گرمای تلف شده برابر است با:

$$\begin{cases} V = 2 \text{ lit} = 2000 \text{ cm}^3 \\ \rho = 1 \text{ g/cm}^3 \end{cases} \xrightarrow{\rho = m/V} m = \rho V \Rightarrow m = 2000 \text{ g} = 2 \text{ kg}$$

پاسخ ۱۲ (B) ابتدا با توجه به چگالی، جرم آب را به دست می آوریم:

$$40^\circ\text{C} \text{ آب } 2 \text{ kg} \xrightarrow{Q = mc\Delta\theta} 0^\circ\text{C} \text{ آب } 2 \text{ kg} \xrightarrow{Q = mL_F} 0^\circ\text{C} \text{ یخ } 2 \text{ kg} \xrightarrow{Q = mc\Delta\theta} -4^\circ\text{C} \text{ یخ } 2 \text{ kg}$$

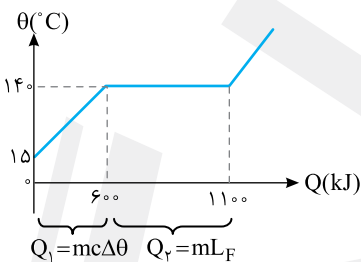
$$Q_{کل} = 2 \times 4200 \times 40 + 2 \times 336000 + 2 \times 2100 \times 4 = 1024800 \text{ J} = 1024.8 \text{ kJ}$$

پاسخ ۱۳ (B) الف) در قسمت اول فقط تغییر دما و در قسمت دوم تغییر حالت داریم:

$$Q_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow 600 \times 10^3 = 6 \times c \times 125 \Rightarrow c = 800 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q_r = mL_F \Rightarrow 1500 \times 10^3 = 6 \times L_F \Rightarrow L_F = 250 \times 10^3 \text{ J/kg} = 250 \text{ kJ/kg}$$

ب) از ۱۱۰۰kJ گرمایی که به جسم داده می شود، ۶۰۰kJ صرف افزایش دمای جسم و رساندن آن به نقطه ذوب می شود و فقط ۵۰۰kJ آن صرف ذوب کردن جسم می شود:



$$Q = mL_F \Rightarrow 500 = m \times 250 \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

جرمی که به صورت جامد باقی می ماند: $6 - 2 = 4 \text{ kg}$

پاسخ ۱۴ (B) از تقسیم گرمای لازم برای تغییر دما به کل گرما، درصد مورد نیاز به دست می آید:

$$\frac{Q_1}{Q_r} \times 100 = \frac{mc\Delta\theta}{mL_F + mc\Delta\theta} \times 100 = \frac{4/2 \times 60}{2268 + 4/2 \times 60} \times 100 \approx 10\%$$

این نسبت نشان می دهد که گرمای لازم برای تبخیر مقدار معینی آب در مقایسه با گرمای لازم برای افزایش دمای آن بسیار زیاد است. مثلاً دیده اید که مدت به جوش آمدن آب در کتری کمتر از مدت تبخیر آن است.

پاسخ ۱۵ (B) با توجه به $PV = nRT$ در دو حالت گفته شده داریم:

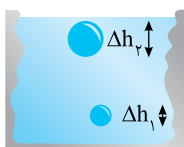
$$\begin{cases} P_1 V = n_1 R T_1 \xrightarrow{n_1 = \frac{m}{M_{O_2}}} P_1 V = \frac{m}{M_{O_2}} R T_1 \\ P_2 V = n_2 R T_2 \xrightarrow{n_2 = \frac{m}{M_{H_2}}} P_2 V = \frac{m}{M_{H_2}} R T_2 \end{cases} \xrightarrow{\div} \frac{P_1 V}{P_2 V} = \frac{\frac{m}{M_{O_2}} R T_1}{\frac{m}{M_{H_2}} R T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{M_{H_2}}{M_{O_2}} \times \frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{32} \times \frac{1}{16} \Rightarrow P_2 = 16 P_1$$

$$P_1 = P_0 + \rho gh \Rightarrow P_1 = 10^5 + 1000 \times 10 \times 2.5 = 35000 \text{ Pa} = 2.5 \text{ atm}$$

پاسخ ۱۶ (B) الف) فشار وارد بر حباب در عمق ۲.۵ متر:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{\text{دما ثابت فرض شود}} \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_1} \Rightarrow 35000 \times V_1 = 10^5 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 3.5 V_1$$

فشار وارد بر حباب در سطح آب برابر $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ است:



ب) حجم حباب افزایش یافته است، پس اختلاف فشار بین سطح پایین و بالای آن ($\Delta P = \rho g \Delta h$) افزایش می یابد و چون نیروی شناوری ناشی از اختلاف فشار است این نیرو افزایش یافته است.



پاسخ آزمون تشریحی



فصل ۵

پاسخ ۱ (A)

الف) مقدار کار انجام شده روی دستگاه را نشان می‌دهد.

(ب) در فرایند هم‌حجم کار انجام شده روی دستگاه صفر است.

(پ) با توجه به قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی نمی‌توان تمام انرژی گرفته شده از منبع گرم به کار تبدیل شود و قانون دوم نقض می‌شود اما قانون اول ترمودینامیک نقض نمی‌شود.

پاسخ ۲ (A)

فرایند (۱) هم‌فشار و فرایند انبساطی است، پس W منفی بوده و چون گرما و کار در فرایند هم‌فشار مختلف‌العلامت هستند، Q مثبت است. دقت کنید در فرایند هم‌فشار گرما و تغییر انرژی درونی هم‌علامت هستند پس ΔU فرایند هم‌فشار نیز مثبت می‌شود.

شیب فرایند (۳) از شیب فرایند (۲) تندتر است پس فرایند (۳) بی‌دررو می‌باشد و می‌دانیم در فرایند بی‌دررو گرمایی بین محیط و دستگاه منتقل نمی‌شود.

فرایند (۴) هم‌حجم است، در فرایند هم‌حجم کار انجام شده روی دستگاه صفر است و چون در فرایند هم‌حجم داده شده فشار در حال کاهش است با توجه به رابطه $PV=nRT$ دما نیز باید کاهش می‌یابد پس $\Delta U < 0$ است.

کمیت	فرایند (۱)	فرایند (۲)	فرایند (۳)	فرایند (۴)
Q	+	+	صفر	-
W	-	-	-	صفر
ΔU	+	صفر	-	-

پاسخ ۳ (A)

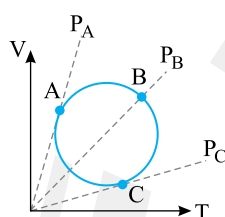
الف) با توجه به اطلاعات داده شده در حالت A و معادله حالت: $P_A V_A = nRT_A \Rightarrow 3 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} = 1 \times 8 \times T_A \Rightarrow T_A = 1200 \text{ K}$

(ب) انرژی درونی مقدار معینی گاز تنها تابع دماست، بنابراین انرژی درونی حالت ابتدایی و انتهایی گاز طی هر دو فرایند a و b با هم برابر بوده و $\Delta U_a = \Delta U_b$ است.

پاسخ ۴ (B)

در نمودار $V-T$ خطی که از مبدأ می‌گذرد، فرایند هم‌فشار را نشان می‌دهد که هر چه شیب این نمودار

کمتر باشد فشار آن فرایند بیشتر است.



$$P_C > P_B > P_A$$

پاسخ ۵ (B)

الف) در نمودار $P-T$ خطی که از مبدأ می‌گذرد فرایند هم‌حجم را نشان می‌دهد و جمله (الف) نادرست است.

(ب) فرایند BC فرایند هم‌دما بوده و تغییر انرژی درونی آن صفر است و جمله (ب) نادرست است.

(پ) فرایند AB هم‌حجم است:

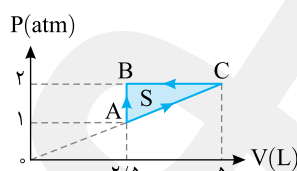
$$\begin{cases} \Delta U = Q + W \xrightarrow{W=0 \text{ در فرایند هم‌حجم}} \Delta U = Q \Rightarrow Q > 0 \\ P-T \text{ نمودار} \Rightarrow T_B > T_A \Rightarrow \Delta U > 0 \end{cases}$$

جمله (پ) درست است.

پاسخ ۶ (B)

الف) مساحت محور چرخه در نمودار $P-V$ برابر مقدار کار انجام شده روی دستگاه است و اگر نمودار

$P-V$ چرخه، ساعتگرد باشد $W < 0$ است:



$$W = -S \Rightarrow W = -\frac{10^5 \times 2/5 \times 10^{-3}}{2} = -125 \text{ J}$$

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -W \Rightarrow Q = 125 \text{ J}$$

(ب)

پاسخ ۷ (B)

الف) گرمای گرفته شده از دیگ بخار Q_H و گرمای داده شده به چگالنده Q_L است:

$$\begin{cases} Q_H = 3 \times 10^1 \text{ J} \\ |Q_L| = 1/8 \times 10^1 \text{ J} \end{cases} \xrightarrow{\text{قانون اول ترمودینامیک}} |Q_H| = W + Q_L \Rightarrow 3 \times 10^1 = |W| + 1/8 \times 10^1 \Rightarrow |W| = 1/2 \times 10^1 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \times 100 \Rightarrow \eta = \frac{1/2 \times 10^1}{3 \times 10^1} \times 100 = 40\%$$

(ب) بازده ماشین گرمایی برابر است با:

پاسخ ۸ (B)

گرمای گرفته شده از منبع سرد (Q_L) برابر ۱۲ kJ است و مساحت داخل چرخه برابر کار انجام شده روی یخچال است:

$$\begin{cases} W = 2 \text{ kJ} \\ Q_L = 12 \text{ kJ} \end{cases} \xrightarrow{\text{با توجه به قانون اول ترمودینامیک}} |Q_H| = Q_L + W \Rightarrow |Q_H| = 14 \text{ kJ}$$



۱- گزینه ۳ ابتدا فاصله را بر حسب km به دست می آوریم:

$$\frac{0.36 \text{ AU} \times \frac{1.5 \times 10^{11} \text{ m}}{1 \text{ AU}}}{10^3 \text{ m}} = \frac{0.54 \times 10^{11} \text{ m}}{10^3 \text{ m}} = 5.4 \times 10^7 \text{ m} = 5.4 \times 10^7 \text{ m} \times \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} = 5.4 \times 10^4 \text{ km}$$

با توجه به رابطه سرعت متوسط که سال قبل خواندید: $\text{زمان} = \frac{\text{جابه جایی}}{\text{سرعت متوسط}} = \frac{5.4 \times 10^4 \text{ km}}{500 \text{ km/s}} = 1.08 \times 10^5 \text{ s}$

هر ۳۶۰۰۰ ساعت و هر ۲۴ ساعت برابر ۱ روز است. $1.08 \times 10^5 \text{ s} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{24 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 1.25 \text{ روز}$

$$0.065 \text{ W} = 0.065 \text{ W} \times \frac{10^6 \mu \text{W}}{1 \text{ W}} = 6.5 \times 10^4 \mu \text{W}$$

۲- گزینه ۲ راه حل اول:

راه حل دوم: ابتدا توان را بر حسب نماد علمی می نویسیم و سپس مجهول را به دست می آوریم:

$$6.5 \times 10^{-2} \text{ W} = \square \mu \text{W} \Rightarrow \square = \frac{6.5 \times 10^{-2}}{10^{-6}} = 6.5 \times 10^4 \mu \text{W}$$

۳- گزینه ۱ U انرژی است که با استفاده از تعریف کار یکای آن را به دست می آوریم و با توجه به جدول صفحه ۷ کتاب درسی یکای فرعی انرژی برابر $\text{kg m}^2/\text{s}^2$ است. از این رو:

$$\begin{cases} W = Fd \Rightarrow J = 1 \text{ N.m} \\ F = ma \Rightarrow N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow J = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2, \quad U = \frac{1}{2} kx^2 \Rightarrow \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = k \times \text{یکای} \times \text{m}^2 \Rightarrow k \times \text{یکای} = \text{kg}/\text{s}^2 \end{cases}$$

۴- گزینه ۳ با توجه به شکل کمینه اندازه گیری خط کش ۱ cm یا ۱ mm است:

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ mm} \times \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \times \frac{10^6 \mu \text{m}}{1 \text{ m}} = 10^3 \mu \text{m}$$

۵- گزینه ۴ دقت دستگاه برابر یک واحد از آخرین رقم نمایشی دستگاه می باشد پس دستگاه عددی با یک رقم اعشار مثل ۳/۲ V را نشان می دهد.

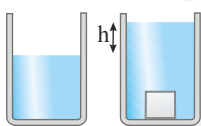
۶- گزینه ۳ یکای نجومی میانگین فاصله زمین تا خورشید است و گزینه (۱) نادرست است.

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می کند. سرعت نور $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ است یعنی در هر ثانیه نور مسافت 3×10^8 متر را طی می کند و نه در یک سال پس گزینه (۲) نادرست است. آهنگ هر کمیت معادل تغییر آن کمیت با زمان است و گزینه (۳) درست است.

۷- گزینه ۲ حجم کره از رابطه $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ به دست می آید:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6000 \text{ g}}{\frac{4}{3} \times \pi \times 1000^3 \text{ cm}^3} = 1.5 \text{ g/cm}^3 = 1500 \text{ kg/m}^3$$

۸- گزینه ۳ افزایش حجم آب استوانه برابر حجم قطعه فلز است:



$$V = Ah = 10 \times 1/2 = 5 \text{ cm}^3 \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{90 \text{ g}}{5 \text{ cm}^3} = 18 \text{ g/cm}^3$$

۹- گزینه ۲ ابتدا حجم فلزی که مکعب از آن ساخته شده است را به کمک چگالی به دست می آوریم:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1480}{18} = 82.2 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{حفره}} = 200 - 82.2 = 117.8 \text{ cm}^3$$

برای به دست آوردن حجم حفره کافی است حجم فلز را از حجم مکعب کم کنیم:

۱۰- گزینه ۳ چگالی A و B را از روی نمودار به دست می آوریم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow \rho_A = \frac{20}{2} \Rightarrow \rho_A = 10 \text{ g/cm}^3, \quad \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow \rho_B = \frac{40}{2} \Rightarrow \rho_B = 20 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow 20 = \frac{20}{V_B} \Rightarrow V_B = 1 \text{ m}^3$$

حجم ۲۰ kg از ماده B را حساب می کنیم:

$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \Rightarrow 1000 = \frac{m_A + 20}{\frac{m_A}{10} + 1} \Rightarrow 10000 = m_A + 20 \Rightarrow 20 = 10000 - m_A \Rightarrow m_A = 100 \text{ kg}$$

چگالی مخلوط برابر است با:

فصل ۲



پاسخ آزمون تستی

۱- گزینه ۴ به دلیل نیروی چسبندگی بین مولکول‌های سطح آب، این سطح شبیه یک توری عمل می‌کند و در اثر کشش سطحی تیغ در آب فرو نمی‌رود.

۲- گزینه ۱ نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن، هم‌فشارند.

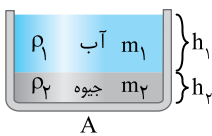
۳- گزینه ۳ در ظرف‌های مکعب شکل و استوانه‌ای شکل (متقارن) فشار مایع بر کف ظرف را می‌توانیم از دو رابطه $P = \rho gh$ و $P = \frac{mg}{A}$ به دست آوریم:

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= \frac{mg}{A} = \frac{mg}{2 \times 2} \\ P_2 &= \frac{mg}{4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_1 = P_2$$

فشار وارد بر کف ظرف مکعب شکل

فشار وارد بر کف ظرف استوانه‌ای شکل

۴- گزینه ۲ به جرم‌های برابر جیوه و آب داریم، بنابراین خواهیم داشت:



$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_1 A h_1 = \rho_2 A h_2$$

$$\left\{ \begin{aligned} 1 \times h_1 &= 13/6 h_2 \\ h_1 + h_2 &= 73 \end{aligned} \right. \Rightarrow 13/6 h_2 + h_2 = 73 \Rightarrow 19/6 h_2 = 73 \Rightarrow h_2 = 23 \text{ cm}$$

ارتفاع جیوه ۵ cm است، پس فشار آن ۵ cmHg است. از طرفی وزن آب و جیوه در مسأله یکسان است، پس فشار آب نیز

$$P_{\text{کل}} = P_1 + P_2 = 10 \text{ cmHg}$$

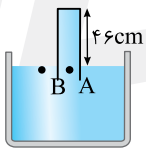
۵ cmHg می‌باشد و فشار وارد بر کف ظرف برابر می‌شود با:

$$\left\{ \begin{aligned} P_1 &= \rho gh + P_0 \\ P_2 &= \rho g(3h) + P_0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{3\rho gh + P_0}{\rho gh + P_0}$$

در این عبارت صورت از مخرج بزرگ‌تر است، بنابراین $\frac{P_2}{P_1} > 1$ خواهد بود اما به ۳ برابر نمی‌رسد چون باید جمله P_0 در صورت نیز ۳ برابر جمله نظیرش در مخرج باشد

تا $\frac{P_2}{P_1}$ برابر ۳ شود که چنین نیست.

۶- گزینه ۱ A و B هم‌ترازند و فشار در آن‌ها یکسان است:



$$P_B = P_A \Rightarrow 76 = 46 + P_{\text{لوله}} \Rightarrow P_{\text{لوله}} = 30 \text{ cmHg}$$

$$P = \rho gh \Rightarrow P = 13600 \times 10 \times \frac{3}{10} = 3 \times 13 \times 6 \times 10^3 \text{ Pa}$$

این فشار را بر حسب پاسکال به دست می‌آوریم:

$$F = PA \Rightarrow F = 3 \times 13 \times 6 \times 10^3 \times 2/5 \times 10^{-4} = 10/2 \text{ N}$$

بنابراین نیرویی که بر ته لوله وارد می‌شود، بر حسب نیوتون برابر است با:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{590}{1} = 590 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = 25 \times 20 = 500 \text{ cm}^3$$

۷- گزینه ۱ در مرحله اول حجم آب را به دست می‌آوریم:

حجم مقدار آبی که در قسمت پهن ظرف قرار می‌گیرد را به دست می‌آوریم:

بنابراین $590 - 500 = 90 \text{ cm}^3$ آب در قسمت باریک ظرف جای می‌گیرد:

$$h = \frac{90}{10} = 9 \text{ cm}$$

$$9 + 25 = 34 \text{ cm}$$

ارتفاع آب در قسمت باریک:

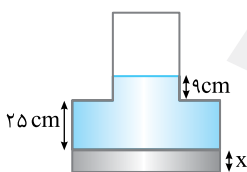
پس ارتفاع کل آب:

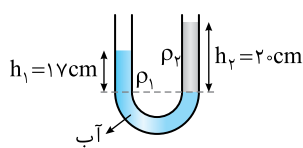
حالا باید ۳۴ cm آب را بر حسب ارتفاع جیوه بنویسیم:

$$\rho_{\text{آب}} \times h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 34 = 13/6 \times h_{\text{Hg}} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 2/5 \text{ cmHg} = 25 \text{ mmHg}$$

x را بر حسب ارتفاع جیوه به دست آورده و سپس به ارتفاع مایع تبدیل می‌کنیم:

$$25 + x = 35 \Rightarrow x = 10 \text{ mmHg} \Rightarrow 10 \times 13/6 = x \times 1/7 \Rightarrow x = 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$$

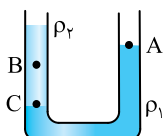




۸- گزینه ۲ مایعی که در زیر قرار می گیرد، چگالی بیشتری دارد (در این جا مایع زیرین، آب است).

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 17 = \rho_2 \times 20 \Rightarrow \rho_2 = \frac{17}{20} \rho_1$$

$$\frac{\rho_1 h_1 - \rho_2 h_2}{\rho_1 h_1} \times 100 = \frac{17 - 17}{17} \times 100 = -15\%$$



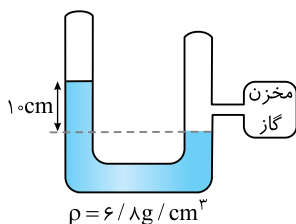
۹- گزینه ۴ در نقطه A فشار برابر فشار هوا است ($P_A = P_0$). در نقطه C و B فشار برابر است با:

$$P = P_0 + \rho gh$$

$$P_C > P_B > P_A$$

چون عمق C بیشتر است، فشار در نقطه C بیشتر خواهد بود. در این صورت:

۱۰- گزینه ۳ نقاط هم تراز درون یک مایع ساکن، هم فشارند:



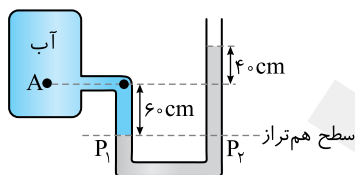
$$\begin{cases} P_{\text{گاز}} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{هوای محبوس}} \\ P_{\text{مایع}} = \frac{\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{10 \times 10}{13.6} = 7.35 \text{ cmHg} \end{cases} \Rightarrow 7.35 = 5 + P \Rightarrow P = 2.35 \text{ cmHg}$$

$$P(\text{cmHg}) \xrightarrow{\times 13.6} P(\text{Pa}) \Rightarrow P = 2.35 \times 13.6 = 32.0 \text{ Pa} = 0.32 \text{ kPa}$$

۱۱- گزینه ۳ با توجه به شکل سطح هم تراز را رسم می کنیم. فشار در سطح های هم تراز یکسان است. از طرفی

فشار P_1 برابر مجموع فشار در سطح A و فشار ستون ۶۰ cm آب است و فشار P_2 برابر مجموع فشار هوا و فشار

ستون ۱۰۰ cm جیوه است.

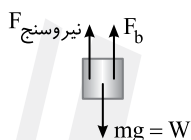


$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_A + \rho_W gh_W = P_0 + \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}} \Rightarrow P_A - P_0 = \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}} - \rho_W gh_W$$

$$P_A - P_0 = 13.6 \times 10 \times 1000 - 1000 \times 60 \times 10 = 136000 - 60000 = 76000 \text{ Pa} = 0.76 \text{ kPa}$$

۱۲- گزینه ۴ وقتی سنگ را در ظرف آب فرو می بریم، توسط آب نیروی شناوری F_b بر سنگ رو به بالا وارد می شود. بنا به قانون سوم نیوتون واکنش این نیرو،

توسط سنگ بر آن رو به پایین وارد می شود و سبب می گردد نیرویی که ترازو نشان می دهد به اندازه F_b بیشتر شود.



نیروهای وارد بر هر جسم شامل نیروی وزن، نیروی شناوری و نیروی کشش حاصل از نیروسنج است:

$$\begin{cases} F + F_{b1} = W_1 \\ F + F_{b2} = W_2 \end{cases} \xrightarrow{\text{طرفین را از هم کم می کنیم}} F_{b2} - F_{b1} = W_2 - W_1 \Rightarrow \Delta F_b = \Delta W$$

۱۴- گزینه ۳ نیروهای وارد بر جعبه، یکی نیروی وزن جعبه و دیگری نیروی شناوری هوا وارد بر جعبه است و باید برابری وزن و وزن آهنی شود.

$$W_{\text{آهن}} = W_{\text{جعبه}} - F_B \Rightarrow m_{\text{آهن}} g = m_{\text{جعبه}} g - m_{\text{هوا}} g \Rightarrow m_{\text{جعبه}} = m_{\text{آهن}} + m_{\text{هوا}} \Rightarrow m_{\text{جعبه}} > 15 \text{ g}$$

۱۵- گزینه ۱ طبق معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2$$

وقتی که قطر سطح مقطع در (۲) نصف قطر سطح مقطع (۱) باشد، شعاع آن هم نصف است بنابراین:

$$\pi r_1^2 \times v_1 = \pi \left(\frac{r_1}{2}\right)^2 v_2 \Rightarrow v_2 = 4 v_1 \Rightarrow 4 = 4 v_1 \Rightarrow v_1 = 2 \text{ m/s}$$

فصل ۳



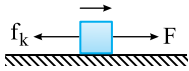
پاسخ آزمون تستی

۱- گزینه ۲

انرژی جنبشی به تندی جسم بستگی دارد و جهت سرعت مهم نیست بنابراین:

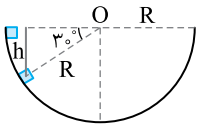
$$\frac{K_A = \frac{1}{2} m_A v_A^2}{K_B = \frac{1}{2} m_B v_B^2} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

۲- گزینه ۱

جابه‌جایی روی سطح افقی می‌باشد پس نیروی عمودی سطح بر جابه‌جایی عمود می‌باشد و $W_{F_N} = 0$ است.چون حرکت با تندی ثابت انجام شده پس باید نیروی F و f_k با هم برابر باشند. $d = vt = 1/5 \times 4 = 6m$, $F = f_k = 12N$

$$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = -12 \times 6 = -72 J$$

۳- گزینه ۲

کار نیروی وزن برابر است با نیروی وزن (mg) در جابه‌جایی در راستای قائم بنابراین:

$$h = R \sin 30^\circ = \frac{R}{2} , W_g = mgh = mg \frac{R}{2}$$

۴- گزینه ۱

به کمک رابطه انرژی جنبشی، تندی را حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow 80 = \frac{1}{2} \times 10 \times v^2 \Rightarrow v = 4 m/s$$

اکنون شتاب را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow 4 = a \times 10 + 0 \Rightarrow a = 0.4 m/s^2$$

$$F = ma \Rightarrow F = 4 N$$

به کمک قانون دوم نیوتون، نیرو برابر خواهد شد با:

۵- گزینه ۳

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\frac{W_1 = \frac{1}{2} m(10)^2 - 0}{W_2 = \frac{1}{2} m(20)^2 - \frac{1}{2} m(10)^2} = \frac{1}{3}$$

۶- گزینه ۲

از قضیه کار و انرژی استفاده می‌کنیم:

چون جسم در ابتدا و انتهای مسیر ساکن است، K_1 و K_2 صفر هستند:

$$W_t = K_2 - K_1$$

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{دست}} = 0$$

$$W_{\text{وزن}} = -W_{\text{دست}} \Rightarrow \frac{W_{\text{وزن}}}{W_{\text{دست}}} = -1$$

۷- گزینه ۲

نیروهایی که در این مسیر بر جسم اثر می‌گذارند عبارتند از وزن و مقاومت هوا. قضیه کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:

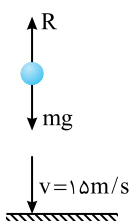
$$\begin{cases} W_t = W_g + W_R \\ W_t = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2 \Rightarrow mgh + W_R = \frac{1}{2} mv^2 - 0 \Rightarrow 4 \times 10 \times 20 + W_R = \frac{1}{2} \times 4 \times 15^2 \Rightarrow W_R = -350 J \end{cases}$$

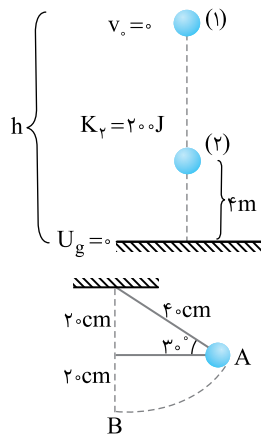
۸- گزینه ۲

انرژی مکانیکی در شرایطی که نیروهای اتلاف‌کننده نداشته باشیم، ثابت می‌ماند. بنابراین کافی است که انرژی

مکانیکی اولیه آن را به دست آوریم:

$$E = \frac{1}{2} mv^2 = 64 J$$





۹- گزینه ۱ پایستگی انرژی مکانیکی را برای نقطه‌های (۱) و (۲) می‌نویسیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$mgh + 0 = mgh_2 + K_2 \Rightarrow 40 \cdot h = 40 \times 4 + 200 \Rightarrow h = 9 \text{ m}$$

۱۰- گزینه ۴ طول ضلع مقابل به زاویه 30° نصف طول وتر مثلث قائم‌الزاویه است، بنابراین نقطه A در فاصله 20 cm زیر سطح تکیه‌گاه و در فاصله 20 سانتی‌متر در بالای نقطه B قرار دارد. با به کار بردن قانون پایستگی انرژی بین نقاط A و B داریم:

$$K_B = U_A \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = mgh_A \Rightarrow \frac{1}{2} \times v_B^2 = 10 \times \left(\frac{20}{100}\right) \Rightarrow v_B = 2 \text{ m/s}$$

۱۱- گزینه ۳ پایستگی انرژی مکانیکی را در دو حالت می‌نویسیم (باید توجه داشت که انرژی پتانسیل گرانشی به مسیر حرکت بستگی ندارد).

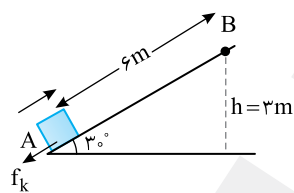
برای جسمی که روی مسیر پایین می‌آید. داریم:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

برای جسمی که رها می‌کنیم نیز داریم:

$$v_1 = v_2 \text{ بنابراین}$$



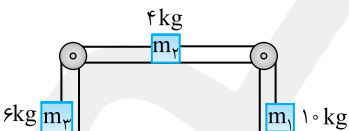
۱۲- گزینه ۴ می‌توانیم از قضیه کار و انرژی یا قانون پایستگی انرژی استفاده کنیم که در اینجا از قانون پایستگی انرژی استفاده کرده‌ایم. وقتی جسم روی سطح شیب‌دار با زاویه 30° به اندازه 6 متر بالا می‌رود، ارتفاع آن از زمین $h = 6 \sin 30^\circ = 3 \text{ m}$ می‌شود.

$$E_B - E_A = W_{f_k} \Rightarrow mgh - \frac{1}{2}mv^2 = -f_k d \Rightarrow 5 \times 10 \times 3 - \frac{1}{2} \times 5 \times 6^2 = -f_k \times 6 \Rightarrow f_k = \frac{5}{3} \text{ N}$$

۱۳- گزینه ۲ با پایین آمدن جسم انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود در این مسئله به دلیل مقاومت هوا تنها، $\frac{3}{4}$ از تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی تبدیل شده و $\frac{1}{4}$ بقیه آن کار نیروی مقاومت هوا است.

$$W_f = \frac{1}{4} \Delta U_g \xrightarrow{\Delta U_g = -W_g} W_f = \frac{1}{4} (-W_g) \Rightarrow \frac{W_f}{W_g} = -\frac{1}{4}$$

۱۴- گزینه ۲ انرژی تلف شده در این مسیر رفت و برگشت برابر است با تفاضل انرژی‌های اولیه و ثانویه جسم که به صورت انرژی جنبشی است بنابراین داریم:

$$E_1 = K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 0 / 1 \times v_1^2 = \frac{1}{2}v_1^2, \quad E_2 = K_2 = \frac{1}{2} \times 0 / 1 \times 10^2 = 50 \text{ J} \Rightarrow W = E_1 - E_2 \Rightarrow 2/2 = \frac{1}{2}v_1^2 - 50 \Rightarrow v_1 = \sqrt{144} = 12 \text{ m/s}$$


۱۵- گزینه ۲ سه جسم را یک دستگاه در نظر می‌گیریم. از قضیه کار - انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم:

$$W_{g_1} + W_{g_2} + W_{g_3} = K_2 - K_1 \Rightarrow m_1gx - m_2gx = \frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m_3)v^2 - 0$$

$$\Rightarrow (100 - 60)x = \frac{20}{2} \times 9 \Rightarrow x = \frac{9}{4} \text{ m} = 2/25 \text{ m} = 225 \text{ cm}$$

فصل ۴



پاسخ آزمون تستی

تغییرات سلسیوس و کلونین یکسان است.

۱- گزینه ۲

تغییر طول دو میله باید یکسان باشد، تا اختلاف طول آن‌ها هم‌چنان 2 cm بماند. از این رو:

۲- گزینه ۴

$$\Delta L_A = \Delta L_B \Rightarrow L_A \alpha_A \Delta \theta = L_B \alpha_B \Delta \theta \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{L_B}{L_A} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{70}{50} = \frac{7}{5}$$

وقتی ضریب انبساط جسمی بیشتر است یعنی در شرایط مساوی بودن طول اولیه و تغییر دمای یکسان، تغییرات

۳- گزینه ۳



طول (کاهش یا افزایش) بیشتری دارد. این پدیده اساس کار دستگاهی به نام ترموستات (دماپا) است که در آن دو تیغه فلزی مختلف با ضریب انبساط طولی متفاوت که در دمای معمولی هم طول هستند به هم جوش داده شده‌اند وقتی آن‌ها را گرم کنیم مجموعه انحنا می‌یابد و فلزی که دارای ضریب انبساط طولی بیشتری است بیشتر منبسط می‌شود به طوری که قوس بیرونی مجموعه خواهد بود و اگر مجموعه سرد گردد، فلزی که دارای ضریب انبساط طولی بیشتری است قوس درونی مجموعه می‌شود.

ضریب انبساط حجمی جامد سه برابر ضریب انبساط طولی آن است و رابطه تغییر حجم به شکل زیر است:

۴- گزینه ۲

$$\Delta V = V_1 (\alpha \Delta \theta) \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 3 \times 10^{-6} \times (100 - 0) \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = 36 \times 10^{-6} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} \times 1000 = 36 \times 10^{-6} \times 1000 = 0.36$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow C_A \Delta \theta_A = C_B \Delta \theta_B \xrightarrow{C_A = 2C_B} \Delta \theta_B = 2 \Delta \theta_A$$

با توجه به سؤال $C_A = 2C_B$ می‌باشد:

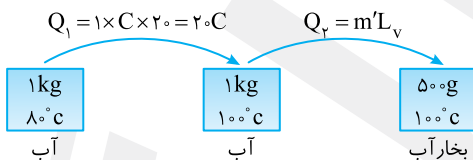
۵- گزینه ۲

$$\Delta F_A = \frac{9}{5} \Delta \theta_A \Rightarrow 45 = \frac{9}{5} \Delta \theta_A \Rightarrow \Delta \theta_A = 25^\circ \text{C}$$

تغییر دمای جسم با توجه به رابطه $\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta$ برابر است با:بنابراین افزایش دمای B برابر $2 \Delta \theta_A = 2 \times 25 = 50^\circ \text{C}$ است و چون $\Delta \theta = \Delta T$ است پس دمای جسم B. 50°K افزایش می‌یابد.

۶- گزینه ۱

ابتدا گرمای لازم برای تبخیر نیم کیلوگرم آب را به دست می‌آوریم:



$$Q_1 = 1 \times c \times 20 = 20^\circ \text{C}$$

$$L_V = 2268 \times 10^3 \text{ J/kg} = 540^\circ \text{C} \Rightarrow Q_2 = 0.5 \times 540^\circ \text{C} = 270^\circ \text{C}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = 20^\circ \text{C} + 270^\circ \text{C} = 290^\circ \text{C}$$

$$290 = \frac{290^\circ \text{C}}{t_{\text{کل}}} \Rightarrow t_{\text{کل}} = \frac{290}{290} \text{C} \Rightarrow t_{\text{کل}} = 1/45 \times 4200 = 60.90 \text{ s} = \frac{60.90}{60} \text{ min} = 1.015 \text{ min}$$

توان گرمایی برابر است با $P = \frac{Q_{\text{کل}}}{t_{\text{کل}}}$ بنابراین:

$$t = \frac{t_{\text{کل}}}{2} = 50.45 \text{ min}$$
 چون این گرما در دو بازه مساوی داده شده پس

۷- گزینه ۱ راه حل اول: با توجه به تعادل گرمایی داریم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c (\theta_e - \theta_1) + m_2 c (\theta_e - \theta_2) = 0 \Rightarrow m_1 (30 - 10) + m_2 (30 - 50) = 0 \Rightarrow 20 m_1 - 20 m_2 = 0 \Rightarrow m_1 = m_2$$

$$C_1 = C_2 \Rightarrow m_1 c = m_2 c \Rightarrow m_1 = m_2$$

راه حل دوم: دمای تعادل برابر میانگین دمای آب (۱) و (۲) می‌باشد، بنابراین:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m \times 900 \times (30 - 80) + \frac{900}{1000} \times 4200 \times (30 - 25) = 0 \Rightarrow m \times 900 \times 50 = 9 \times 42 \times 5 \Rightarrow m = 42 \times 10^{-3} \text{ kg} = 42 \text{ g}$$

۸- گزینه ۲

$$-10^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_1 = mc \Delta \theta} 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_2 = mL_F} 0^\circ \text{C} \xrightarrow{Q_3 = mc \Delta \theta} 80^\circ \text{C} \text{ آب}$$

۹- گزینه ۳

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2 \times 2/1 \times 10 + 2 \times 334 + 2 \times 4/2 \times 80 \Rightarrow Q = 1328 \text{ kJ}$$

کار نیروی اصطکاک هنگام رسیدن از تندى 20 m/s به 10 m/s را به دست می‌آوریم:

۱۰- گزینه ۳

$$W_f = \Delta K \Rightarrow W_f = \frac{1}{2} m (100 - 400) \Rightarrow W_f = -150 \text{ m}$$

$$W'_f = \Delta K' \Rightarrow W'_f = \frac{1}{2} m (0 - 100) \Rightarrow W'_f = -50 \text{ m}$$

کار نیروی اصطکاک هنگام رسیدن از تندى 10 m/s به صفر را به دست می‌آوریم:

$$Q_1 = m_1 L_F \xrightarrow{Q_1 = |W_f|} 150 \text{ m} = m_1 L_F \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 3$$

$$Q_2 = m_2 L_F \xrightarrow{Q_2 = |W'_f|} 50 \text{ m} = m_2 L_F$$

 m_1 گرم یخ ذوب کرده و W'_f ، m_2 گرم یخ ذوب می‌کند.



۱۱- گزینه ۱ در مرحله اول، تغییر دما داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 400 = m \times 0.6 \times 60 \quad (1)$$

$$Q = mL_F \Rightarrow 500 = m \times L_F \quad (2)$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{36}{L_F} \Rightarrow L_F = 45 \text{ cal/g}$$

در مرحله دوم، تغییر حالت داریم:

از تقسیم روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

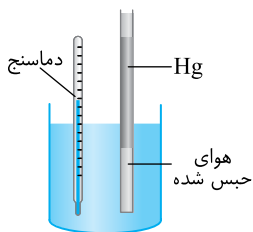
۱۲- گزینه ۱ هر چه تبخیر سطحی آب روی دست سریع تر صورت گیرد، دست سریع تر خنک می شود؛ زیرا فرایند تبخیر گرماگیر است و گرمای لازم را از دست و محیط می گیرد. کاهش فشار هوا و کاهش رطوبت هوا، تبخیر سطحی را سریع تر می کند.

۱۳- گزینه ۳ در A گرما در فلز منتقل شده پس انتقال گرما در A به وسیله رسانش است، در B دست در بالای آتش است و می دانیم هوای گرم به دلیل کاهش چگالی به سمت بالا حرکت می کند پس انتقال گرمای B به روش همرفت و انتقال گرمای C تابش گرمایی می باشد.

۱۴- گزینه ۲ با توجه به قانون جهانی گازها داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{V_1 + 30}{350} \Rightarrow 7V_1 = 6V_1 + 180 \Rightarrow V_1 = 180 \text{ cm}^3$$

۱۵- گزینه ۲ فشار گاز محبوس برابر $P_0 + P_{Hg}$ است و در طی فرایند ثابت باقی می ماند:



$$\rho = \frac{PM}{RT} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{PM}{RT_2}}{\frac{PM}{RT_1}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{273 + 45/5}{273 + 91} = \frac{6 \times 45/5 + 45/5}{6 \times 45/5 + 2 \times 45/5} = \frac{V}{8} \Rightarrow \rho_2 = \frac{V}{8} \rho_1$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_2} \times 100 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = -\frac{1}{8} \times 100 = -12.5\%$$

درصد تغییرات برابر است با:

فصل ۵



پاسخ آزمون تستی

۱- گزینه ۳

کار دستگاه روی محیط 50 J است، پس کار محیط روی دستگاه -50 J است.

$$W = -50\text{ J}$$

$$\Delta U = U_f - U_i = 365 - 225 = 140\text{ J} \Rightarrow \Delta U = Q + W \Rightarrow 140 = Q - 50 \Rightarrow Q = 190\text{ J}$$

۲- گزینه ۱

شرایط ابتدایی و انتهایی هر دو فرایند یکسان است، پس $\Delta U_1 = \Delta U_2$ است. هم چنین با توجه به معادله حالت $PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR}$ چون $P_A V_A < P_B V_B$ است پس $T_A < T_B$ بوده و ΔT و ΔU بزرگتر از صفر است و چون هر دو فرایند انبساطی بوده W_1 و W_2 منفی است، هم چنین چون

$$\begin{cases} \Delta U_1 = W_1 + Q_1 \Rightarrow Q_1 = \Delta U_1 - W_1 \\ \Delta U_2 = W_2 + Q_2 \Rightarrow Q_2 = \Delta U_2 - W_2 \end{cases} \xrightarrow{|W_1| < |W_2|} Q_2 > Q_1$$

سطح زیر نمودار طی فرایند (۲) بیشتر از فرایند (۱) است، $|W_1| < |W_2|$ است.

۳- گزینه ۳

کار انجام شده صفر نیست پس فرایند هم حجم نیست. / تغییر انرژی درونی صفر نیست پس فرایند هم دما نیست. / کار انجام شده و تغییر انرژی درونی با هم برابر نیستند، پس فرایند بی دررو نیست. در این صورت فرایند می تواند هم فشار باشد زیرا در فرایند هم فشار $|W| < |\Delta U|$ است.

۴- گزینه ۲

با توجه به نمودار حجم کاهش یافته:

(B) دما در حال کاهش است:

$$W > 0 \Rightarrow -W < 0$$

$$\Delta U < 0$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = \Delta U - W \Rightarrow Q = \Delta U + (-W) \xrightarrow{\frac{-W < 0}{\Delta U < 0}} Q < 0 \Rightarrow |Q| > |W|$$

هم چنین با توجه به رابطه بالا باید مقدار گرمای مبادله شده بزرگتر از کار انجام شده روی گاز است.

۵- گزینه ۱

با توجه به نمودار دما کاهش یافته و چون انرژی درونی تنها تابع دماست، انرژی درونی نیز کاهش می یابد.

$$\Delta U < 0 \Rightarrow \Delta U = -250\text{ J}$$

با توجه به نمودار حجم گاز در حال کاهش است و گاز متراکم شده بنابراین کار محیط روی دستگاه مثبت است.

$$\Delta V < 0 \Rightarrow W > 0$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow -250 = Q + W \Rightarrow Q = -250 - W \Rightarrow Q < -250 \Rightarrow |Q| > 250\text{ J}$$

۶- گزینه ۳

با توجه به نمودار $P-T$ فرایند هم فشار بوده و کار انجام شده در فرایند هم فشار برابر است با:

$$W = -nR\Delta T \Rightarrow 336 = -3 \times 8 \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = -14\text{ K} \Rightarrow T_f - T_i = -14 \Rightarrow T_f - 537 = -14 \Rightarrow T_f = 523\text{ K}$$

$$T_f = 273 + \theta_f \Rightarrow \theta_f = 250^\circ\text{C}$$

حال با استفاده از رابطه $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ دما برحسب درجه سلسیوس را به درجه فارنهایت تبدیل می کنیم.

$$F = \frac{9}{5} \times 250 + 32 \Rightarrow F = 482^\circ\text{F}$$

۷- گزینه ۱

با توجه به نمودار $V-T$ دمای فرایند (۲) بیشتر است پس فاصله نمودار این فرایند از مبدأ نمودار $P-V$ بیشتر است و گزینه های (۱) یا (۲) درست است. هم چنین چون در نمودار $V-T$ حجم ها در طی فرایند (۱) و (۲) افزایش می یابد، پس گزینه (۱) درست است.

۸- گزینه ۱

با استفاده از معادله حالت و اطلاعات داده شده در نمودار، دمای حالت M و N را به دست می آوریم:

$$P_M V_M = nRT_M \Rightarrow 8 \times 10^5 \times 3 \times 10^{-3} = 1 \times 8 \times T_M \Rightarrow T_M = 300\text{ K}$$

$$P_N V_N = nRT_N \Rightarrow 3 \times 10^5 \times 6 \times 10^{-3} = 1 \times 8 \times T_N \Rightarrow T_N = 225\text{ K}$$

بنابراین تغییر دما برابر است با $\Delta T = T_N - T_M = 225 - 300 = -75\text{ K}$ که علامت منفی نشانه کاهش دماست.

۹- گزینه ۴

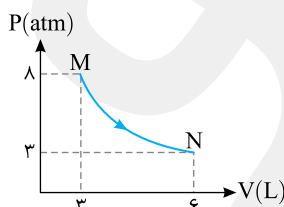
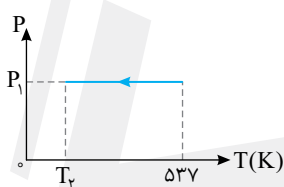
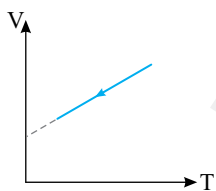
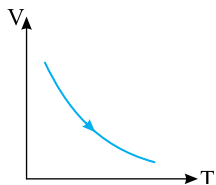
انرژی درونی تنها تابع دماست.

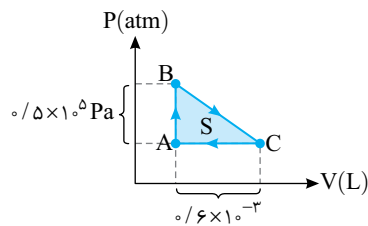
$$T_a = T_c \Rightarrow U_a = U_c \Rightarrow \Delta U_{ac} = 0$$

$$\Delta U_{ac} = Q_{ac} + W_{ac} \Rightarrow 0 = Q_{ac} + W_{ac} \Rightarrow Q_{ac} = -W_{ac} \Rightarrow Q_{ac} = Q_{ab} + Q_{bc} = -(W_{ab} + W_{bc})$$

فرایند bc هم حجم بوده و $W_{bc} = 0$

$$800 + Q_{bc} = -(-P\Delta V) \Rightarrow 800 + Q_{bc} = (0/8 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}) \Rightarrow 800 + Q_{bc} = 320 \Rightarrow Q_{bc} = -480\text{ J}$$





۱۰- گزینه ۱ سطح محصور چرخه در نمودار $P-V$ برابر مقدار کار انجام شده روی دستگاه است. چرخه ساعتگرد است و کار محیط روی دستگاه منفی است.

$$W_{ABC} = -S = -\frac{0.5 \times 10^{-3} \times 0.6 \times 10^{-3}}{2} = -15 \text{ J}$$

$$W' = -W = 15 \text{ J}$$

دقت کنید سؤال کار دستگاه روی محیط را می‌خواهد بنابراین:

۱۱- گزینه ۱ در چرخه تغییر انرژی درونی صفر است:

$$\Delta U = 0 \Rightarrow \Delta U_{ab} + \Delta U_{bc} + \Delta U_{ca} = 0 \xrightarrow[\Delta U_{ca} = 0]{\text{فرایند ca هم دما}} W_{ab} + Q_{ab} + W_{bc} + Q_{bc} = 0$$

فرایند bc هم حجم بوده و $W_{bc} = 0$ است:

$$W_{ab} + Q_{ab} + Q_{bc} = 0 \Rightarrow W_{ab} + (-1000) + 600 = 0 \Rightarrow W_{ab} = 400 \text{ J}$$

$$W_{ab} = -P\Delta V \Rightarrow 400 = -2 \times 10^5 \times \Delta V \Rightarrow \Delta V = -2 \times 10^{-3} \Rightarrow V_b - 4 \times 10^{-3} = -2 \times 10^{-3} \Rightarrow V_b = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 2 \text{ L}$$

۱۲- گزینه ۲ موتور اتومبیل‌های بنزینی و موتورهای دیزل درون‌سوز و ماشین بخار و ماشین استرلینگ برون‌سوز هستند.

۱۳- گزینه ۱ گرمای داده شده به منبع دما پایین Q_L است.

$$|Q_L| = 800 \text{ J}$$

بازده ماشین گرمایی برابر است با:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_L|}{Q_H} = 0.2 \Rightarrow \frac{Q_H - 800}{Q_H} = 0.2 \Rightarrow Q_H - 800 = 0.2 Q_H \Rightarrow 0.8 Q_H = 800 \Rightarrow Q_H = 1000 \text{ J}$$

$$\frac{1 \text{ g}}{5 \text{ g}} \left| \begin{array}{l} 20 \text{ kJ} \\ ? \Rightarrow Q_H = 100 \text{ kJ} \end{array} \right.$$

۱۴- گزینه ۳ گرمای حاصل از سوختن یعنی Q_H از سوختن ۵g سوخت برابر است با: با توجه به بازده کار انجام شده را به دست می‌آوریم.

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \times 100 \Rightarrow 32 = \frac{|W|}{100 \text{ kJ}} \times 100 \Rightarrow |W| = 32 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{|W|}{t} \Rightarrow 1/6 \times 10^3 = \frac{32 \times 10^3}{t} \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

با توجه به تعریف توان:

$$\frac{Q_L}{W} = 5 \xrightarrow{\text{در مدت } 5 \text{ min}} \frac{18 \times 10^5}{W} = 5 \Rightarrow W = 3/6 \times 10^5 \text{ J}$$

۱۵- گزینه ۱ گرمای گرفته شده از محیط سرد Q_L است، بنابراین:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3/6 \times 10^5}{5 \times 60} = 1/2 \times 10^3 \text{ W} = 1/2 \text{ kW}$$

این کار در مدت ۵ دقیقه انجام شده است، بنابراین توان یخچال برابر است با: