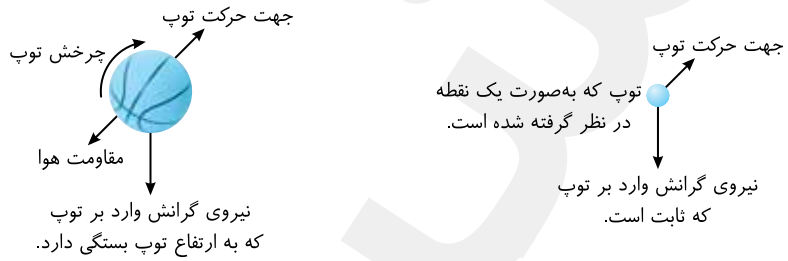
فصل ۱ پاسخ آزمون تشریحی

پاسخ ۱ این امکان همواره وجود دارد که با مشاهدهٔ 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 این توپ به علت درزها و برجستگی‌هایی که در سطح آن است یک کرهٔ 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 مقامت 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 فاصلهٔ توپ از مرکز زمین در مقایسه با شعاع زمین ناچیز است، بنابراین می‌توان شتاب گرانشی زمین را ثابت درنظر گرفت. بنابراین مطابق شکل زیر حرکت واقعی توپ بسکتبال به صورت حرکت یک ذره، مدل‌سازی می‌شود.



پاسخ ۳ الف)

$$۱۸\frac{km}{h}\times\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\times\frac{۱h}{۳۶۰۰s}=۵m/s$$

ب)

$$۱۰/۵\frac{g}{cm^۳}\times\frac{۱kg}{۱۰^۳g}\times\frac{(۱۰^۲)^۳cm^۳}{۱m^۳}=۱۰۵۰۰kg/m^۳$$

پ)

$$۲۸۰۰cm^۲\times\frac{۱m^۲}{(۱۰^۲)^۲cm^۲}=۰/۲۸m^۲$$

پاسخ ۴ با یک معادلهٔ یک مجهولی ساده مسأله را حل می‌کنیم:

$$۰/۰۰۰۵۳J=?\mu J\quad,\quad ۰/۰۰۰۵۳J=۵/۳\times۱۰^{-۴}J\times\frac{۱۰^۶\mu J}{۱J}=۵/۳\times۱۰^۲\mu J$$

بنابراین انرژی صوتی گسیلی خفاش در هر ثانیه برابر $۵/۳\times۱۰^۲$ میکروژول است.

پاسخ ۵

$$۵cm^۲+۸\times۱۰^{-۲}dm^۲=۵cm^۲\times\frac{۱۰^۲mm^۲}{۱cm^۲}+۸\times۱۰^{-۲}dm^۲\times\frac{۱۰^{-۲}m^۲}{۱dm^۲}\times\frac{(۱۰^۳mm)^۲}{۱m^۲}=۵۰۰mm^۲+۸۰۰mm^۲=۱۳۰۰mm^۲$$

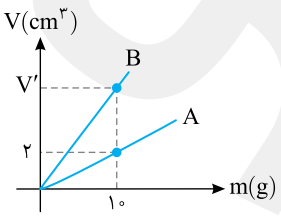
پاسخ ۶ در تندی‌سنج مدرج بین صفر تا ۱۰ به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده پس کمینه تقسیم‌بندی و یا همان دقت برابر $۱km/h$ است.

در دستگاه‌های دیجیتال دقت برابر یک واحد از اولین رقم سمت راست عدد گزارش شده است.

$$\text{خطای تندی‌سنج رقمی}=۰/۱km/h$$

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

پاسخ ۷ الف) ابتدا چگالی مادهٔ A را به کمک نمودار به‌دست می‌آوریم:



$$\rho_A=\frac{m_A}{v_A}\Rightarrow\rho_A=\frac{۱۰}{۲}\Rightarrow\rho_A=۵g/cm^۳$$

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

$$\rho_{\text{آلیاژ}}=\frac{m_A+m_B}{V_A+V_B}\xrightarrow{\rho_A=\frac{m}{V_A}\Rightarrow V_A=\frac{m}{۵}}۴=\frac{m+m}{\frac{m}{۵}+V_B}\Rightarrow ۲m=۰/۸m+۴V_B\Rightarrow V_B=۰/۳m\ ,\ \rho_B=\frac{m_B}{V_B}=\frac{m}{۰/۳m}\Rightarrow\rho_B=\frac{۱۰}{۳}g/cm^۳$$

حال از روی نمودار حجم V' را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\frac{۱۰}{۳}=\frac{۱۰}{V'}\Rightarrow V'=۳cm^۳$$

ب) چگالی آلیاژ را می‌نویسیم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}}=\frac{m_A+m_B}{V_A+V_B}\xrightarrow[\rho_A=\frac{m_A}{V_A}\Rightarrow m_A=۵V]{V_A=V_B=V}۴=\frac{۵V+m_B}{۲V}\Rightarrow ۵V+m_B=۸V\Rightarrow m_B=۳V$$

با توجه به رابطهٔ $\rho_B=\frac{m_B}{V_B}=\frac{۳V}{V}$ چگالی مادهٔ B برابر $۳g/cm^۳$ می‌باشد. حجم V' مادهٔ B مربوط به ۱۰ g از این ماده می‌باشد:

$$\rho_B=۳=\frac{۱۰}{V'}\Rightarrow V'=\frac{۱۰}{۳}cm^۳$$

پاسخ ۸ (B) جرم سنگ‌ریزه‌ها برابر ۴۰۰ g و جرم مجموع سنگ‌ریزه‌ها و روغن ریخته شده برابر ۴۱۶g است بنابراین جرم روغن برابر $۴۱۶-۴۰۰=۱۶g$ است. با توجه به چگالی روغن، حجم ۱۶ g روغن را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m_{\text{روغن}}}{V_{\text{روغن}}}\Rightarrow ۰/۸=\frac{۱۶}{V_{\text{روغن}}}\Rightarrow V_{\text{روغن}}=۲۰cm^۳$$

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

$$V_{\text{کل}}=V_{\text{سنگ‌ریزه}}+V_{\text{روغن}}\Rightarrow ۱۰۰=V_{\text{سنگ‌ریزه}}+۲۰\Rightarrow V_{\text{سنگ‌ریزه}}=۸۰cm^۳$$

جرم سنگ‌ریزه‌ها برابر ۴۰۰g و حجم آن‌ها برابر $۸۰cm^۳$ است بنابراین:

$$\rho_{\text{سنگ‌ریزه}}=\frac{m}{V}=\frac{۴۰۰}{۸۰}=۵g/cm^۳$$

فصل ۲ پاسخ آزمون تشریحی

پاسخ ۱ (A) الف) ستارگان - دماهای بالا / ب) نسبت به - نوسان‌های / پ) بلورین - فلزها - معدنی / ت) کندی - / ث) رانشی -

پاسخ ۲ (A) علت این‌که حشرات توانایی ایستادن روی سطح آب را دارند، نیروی کشش سطحی آب است. در واقع، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های سطح آب سبب می‌گردد که سطح آب مانند یک پوستهٔ کشسان عمل کند.

پاسخ ۳ (B) آنگستروم واحد بسیار کوچکی است $(1A^\circ = 10^{-10}\,m)$ که در مقیاس ابعاد اتم و مولکول به‌کار می‌رود. لیتر نیز واحد حجم است $(1\,lit = 10^{-3}\,m^3)$.

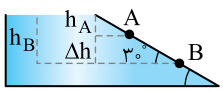
یک مولکول حجمی شبیه کره دارد. به دلیل آنکه مولکول بسیار کوچک است، می‌توان آن را به‌صورت یک مکعب در نظر گرفت که حجم آن برابر $(2\times10^{-10})^3\,m^3$ است از این‌رو:

تعداد مولکول‌ها $\Rightarrow n = \frac{1}{8}\times10^{27} = 125\times10^{24} = 1/25\times10^{26}$

$V = n\,V \Rightarrow 10^{-3} = n\times(2\times10^{-10})^3$ ← حجم کل؛ ↓ حجم هر مولکول

پاسخ ۴ (A) افزایش دما سبب کاهش نیروی هم‌چسبی مولکول‌های مایع شده و این امر سبب می‌گردد که مایع راحت‌تر جاری شود. به عنوان مثال هر چه دمای روغن مایع بالاتر رود، روغن روان‌تر می‌شود.

پاسخ ۵ (B) فقط تفاوت ارتفاع مایع یعنی Δh مهم است. ضلع روبه‌رو به زاویهٔ 30° نصف وتر است، از این رو:



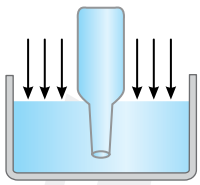
$$\Delta h = 50\times\frac{1}{2} = 25\,cm$$

$$\Delta P = \rho g\Delta h = 4000\times10\times\frac{25}{100} \Rightarrow \Delta P = 10000\,Pa = 10\,kPa$$

پاسخ ۶ (C) 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 این‌رو:

$$\frac{P_2}{P_1} = 1$$

پاسخ ۷ (A) فشار هوا که بر سطح ظرف آب وارد می‌شود، بنا بر اصل پاسکال به دهانهٔ لوله وارد شده و مانع ریختن آب درون لوله به داخل ظرف می‌شود.



پاسخ ۸ (A) فشار هوا در ارتفاع h از سطح دریا برابر است با:

$$P = P_0 - \rho gh$$

ابتدا فشار هوای محیط را برحسب پاسکال به دست می‌آوریم:

$$P = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow P = 13600\times10\times\frac{670}{1000} = 91120\,Pa$$

اکنون ارتفاع h را حساب می‌کنیم:

$$P = P_0 - \rho gh \Rightarrow 91120 = 101300 - 1/25\times10\times h \Rightarrow h = 814/4\,m$$

پاسخ ۹ (B) ابتدا فشار حاصل از آب را برحسب سانتی‌متر جیوه به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{آب} g h_{آب} = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow 1\times27/2 = 13/6\times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 2\,cm\,,\ P_{آب} = 2\,cmHg$$

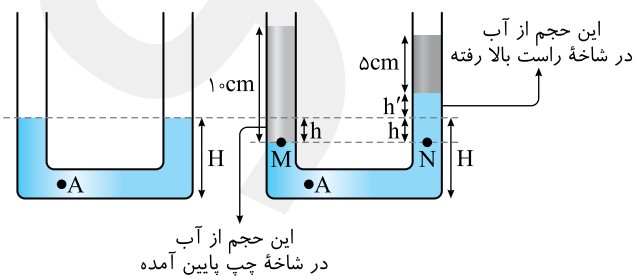
بنابراین فشار وارد بر کف برابر است با:

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

پاسخ ۱۰ (C) **راه‌حل اول:** ۱) لوله‌ای مشابه لولهٔ U‌شکل سؤال کنار آن می‌کشیم تا تغییرات ارتفاع آب در دو شاخه را بسنجیم.

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

۳) خط تراز لولهٔ دوم را می‌کشیم و مسأله را حل می‌کنیم.



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

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

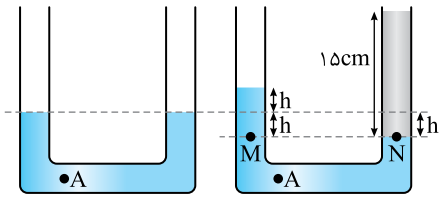
$$\Rightarrow 8 = 4 + 2h \Rightarrow h = 2\,cm$$

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

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

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

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{آب} \times ۲h = \rho_{روغن} \times ۱۵ \Rightarrow h = ۶\,cm$$

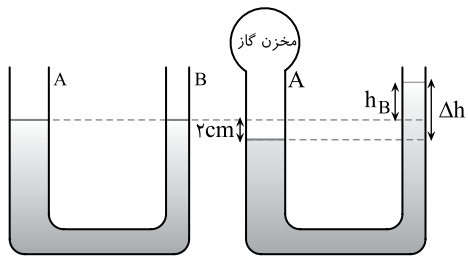


نسبت به حالت قبل در شاخه سمت چپ ۶cm ارتفاع آب بیشتر شده، بنابراین

$$\Delta P_A = \rho_{آب} g \frac{۶}{۱۰۰} = ۶۰۰\,Pa$$

پاسخ ۱۱ (A) حجم جیوهٔ جابه‌جا شده در دو شاخه برابر است:

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

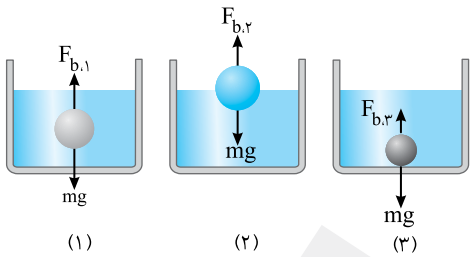


قطر B نصف قطر A بود، پس سطح مقطع B، $\frac{۱}{۴}$ سطح مقطع A است.

$$h_A A_A = h_B (\frac{۱}{۴} A_A) \Rightarrow h_B = ۴h_A \Rightarrow h_B = ۴ \times ۲ = ۸cm$$

بنابراین اختلاف ارتفاع ستون جیوه در دو طرف لولهٔ U شکل برابر با $\Delta h = ۲ + ۸ = ۱۰cm$ است، در نتیجه فشار پیمانه‌ای مخزن گاز ۱۰cmHg 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 بماند. چون جرم شکل‌های (۱) و (۲) یکسان است، بنابراین نیروی شناوری در شکل‌های (۱) و (۲) با هم برابر است.

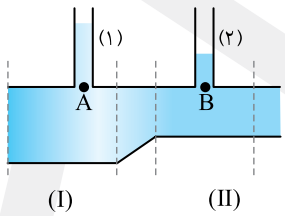


در شکل (۳) نیروی شناوری از نیروی وزن کمتر است که جسم ته‌نشین شده است.

$$\begin{cases} F_{b,۱} = mg \\ F_{b,۲} = mg \Rightarrow F_{b,۱} = F_{b,۲} > F_{b,۳} \\ F_{b,۳} < mg \end{cases}$$

پاسخ ۱۳ (B) ماهی در آب غوطه‌ور است بنابراین $m_{ماهی} g = F_b$، همچنین می‌دانیم که نیروی شناوری به علت اختلاف فشار یا $\rho g \Delta h$ به وجود می‌آید پس با افزایش شتاب گرانش، g در دو طرف معادله افزایش می‌یابد و تغییری در وضعیت ماهی به‌وجود 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 تندی هوا، بنابر اصل برنولی، فشار هوای بالای چادر برزنتی کاهش یافته و فشار هوای زیر چادر برزنتی رو به بالا پف می‌کند.

فصل ۳ پاسخ آزمون تشریحی

پاسخ ۱ برای استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی باید توجه داشته باشیم که جرم جسم بر حسب کیلوگرم و انرژی جنبشی بر حسب ژول باشد، یعنی در این‌جا انرژی جنبشی را برابر $۰/۱\text{kJ}\times\frac{۱۰۰۰\text{J}}{۱\text{kJ}}=۱۰۰\text{J}$ قرار می‌دهیم، به این ترتیب تندی برحسب متر بر ثانیه به‌دست می‌آید:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow ۱۰۰=\frac{۱}{۲}\times ۸\times v^۲\Rightarrow ۱۰۰=۴\times v^۲\Rightarrow v^۲=\frac{۱۰۰}{۴}=۲۵\Rightarrow v=\sqrt{۲۵}=۵\text{m/s}$$

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

$$\frac{K_۲}{K_۱}=\frac{\frac{۱}{۲}mv_۲^۲}{\frac{۱}{۲}mv_۱^۲}\Rightarrow\frac{K_۲}{K_۱}=(\frac{\frac{۱}{۲}v_۱}{v_۱})^۲\Rightarrow\frac{K_۲}{K_۱}=\frac{۱}{۴}$$

ب) برای محاسبهٔ درصد تغییرات، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{درصد تغییرات}:\frac{\Delta K}{K_۱}\times ۱۰۰=\frac{K_۲-K_۱}{K_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{۱}{۴}K_۱-K_۱}{K_۱}\times ۱۰۰=-\frac{۳}{۴}\times ۱۰۰=-۷۵٪$$

یعنی ۷۵٪ کاسته شده است.

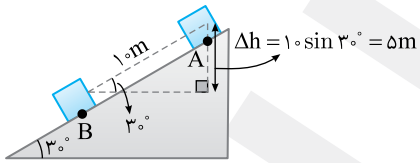
پاسخ ۳ الف) کار نیروی وزن برابر خواهد شد با:

$$W_g=mgh\cos\theta\xrightarrow[\cos\theta=-۱]{\theta=۱۸۰^\circ}W_g=-۲۵۰\times ۱۰\times ۲/۴\Rightarrow W_g=-۶۰۰۰\text{J}$$

ب) در حالتی که وزنه بردار، وزنه را روی دستانش نگه می‌دارد، نیرویی برابر وزن وزنه رو به بالا بر آن وارد می‌کند اما چون جابه‌جایی در این حالت صفر است، کار وزنه‌بردار روی وزنه صفر می‌شود.

$$W=Fd\cos\theta=mg\times(۰)\times ۱=۰$$

پاسخ ۴ کار نیروی وزن برابر $W=\pm mg\Delta h$ است و علامت مثبت برای جابه‌جایی به سمت پایین و علامت منفی برای جابه‌جایی به سمت بالا می‌باشد و Δh جابه‌جایی در راستای قائم است بنابراین:

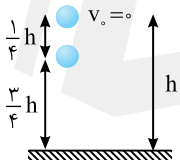


$$\begin{cases}W_g=+mg\Delta h=mg\times ۵=۵mg\\ W_{f_k}=f_k d\cos ۱۸۰^\circ=\frac{mg}{۱۰}\times ۱۰\times(-۱)=-mg\end{cases}\Rightarrow\frac{W_{f_k}}{W_g}=\frac{-mg}{۵mg}=-\frac{۱}{۵}$$

پاسخ ۵ نیروی خالصی که موجب توقف خودرو می‌شود، نیروی اصطکاک است. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:

$$W_{f_k}=K_۲-K_۱\Rightarrow -f_k d=۰-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲\Rightarrow -f_k\times(۵۵-۵)=-\frac{۱}{۲}\times ۸۰۰\times(۲۰)^۲\Rightarrow f_k=۳۲۰۰\text{N}\quad,\quad\frac{f_k}{mg}=\frac{۳۲۰۰}{۸۰۰۰}=۰/۴\text{N}$$

پاسخ ۶ جسم فقط تحت تأثیر نیروی وزن است. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:



$$W=K_۲-K_۱\Rightarrow mg(\frac{۱}{۴}h)=\frac{۱}{۲}mv^۲-۰\Rightarrow v^۲=\frac{۱}{۲}gh\Rightarrow v=\sqrt{\frac{gh}{۲}}$$

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

$$W=\Delta K\Rightarrow W=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

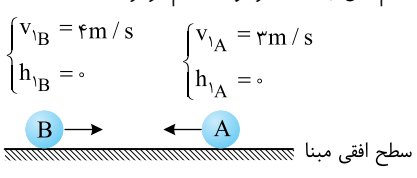
دقت کنید در انرژی جنبشی جسم (اندازهٔ سرعت) مهم است و جهت سرعت اهمیت ندارد.

$$W=\frac{۱}{۲}\times ۰/۴\times(v_۲^۲-v_۱^۲)\Rightarrow W=۰/۲\times(۱۰۰-۱۴۴)=-۸/۸\text{J}$$

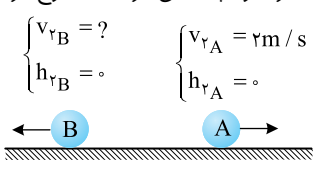
پاسخ ۸ جسم را از A تا B $(h_B>h_A)$ جابه‌جا کرده‌ایم بنابراین در این جابه‌جایی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی مثبت است.

$$\Delta U_{AB}=U_B-U_A=mgh_B-mgh_A=mg(h_B-h_A)=۴۰\Rightarrow ۰/۲\times ۱۰\times(\frac{۶}{۵}h_A-h_A)=۴۰\Rightarrow ۲(\frac{h_A}{۵})=۴۰\Rightarrow h_A=۱۰۰\text{m}$$

پاسخ ۹ برای وضعیت اولیه و ثانویهٔ دستگاه شکل‌های (الف) و (ب) را در نظر می‌گیریم. در شکل (الف) گلوله‌ها 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 یک‌دیگر، در شکل (ب) نیز گلوله‌ها 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.



شکل (الف)



شکل (ب)

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

$$\frac{۱}{۲}mv_{۱A}^۲ + \frac{۱}{۲}mv_{۱B}^۲ = \frac{۱}{۲}mv_{۲A}^۲ + \frac{۱}{۲}mv_{۲B}^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}\times m\times ۳^۲ + \frac{۱}{۲}\times m\times ۴^۲ = \frac{۱}{۲}\times m\times ۲^۲ + \frac{۱}{۲}\times m\times v_{۲B}^۲$$

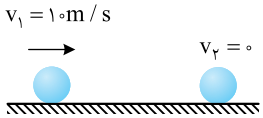
$$\xrightarrow{\frac{۱}{۲}m \text{ را از طرفین تساوی ساده می‌کنیم}} ۹+۱۶=۴+v_{۲B}^۲ \Rightarrow v_{۲B}^۲ = ۲۵-۴=۲۱ \Rightarrow v_{۲B} = \sqrt{۲۱} \approx ۴/۶ m/s$$

پاسخ ۱۰ (C) در ابتدا پس از رها شدن فنر، تمام انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر به انرژی جنبشی گلولهٔ اول تبدیل می‌شود.

$$U_e = K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \Rightarrow ۴۵ = \frac{۱}{۲}\times ۰/۹\times v_۱^۲ \Rightarrow v_۱^۲ = ۱۰۰ \Rightarrow v_۱ = ۱۰ m/s$$

در لحظهٔ برخورد گلولهٔ اول با گلولهٔ دوم، بخشی از انرژی جنبشی گلولهٔ اول به گلولهٔ دوم منتقل شده و تندی گلولهٔ اول پس از برخورد نصف می‌شود $(v_۱' = ۵ m/s)$.

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



$$K_۱ + K_۲ = K_۱' + K_۲' \Rightarrow \frac{۱}{۲}\times ۰/۹\times ۱۰^۲ + ۰ = \frac{۱}{۲}\times ۰/۹\times ۵^۲ + \frac{۱}{۲}\times ۰/۵\times v_۲'^۲$$

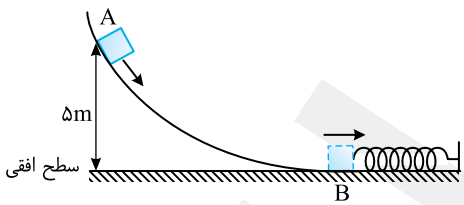
$$\Rightarrow v_۲'^۲ = ۱۳۵ = ۹\times ۱۵ \Rightarrow v_۲' = ۳\sqrt{۱۵} \approx ۱۱/۶ m/s$$

پاسخ ۱۱ (B) کار نیروی مقاومت هوا برابر تغییر انرژی مکانیکی گلوله است:

$$E_۲ - E_۱ = W_f \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲ - (mgh + \frac{۱}{۲}mv_۰^۲) = W_f \Rightarrow W_f = \frac{۱}{۲}\times\frac{۲۰}{۱۰۰۰}\times ۲۵۰۰۰۰ - (\frac{۲۰}{۱۰۰۰}\times ۱۰\times ۱/۸ + \frac{۱}{۲}\times\frac{۲۰}{۱۰۰۰}\times ۲۲۵۰۰۰۰)$$

$$W_f = ۲۵۰۰ - (۰/۳۶ + ۲۲۵۰۰) \Rightarrow W_f = -۲۰۰۰۰/۳۶ J$$

پاسخ ۱۲ (C) موقعیت اولیهٔ جسم در نقطهٔ 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 اولیهٔ مجموعه را به‌دست می‌آوریم:



$$E_۱ = K_۱ + U_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ + mgh_۱ + U_{۱e} \xrightarrow{V_۱=۱۰ m/s \ , \ h_۱=۵ m \ , \ U_{۱e}=۰} E_۱ = \frac{۱}{۲}\times ۱\times ۱۰^۲ + ۱\times ۱۰\times ۵ + ۰ = ۵۰ + ۵۰ = ۱۰۰ J$$

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

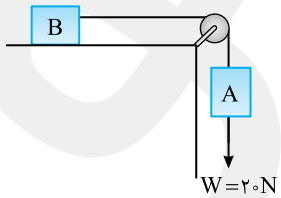
$$E_۱ - E_۲ = \frac{۷۰}{۱۰۰}E_۱ \Rightarrow ۱۰۰ - E_۲ = \frac{۷۰}{۱۰۰}\times ۱۰۰ \Rightarrow E_۲ = ۳۰ J$$

(می‌توان $E_۲$ را برابر ۳۰ درصد $E_۱$ نیز در نظر گرفت.)

در نقطهٔ 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:

موقعیت ثانویه
$$\begin{cases} v_۲ \neq ۰ \\ h_۲ = ۰ \\ U_{۲e} = ۵K_۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_{۲e} = ۵K_۲ \Rightarrow K_۲ = \frac{U_{۲e}}{۵} \Rightarrow E_۲ = K_۲ + U_۲ = K_۲ + U_{۲e} = \frac{U_{۲e}}{۵} + U_{۲e} = \frac{۶}{۵}U_{۲e} \\ \Rightarrow ۳۰ = \frac{۶}{۵}U_{۲e} \Rightarrow U_{۲e} = \frac{۳۰}{\frac{۶}{۵}} = ۲۵ J \end{cases}$$

پاسخ ۱۳ (B) اصطکاک ناچیز است و تنها نیرویی که سبب حرکت مجموعه است نیروی وزن A است، بنابراین قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:



$$W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow m_A gh = K_۲ - ۰ \Rightarrow ۲۰h = ۳۰ \Rightarrow h = ۱/۵ m$$

پاسخ ۱۴ (B) الف) با توجه به تعریف توان داریم:

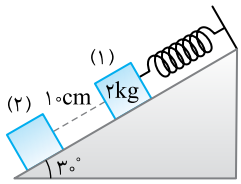
$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{Fd}{t} \xrightarrow{v=\frac{d}{t}} P = Fv \Rightarrow ۱۰\times ۱۰^۳ = ۲/۵\times ۱۰^۳ v \Rightarrow v = ۴ m/s$$

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 رابطهٔ بازده با توان خروجی و توان ورودی خواهیم داشت:

$$\text{بازده} = \frac{P_۲}{P_۱} \Rightarrow \frac{۶۰}{۱۰۰} = \frac{\frac{mgh}{t}}{P_۱} \Rightarrow P_۱ = \frac{۱۰}{۶}\times\frac{۳۰۰۰\times ۱۰\times ۳۰}{۶۰} = ۲۵ kW$$

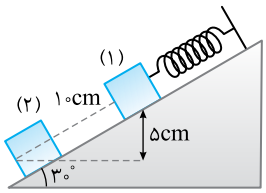
پاسخ ۱۶ (B) هنگامی که جسم حداکثر روی سطح پایین می‌آید مجدداً سرعتش صفر می‌شود. حال با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:



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

$$\Rightarrow W_{\text{فنر}} = -W_g = -(+mgd\sin 30^\circ) = -20 \times \frac{5}{100} = -1\,J$$

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



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

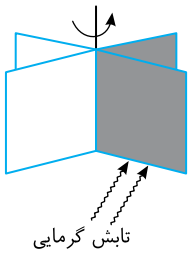
فصل ۴ پاسخ آزمون تشریحی

پاسخ ۱ (A) الف) کوزه‌های سفالی، لعاب ندارند، بنابراین آب داخل آن‌ها به تدریج به سمت سطح بیرونی ظرف، نشت 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 گرم‌کنندهٔ مرکزی در ساختمان‌ها و نیز سیستم خنک‌کنندهٔ موتور خودرو مثال‌هایی از تلمبهٔ مصنوعی و دستگاه گردش خون در بدن جانوران خونگرم مثالی از تلمبهٔ طبیعی است.

پ) ۱- شکار تابش فروسرخ: نوعی از مارهای زنگی، بر روی پوزهٔ خود، اندام‌های حفره‌ای دارند که نسبت به تابش فروسرخ حساس‌اند و این اندام‌های حفره‌ای، 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.

ت) این دستگاه می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای مقایسه شدت نورهای مختلف، مورد استفاده قرار گیرد. این وسیله از چهار صفحهٔ 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 صفحهٔ روشن هم گرما جذب و تابش می‌کند که مقدار جذب و تابش آن نسبت به صفحهٔ تیره کمتر است. به همین خاطر نیروی واکنش مولکول‌ها در طرف تیره بیشتر است.



پاسخ ۲ (B) 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 رابطهٔ تناسبی که بین قسمت‌های دو دماسنج برقرار است می‌توانیم مقدار θ را به‌دست آوریم:

دماسنج سلسیوس	دماسنج x
$\theta_2=60^\circ C$	$x_2=70^\circ$
$\theta=?$	$x=3\theta$
$\theta_1=20^\circ C$	$x_1=-10^\circ$

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1}=\frac{\theta-\theta_1}{\theta_2-\theta_1}\Rightarrow\frac{3\theta-(-10)}{70-(-10)}=\frac{\theta-20}{60-20}$$

$$\Rightarrow\frac{3\theta+10}{80}=\frac{\theta-20}{40}\Rightarrow\frac{3\theta+10}{2}=\theta-20\Rightarrow 3\theta+10=2\theta-40\Rightarrow\theta=-50^\circ C$$

همان‌طور که محاسبات نشان می‌دهد دمای $\theta=-50^\circ C$ از نقطهٔ $\theta_1=20^\circ C$ نشان داده شده بر روی دماسنج پایین‌تر است، در حالی که ما این دما را بین θ_1 و θ_2 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 (A) الف) مطابق آن‌چه در مسألهٔ قبل مطرح شد، وقتی که قفل و کلید هم‌جنس باشند، ضریب انبساط خطی آن‌ها هم‌اندازه 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 هم‌جنس باشند ضریب انبساط خطی آن‌ها مانند هم است و در این‌صورت پیچ و مهره هر دو با یک نسبت بزرگ‌تر یا کوچک‌تر می‌شوند.

پاسخ ۴ (A) حجم کره از رابطهٔ $\frac{4}{3}\pi r^3$ به‌دست می‌آید.

$$\Delta V=V_1(3\alpha)\Delta\theta\Rightarrow\Delta V=\frac{4}{3}\pi r^3(3\alpha)\Delta\theta\Rightarrow\Delta V=4\pi\times10^{-3}\times23\times10^{-6}\times200=18/4\pi\ cm^3$$

پاسخ ۵ (B) باید اندازهٔ قطر داخلی حلقه با قطر میله برابر شود:



$$L_2=L_1(1+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow5=4/98(1+17\times10^{-6}\Delta\theta)\Rightarrow0/02=4/98\times17\times10^{-6}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta\approx236^\circ C$$

پاسخ ۶ (A) 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 این‌که چگالی با حجم رابطهٔ 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 (A) انرژی جنبشی چکش را به‌دست می‌آوریم:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow K=\frac{1}{2}\times1/2\times16=9/6J$$

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

$$\frac{60}{100}K=Q\Rightarrow\frac{60}{100}\times9/6=0/01\times500\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=1/152^\circ C$$

پاسخ ۸ (A) گرمای لازم برای تغییر دمای آب را محاسبه می‌کنیم، می‌دانیم هر لیتر آب ۱kg جرم دارد:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=120\times4200\times(60-10)=25/2\times10^6J$$

این مقدار ۸۰٪ گرمایی است که آبگرمکن تولید می‌کند:

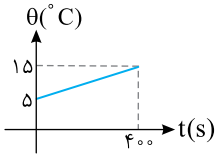
$$Ra=\frac{Q}{Q_{کل}}\Rightarrow\frac{80}{100}=\frac{25/2\times10^6}{Q_{کل}}\Rightarrow Q_{کل}=31/5\times10^6J$$

زمان لازم برابر است با:

$$P=\frac{Q_{کل}}{t}\Rightarrow t=\frac{31/5\times10^6}{2000}\Rightarrow t=15750s$$

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

$$Q=۴۰۰\times۳۰=۱۲۰۰۰J$$



اکنون به کمک رابطهٔ گرماسنجی، گرمای ویژه را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow۱۲۰۰۰=۲\times c\times۱۰\Rightarrow c=۶۰۰J/kg^\circ C$$

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

$$Q_{Al}+Q_{Cu}+Q_A=۰$$

دقت کنید که دمای ظرف آلومینیمی و دمای الکل $۱۰^\circ C$ است:

$$m_{Al}c_{Al}(\theta-\theta_{Al})+m_{Cu}c_{Cu}(\theta-\theta_{Cu})+m_Ac_A(\theta-\theta_A)=۰$$

$$۰/۰۱\times۹۰۰(\theta-۱۰)+۰/۲۵\times۴۰۰(\theta-۱۰۰)+۰/۱۲\times۲۴۰۰(\theta-۱۰)=۰\Rightarrow\theta=\frac{۱۲۹۷۰}{۳۹۷}\approx۳۲/۷^\circ C$$

پاسخ ۱۱ (B) گرمایی که فلز از دست می‌دهد را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_{فلز}=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_{فلز}=۰/۵\times۴۰۰\times(۱۰۲-۱۲)=۱۸۰۰۰J$$

حال گرمایی که آب گرفته تا دمای آن از $۸^\circ C$ به $۱۲^\circ C$ برسد را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_{آب}=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_{آب}=۱\times۴۲۰۰\times(۴)=۱۶۸۰۰J$$

بنابراین گرمای تلف‌شده برابر است با:

$$|Q_{اتلافی}|=۱۸۰۰۰-۱۶۸۰۰=۱۲۰۰J$$

پاسخ ۱۲ (B) ابتدا با توجه به چگالی، جرم آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}V=۲lit=۲۰۰۰cm^۳\\ \rho=۱g/cm^۳\end{cases}\xrightarrow{\rho=m/V}m=\rho V\Rightarrow m=۲۰۰۰g=۲kg$$

دمای آب از $۴۰^\circ C$ به $-۴^\circ C$ می‌رسد:

$$۴۰^\circ C\ \text{آب}\ ۲kg\xrightarrow{Q=mc_{آب}\Delta\theta}۰^\circ C\ \text{آب}\ ۲kg\xrightarrow{Q=mL_F}۰^\circ C\ \text{یخ}\ ۲kg\xrightarrow{Q=mc_{یخ}\Delta\theta}-۴^\circ C\ \text{یخ}\ ۲kg$$

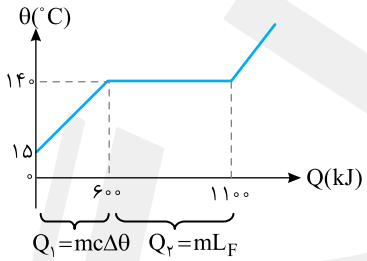
$$Q_{کل}=۲\times۴۲۰۰\times۴۰+۲\times۳۳۶۰۰۰+۲\times۲۱۰۰\times۴=۱۰۲۴۸۰۰J=۱۰۲۴/۸kJ$$

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

$$Q_۱=mc\Delta\theta\Rightarrow۶۰۰\times۱۰^۳=۶\times c\times۱۲۵\Rightarrow c=۸۰۰J/kg^\circ C$$

$$Q_۲=mL_F\Rightarrow۱۵۰۰\times۱۰^۳=۶\times L_F\Rightarrow L_F=۲/۵\times۱۰^۵J/kg=۲/۵\times۱۰^۲kJ/kg$$

ب) از $۱۱۰۰kJ$ گرمایی که به جسم داده می‌شود، $۶۰۰kJ$ صرف افزایش دمای جسم و رساندن آن به نقطهٔ ذوب می‌شود و فقط $۵۰۰kJ$ آن صرف ذوب کردن جسم می‌شود:



جرم ذوب شده: $Q=mL_F\Rightarrow۵۰۰=m\times۲/۵\times۱۰^۲\Rightarrow m=۲kg$

جرمی که به‌صورت جامد باقی می‌ماند: $\Rightarrow۶-۲=۴kg$

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

$$\frac{Q_۱}{Q_۲}\times۱۰۰=\frac{mc\Delta\theta}{mL_V+mc\Delta\theta}\times۱۰۰=\frac{۴/۲\times۶۰}{۲۲۶۸+۴/۲\times۶۰}\times۱۰۰\approx۱۰٪$$

این نسبت نشان می‌دهد که گرمای لازم برای تبخیر مقدار معینی آب در مقایسه با گرمای لازم برای افزایش دمای آن بسیار زیاد است. مثلاً دیده‌اید 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:

$$\begin{cases}P_۱V=n_۱RT_۱\xrightarrow{n_۱=\frac{m}{M_{O_۲}}}P_۱V=\frac{m}{M_{O_۲}}RT_۱\\ P_۲V=n_۲RT_۲\xrightarrow{n_۲=\frac{m}{M_{H_۲}}}P_۲V=\frac{m}{M_{H_۲}}RT_۲\end{cases}\xrightarrow{\div}\frac{P_۱V}{P_۲V}=\frac{\frac{m}{M_{O_۲}}}{\frac{m}{M_{H_۲}}}\Rightarrow\frac{P_۱}{P_۲}=\frac{M_{H_۲}}{M_{O_۲}}=\frac{۲}{۳۲}=\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow P_۲=۱۶P_۱$$

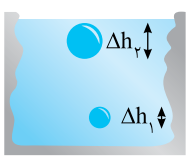
پاسخ ۱۶ (B) الف) فشار وارد بر حباب در عمق ۲۵ متر:

$$P_۱=P_۰+\rho gh\Rightarrow P_۱=۱۰^۵+۱۰۰۰\times۱۰\times۲۵=۳/۵\times۱۰^۵Pa=۲۵m$$

فشار وارد بر حباب در سطح آب برابر $P_۰=۱۰^۵Pa$ است:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow[T_۱=T_۲]{\text{دما ثابت فرض شود}}۳/۵\times۱۰^۵\times V_۱=۱۰^۵\times V_۲\Rightarrow V_۲=۳/۵V_۱$$

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



فصل ۵ پاسخ آزمون تشریحی

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 هم فشار 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 رابطهٔ $PV=nRT$ دما نیز باید کاهش می‌یابد پس $\Delta U<0$ است.

$$\Delta U_{\text{هم‌حجم}}=Q_{\text{هم‌حجم}} \xrightarrow{\Delta U<0} Q_{۴}<0$$

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

پاسخ ۳ (A)

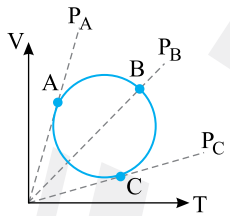
الف) با توجه به اطلاعات داده شده در حالت A و معادلهٔ حالت:

$$P_A V_A=nRT_A \Rightarrow ۳\times۱۰^{۵}\times۳۲\times۱۰^{-۳}=۱\times۸\times T_A \Rightarrow T_A=۱۲۰۰K$$

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 جملهٔ (الف)نادرست است.

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

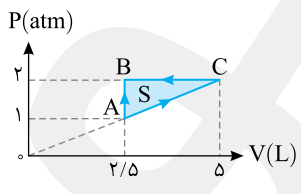
پ) فرایند AB هم‌حجم است:

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

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:



$$W=-S \Rightarrow W=\frac{-۱۰^{۵}\times۲/۵\times۱۰^{-۳}}{۲}=-۱۲۵J$$

ب)

$$\Delta U_{\text{چرخه}}=0 \Rightarrow Q+W=0 \Rightarrow Q=-W \Rightarrow Q=۱۲۵J$$

پاسخ ۷ (B)

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

$$\begin{cases}Q_H=۳\times۱۰^{۱۰}J\\ |Q_L|=۱/۸\times۱۰^{۱۰}J\end{cases} \xrightarrow{\text{قانون اول ترمودینامیک}} |Q_H|=W+Q_L \Rightarrow ۳\times۱۰^{۱۰}=|W|+۱/۸\times۱۰^{۱۰} \Rightarrow |W|=۱/۲\times۱۰^{۱۰}J$$

ب) بازدهٔ ماشین گرمایی برابر است با:

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}\times۱۰۰ \Rightarrow \eta=\frac{۱/۲\times۱۰^{۱۰}}{۳\times۱۰^{۱۰}}\times۱۰۰=۴۰٪$$

پاسخ ۸ (B)

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

$$\begin{cases}W=۲kJ\\ Q_L=۱۲kJ\end{cases} \xrightarrow{\text{با توجه به قانون اول ترمودینامیک}} |Q_H|=Q_L+W \Rightarrow |Q_H|=۱۴kJ$$

فصل ۱ پاسخ آزمون تستی

۱- گزینهٔ ۳ (A) ابتدا فاصله را بر حسب km به‌دست می‌آوریم:

$$۰/۳۶\text{AU}\times\frac{۱/۵\times۱۰^{۱۱}\text{m}}{۱\text{AU}}=۰/۵۴\times۱۰^{۱۱}\text{m}=۵/۴\times۱۰^{۱۰}\text{m}=۵/۴\times۱۰^{۱۰}\text{m}\times\frac{۱\text{km}}{۱۰^{۳}\text{m}}=۵/۴\times۱۰^{۷}\text{km}$$

با توجه به رابطه سرعت متوسط که سال قبل خواندید:

$$\text{سرعت متوسط}=\frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}}\Rightarrow\text{زمان}=\frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{سرعت متوسط}}=\frac{۵/۴\times۱۰^{۷}\text{km}}{۵۰۰\text{km/s}}=۱/۰۸\times۱۰^{۵}\text{s}$$

هر ۳۶۰۰s برابر یک ساعت و هر ۲۴ ساعت برابر ۱ روز است.

$$۱/۰۸\times۱۰^{۵}\text{s}\times\frac{۱\text{h}}{۳۶۰۰\text{s}}\times\frac{۱\text{روز}}{۲۴\text{h}}=۱/۲۵\text{روز}$$

۲- گزینهٔ ۲ (A) **راه‌حل اول:**

$$۰/۰۶۵\,\text{W}=۰/۰۶۵\,\text{W}\times\frac{۱۰^{۶}\,\mu\text{W}}{۱\,\text{W}}=۶/۵\times۱۰^{۴}\,\mu\text{W}$$

راه‌حل دوم: ابتدا توان را برحسب نماد علمی می‌نویسیم و سپس مجهول را به‌دست می‌آوریم:

$$۶/۵\times۱۰^{-۲}\,\text{W}=\square\,\mu\text{W}\Rightarrow\square=\frac{۶/۵\times۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۶}}=۶/۵\times۱۰^{۴}\,\mu\text{W}$$

۳- گزینهٔ ۱ (B) U انرژی است که با استفاده از تعریف کار یکای آن را به‌دست می‌آوریم و با توجه به جدول صفحهٔ ۷ کتاب درسی یکای فرعی انرژی برابر $\text{kgm}^{۲}/\text{s}^{۲}$ است. از این‌رو:

$$\begin{cases}\text{W}=\text{Fd}\Rightarrow۱\,\text{J}=۱\,\text{N.m}\\ \text{F}=\text{ma}\Rightarrow\text{N}=\text{kg}.\dfrac{\text{m}}{\text{s}^{۲}}\end{cases}\Rightarrow\text{J}=\text{kg.m}^{۲}/\text{s}^{۲}\quad,\quad \text{U}=\frac{۱}{۲}\text{kx}^{۲}\Rightarrow\text{kg.m}^{۲}/\text{s}^{۲}=\text{k}_{\text{یکای}}\times\text{m}^{۲}\Rightarrow\text{k}_{\text{یکای}}=\text{kg/s}^{۲}$$

۴- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به شکل کمینه اندازه‌گیری خط‌کش ۰/۱cm یا ۱ mm است:

$$۱\,\text{mm}=۱\,\text{mm}\times\frac{۱۰^{-۳}\,\text{m}}{۱\,\text{mm}}\times\frac{۱۰^{۶}\,\mu\text{m}}{۱\,\text{m}}=۱۰^{۳}\,\mu\text{m}$$

۵- گزینهٔ ۴ (A) دقت دستگاه برابر یک واحد از آخرین رقم نمایشی دستگاه می‌باشد پس دستگاه عددی با یک رقم اعشار مثل ۳/۲V را نشان می‌دهد.

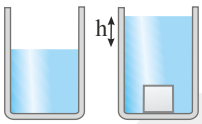
۶- گزینهٔ ۳ (A) یکای نجومی میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است و گزینهٔ (۱) نادرست است.

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند. سرعت نور $۳\times۱۰^{۸}\,\text{m/s}$ است یعنی در هر ثانیه نور مسافت ۳×۱۰^{۸} متر را طی می‌کند و نه در یک سال پس گزینهٔ (۲) نادرست است. آهنگ هر کمیت معادل تغییر آن کمیت با زمان است و گزینهٔ (۳) درست است.

۷- گزینهٔ ۲ (A) حجم کره از رابطهٔ $\text{V}=\frac{۴}{۳}\pi\text{r}^{۳}$ به‌دست می‌آید:

$$\rho=\frac{\text{m}}{\text{V}}=\frac{۶۰۰۰\,\text{g}}{\frac{۴}{۳}\times\pi\times۱۰۰۰\,\text{cm}^{۳}}=۱/۵\,\text{g/cm}^{۳}=۱۵۰۰\,\text{kg/m}^{۳}$$

۸- گزینهٔ ۳ (A) افزایش حجم آب استوانه برابر حجم قطعه فلز است:



$$\text{V}=\text{Ah}=۱۰\times۱/۲=۱۲\,\text{cm}^{۳}\Rightarrow\rho=\frac{\text{m}}{\text{V}}=\frac{۹۰\,\text{g}}{۱۲\text{cm}^{۳}}=۷/۵\,\text{g/cm}^{۳}$$

۹- گزینهٔ ۲ (B) ابتدا حجم فلزی که مکعب از آن ساخته شده است را به کمک چگالی به‌دست می‌آوریم:

$$\text{V}=\frac{\text{m}}{\rho}=\frac{۱۴۸۰}{۸}=۱۸۵\,\text{cm}^{۳}$$

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

$$\text{V}_{\text{حفره}}=۲۰۰-۱۸۵=۱۵\text{cm}^{۳}$$

۱۰- گزینهٔ ۳ (B) چگالی A و B را از روی نمودار به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{A}}=\frac{\text{m}_{\text{A}}}{\text{V}_{\text{A}}}\Rightarrow\rho_{\text{A}}=\frac{۲۰}{۲}\Rightarrow\rho_{\text{A}}=۱۰\text{g/cm}^{۳}\quad,\quad\rho_{\text{B}}=\frac{\text{m}_{\text{B}}}{\text{V}_{\text{B}}}\Rightarrow\rho_{\text{B}}=\frac{۸}{۲}\Rightarrow\rho_{\text{B}}=۴\text{g/cm}^{۳}$$

حجم ۲۰kg از مادهٔ B را حساب می‌کنیم:

$$\rho_{\text{B}}=\frac{\text{m}_{\text{B}}}{\text{V}_{\text{B}}}\Rightarrow۴۰۰۰=\frac{۲۰}{\text{V}_{\text{B}}}\Rightarrow\text{V}_{\text{B}}=۵\times۱۰^{-۳}\,\text{m}^{۳}$$

چگالی مخلوط برابر است با:

$$\rho=\frac{\text{m}_{\text{A}}+\text{m}_{\text{B}}}{\text{V}_{\text{A}}+\text{V}_{\text{B}}}\Rightarrow۸۰۰۰=\frac{\text{m}_{\text{A}}+۲۰}{\frac{\text{m}_{\text{A}}}{۱۰۰۰۰}+۵\times۱۰^{-۳}}\Rightarrow۰/۸\text{m}_{\text{A}}+۴۰=\text{m}_{\text{A}}+۲۰\Rightarrow۲۰=۰/۲\text{m}_{\text{A}}\Rightarrow\text{m}_{\text{A}}=۱۰۰\,\text{kg}$$

فصل ۲ پاسخ آزمون تستی

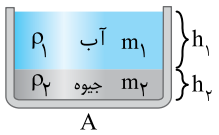
۱- گزینهٔ ۴ به دلیل نیروی چسبندگی بین مولکول‌های سطح آب، این سطح شبیه یک توری عمل می‌کند و در اثر کشش سطحی تیغ در آب فرو نمی‌رود.

۲- گزینهٔ ۱ نقاط هم‌تراز درون یك مایع ساکن، هم‌فشارند.

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

$$\left.\begin{array}{l} P_1=\frac{mg}{2\times 2}=\frac{mg}{4} \quad \text{فشار وارد بر کف ظرف مکعب‌شکل} \\ P_2=\frac{mg}{4} \quad \text{فشار وارد بر کف ظرف استوانه‌ای‌شکل} \end{array}\right\} \Rightarrow P_1=P_2$$

۴- گزینهٔ ۲ به جرم‌های برابر جیوه و آب داریم، بنابراین خواهیم داشت: $m_1=m_2$



$$\rho_1V_1=\rho_2V_2\Rightarrow\rho_1Ah_1=\rho_2Ah_2$$

$$\begin{cases} 1\times h_1=13/6h_2 \\ h_1+h_2=73 \end{cases}\Rightarrow 13/6h_2+h_2=73\Rightarrow 14/6h_2=73\Rightarrow h_2=5cm$$

ارتفاع جیوه $5cm$ است، پس فشار آن $5cmHg$ است. از طرفی وزن آب و جیوه در مسأله یکسان است، پس فشار آب نیز $5cmHg$ می‌باشد و فشار وارد بر کف ظرف برابر می‌شود با:

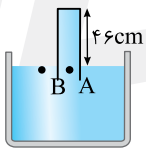
$$P_{کل}=P_1+P_2=10cmHg$$

۵- گزینهٔ ۳

$$\begin{cases} P_1=\rho gh+P_0 \\ P_2=\rho g(3h)+P_0 \end{cases}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{3\rho gh+P_0}{\rho gh+P_0}$$

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

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



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

این فشار را بر حسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:

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

بنابراین نیرویی که بر ته لوله وارد می‌شود، برحسب نیوتون برابر است با: $F=PA\Rightarrow F=3\times 13/6\times 10^3\times 2/5\times 10^{-4}=10/2N$

۷- گزینهٔ ۱ در مرحلهٔ اول حجم آب را به‌دست می‌آوریم:

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

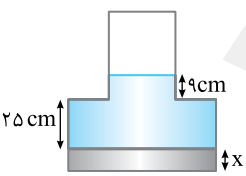
حجم مقدار آبی که در قسمت پهن ظرف قرار می‌گیرد را به‌دست می‌آوریم:

$$V_1=25\times 20=500\,cm^3$$

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

ارتفاع آب در قسمت باریک:

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



پس ارتفاع کل آب:

$$9+25=34\,cm$$

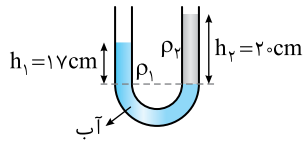
حالا باید $34cm$ آب را برحسب ارتفاع جیوه بنویسیم:

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

x را برحسب ارتفاع جیوه به‌دست آورده و سپس به ارتفاع مایع تبدیل می‌کنیم:

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

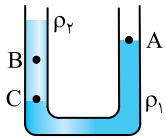
۸- گزینهٔ ۲ (B) مایعی که در زیر قرار می‌گیرد، چگالی بیشتری دارد (در این‌جا مایع زیرین، آب است).



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

$$\frac{\rho_{\text{روغن}}-\rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}}\times 100=\frac{\frac{17}{20}\rho_1-\rho_1}{\rho_1}\times 100=-15\%$$

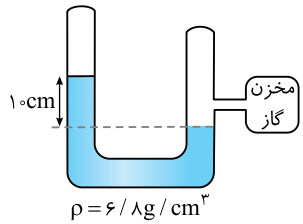
۹- گزینهٔ ۴ (A) در نقطهٔ A فشار برابر فشار هوا است $(P_A=P_\circ)$. در نقطهٔ C و B فشار برابر است با:



$$P=P_\circ+\rho gh$$

چون عمق C بیشتر است، فشار در نقطهٔ C بیشتر خواهد بود. در این صورت: $P_C>P_B>P_A$

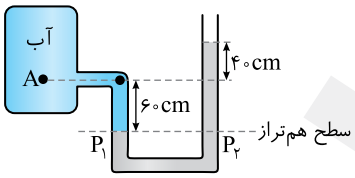
۱۰- گزینهٔ ۳ (A) نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن، هم‌فشارند:



$$\begin{cases} P_{\text{گاز}}=P_{\text{مایع}}+P_{\text{هوای محبوس}} \\ P_{\text{مایع}}=\dfrac{\rho_{\text{مایع}}h_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}}=\dfrac{6/8\times 10}{13/6}=5cmHg \end{cases} \Rightarrow 75=5+P\Rightarrow P=70cmHg$$

$$P(cmHg)\xrightarrow{\times 1360}P(Pa)\Rightarrow P=70\times 1360=95200Pa=95/2kPa$$

۱۱- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به شکل سطح هم‌تراز را رسم می‌کنیم. فشار در سطح‌های هم‌تراز یکسان است. از طرفی فشار P_1 برابر مجموع فشار در سطح A و فشار ستون $60cm$ آب است و فشار P_2 برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون $100cm$ جیوه است.

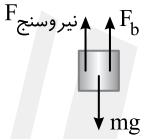


$$P_1=P_2\Rightarrow P_A+\rho_W gh_W=P_\circ+\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_A-P_\circ=\rho_{Hg}gh_{Hg}-\rho_W gh_W$$

$$P_A-P_\circ=13600\times 10\times 1-1000\times 10\times 0/6\Rightarrow P_A-P_\circ=136000-6000=130000Pa=130kPa$$

۱۲- گزینهٔ ۴ (B) وقتی سنگ را در ظرف آب فرومی‌بریم، توسط آب نیروی شناوری F_b بر سنگ رو به بالا وارد می‌شود. بنا به قانون سوم نیوتون واکنش این نیرو، توسط سنگ بر آن رو به پایین وارد می‌شود و سبب می‌گردد نیرویی که ترازو نشان می‌دهد به اندازهٔ F_b بیشتر شود.

۱۳- گزینهٔ ۱ (C) نیروهای وارد بر هر جسم شامل نیروی وزن، نیروی شناوری و نیروی کشش حاصل از نیروسنج است:



$$\begin{cases} F+F_{b_1}=W_1 \\ F+F_{b_2}=W_2 \end{cases} \xrightarrow{\text{طرفین را از هم کم می‌کنیم}} F_{b_2}-F_{b_1}=W_2-W_1\Rightarrow \Delta F_b=\Delta W$$

۱۴- گزینهٔ ۳ (B) نیروهای وارد بر جعبه، یکی نیروی وزن جعبه و دیگری نیروی شناوری هوا وارد بر جعبه است و باید برایند این نیروها برابر وزن وزنهٔ آهنی شود.

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

۱۵- گزینهٔ ۱ (B) طبق معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_1v_1=A_2v_2\Rightarrow \pi r_1^2v_1=\pi r_2^2v_2$$

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

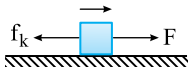
$$\pi r_1^2\times v_1=\pi(\frac{r_1}{2})^2v_2\Rightarrow v_2=4v_1\Rightarrow 8=4v_1\Rightarrow v_1=2m/s$$

فصل ۳ پاسخ آزمون تستی

۱- گزینهٔ ۲ انرژی جنبشی به تندی جسم بستگی دارد و جهت سرعت مهم نیست بنابراین: (A)

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

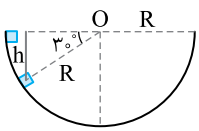
۲- گزینهٔ ۱ جابه‌جایی روی سطح افقی می‌باشد پس نیروی عمودی سطح بر جابه‌جایی عمود می‌باشد و $W_{F_N}=0$ است. (A)



چون حرکت با تندی ثابت انجام شده پس باید نیروی F و f_k با هم برابر باشند. $F=f_k=12N \quad , \quad d=vt=1/5\times4=6m$

$$W_{f_k}=f_k d\cos180^\circ=-12\times6=-72\,J$$

۳- گزینهٔ ۲ کار نیروی وزن برابر است با نیروی وزن (mg) در جابه‌جایی در راستای قائم بنابراین: (B)



$$h=R\sin30^\circ=\frac{R}{2} \quad , \quad W_g=mgh=mg\frac{R}{2}$$

۴- گزینهٔ ۱ به کمک رابطهٔ انرژی جنبشی، تندی را حساب می‌کنیم: (A)

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow80=\frac{1}{2}\times10\times v^2\Rightarrow v=4m/s$$

اکنون شتاب را به‌دست می‌آوریم:

$$a=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow4=a\times10+0\Rightarrow a=0/4m/s^2$$

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

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

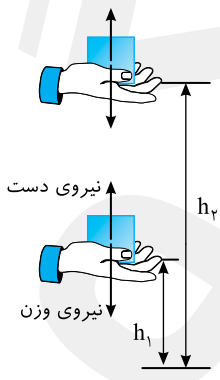
۵- گزینهٔ ۳ طبق قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم: (B)

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

۶- گزینهٔ ۲ از قضیهٔ کار و انرژی استفاده می‌کنیم: (A)

$$W_t=K_2-K_1$$

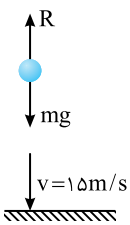
چون جسم در ابتدا و انتهای مسیر ساکن است، K_1 و K_2 صفر هستند:



$$W_{\text{وزن}}+W_{\text{دست}}=0$$

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

۷- گزینهٔ ۲ نیروهایی که در این مسیر بر جسم اثر می‌گذارند عبارتند از وزن و مقاومت هوا. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم: (A)



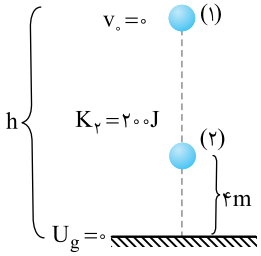
$$\begin{cases}W_t=W_g+W_R\\ W_t=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2\end{cases}\Rightarrow mgh+W_R=\frac{1}{2}mv^2-0\Rightarrow4\times10\times20+W_R=\frac{1}{2}\times4\times15^2\Rightarrow W_R=-350J$$

۸- گزینهٔ ۲ انرژی مکانیکی در شرایطی که نیروهای اتلاف‌کننده نداشته باشیم، ثابت می‌ماند. بنابراین کافی است که انرژی مکانیکی اولیهٔ آن را به‌دست آوریم: (A)

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

۹- گزینهٔ ۱ (A)

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

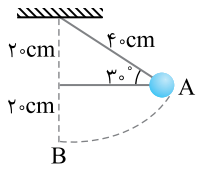


$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2$$

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

۱۰- گزینهٔ ۴ (B)

طول ضلع مقابل به زاویهٔ 30° نصف طول وتر مثلث قائم‌الزاویه است، بنابراین نقطهٔ A در فاصلهٔ ۲۰cm زیر سطح تکیه‌گاه و در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر در بالای نقطهٔ B قرار دارد. با به‌کار بردن قانون پایستگی انرژی بین نقاط A و B داریم:



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

۱۱- گزینهٔ ۳ (B)

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:

$$K_1+U_1=K_2+U_2\Rightarrow mgh=\frac{1}{2}mv_2^2\Rightarrow v_2=\sqrt{2gh}$$

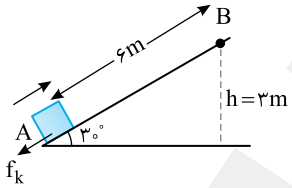
برای جسمی که رها می‌کنیم نیز داریم:

$$K_1+U_1=K_2+U_2\Rightarrow mgh=\frac{1}{2}mv_2^2\Rightarrow v_2=\sqrt{2gh}$$

بنابراین: $v_1=v_2$

۱۲- گزینهٔ ۴ (B)

می‌توانیم از قضیهٔ کار و انرژی یا قانون پایستگی انرژی استفاده کنیم که در اینجا از قانون پایستگی انرژی استفاده کرده‌ایم. وقتی جسم روی سطح شیب‌دار با زاویهٔ 30° به اندازهٔ ۶ متر بالا می‌رود، ارتفاع آن از زمین $h=6\sin 30^\circ=3m$ می‌شود.



$$E_B-E_A=W_{f_k}\Rightarrow mgh-\frac{1}{2}mv^2=-f_k d\Rightarrow 5\times 10\times 3-\frac{1}{2}\times 5\times 64=-f_k\times 6\Rightarrow f_k=\frac{5}{3}N$$

۱۳- گزینهٔ ۲ (B)

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

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

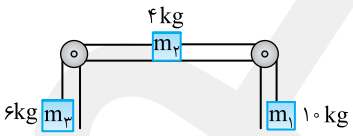
۱۴- گزینهٔ ۲ (A)

انرژی تلف شده در این مسیر رفت و برگشت برابر است با تفاضل انرژی‌های اولیه و ثانویهٔ جسم که به صورت انرژی جنبشی است بنابراین داریم:

$$E_1=K_1=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}\times 0/1\times v_0^2=\frac{1}{20}v_0^2\quad,\quad E_2=K_2=\frac{1}{2}\times 0/1\times 10^2=5\,m/s\Rightarrow W=E_1-E_2\Rightarrow 2/2=\frac{1}{20}v_0^2-5\Rightarrow v_0=\sqrt{144}=12m/s$$

۱۵- گزینهٔ ۲ (B)

سه جسم را یک دستگاه در نظر می‌گیریم. از قضیهٔ کار - انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم:



$$W_{g_1}+W_{g_2}+W_{g_3}=K_2-K_1\Rightarrow m_1gx-m_3gx=\frac{1}{2}(m_1+m_2+m_3)v^2-0$$

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

فصل ۴ پاسخ آزمون تستی

۱- گزینهٔ ۲ تغییرات سلسیوس و کلوین یکسان است. (A)

۲- گزینهٔ ۴ تغییر طول دو میله باید یکسان باشد، تا اختلاف طول آن‌ها هم‌چنان $20cm$ بماند. از این رو: (B)

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

۳- گزینهٔ ۳ (A) وقتی ضریب انبساط جسمی بیشتر است یعنی در شرایط مساوی بودن طول اولیه و تغییر دمای یکسان، تغییرات طول (کاهش یا افزایش) بیشتری دارد. این پدیده اساس کار دستگاهی به نام ترموستات (دماپا) است که در آن دو تیغهٔ فلزی مختلف با ضریب انبساط طولی متفاوت که در دمای معمولی هم‌طول 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 به‌طوری که قوس بیرونی مجموعه خواهد بود و اگر مجموعه سرد گردد، فلزی که دارای ضریب انبساط طولی بیشتری است قوس درونی مجموعه می‌شود.



۴- گزینهٔ ۲ (B) ضریب انبساط حجمی جامد سه برابر ضریب انبساط طولی آن است و رابطهٔ تغییر حجم به شکل زیر است:

$$\Delta V=V_1(3\alpha)\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}=3\alpha\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}=3\times12\times10^{-6}\times(100-0)\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}=36\times10^{-4}\Rightarrow\frac{\Delta V}{V_1}\times100=0/36\times10^{-4}\times100=0/36$$

۵- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به سؤال $C_A=2C_B$ می‌باشد:

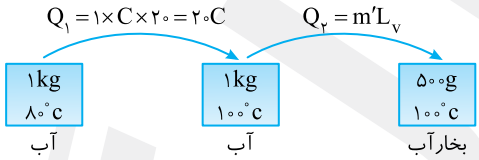
$$Q_A=Q_B\Rightarrow C_A\Delta\theta_A=C_B\Delta\theta_B\xrightarrow{C_A=2C_B}\Delta\theta_B=2\Delta\theta_A$$

تغییر دمای جسم با توجه به رابطهٔ $\Delta F=\frac{9}{5}\Delta\theta$ برابر است با:

$$\Delta F_A=\frac{9}{5}\Delta\theta_A\Rightarrow45=\frac{9}{5}\Delta\theta_A\Rightarrow\Delta\theta_A=25^\circ C$$

بنابراین افزایش دمای B برابر $2\Delta\theta_A=2\times25=50^\circ C$ است و چون $\Delta\theta=\Delta T$ است پس دمای جسم B، $50K$ افزایش می‌یابد.

۶- گزینهٔ ۱ (B) ابتدا گرمای لازم برای تبخیر نیم کیلوگرم آب را به‌دست می‌آوریم:



$$Q_1=1\times c\times20=20\,c$$

$$L_V=2268\times10^3\,J/kg=540\,c\Rightarrow Q_2=0/5\times540\,c=270\,c$$

$$Q_{کل}=Q_1+Q_2\Rightarrow Q_{کل}=20\,c+270\,c=290\,c$$

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

$$200=\frac{290\,c}{t_{کل}}\Rightarrow t_{کل}=\frac{290}{200}c\Rightarrow t_{کل}=1/45\times4200=6090\,s=\frac{6090}{60}\min=101/5\min$$

چون این گرما در دو بازهٔ مساوی داده شده پس $t=\frac{t_{کل}}{2}=50/75\min$.

۷- گزینهٔ ۱ (A) **راه‌حل اول:** با توجه به تعادل گرمایی داریم:

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m_1c(\theta_e-\theta_1)+m_2c(\theta_e-\theta_2)=0\Rightarrow m_1(30-10)+m_2(30-50)=0\Rightarrow20m_1-20m_2=0\Rightarrow m_1=m_2$$

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

$$C_1=C_2\Rightarrow m_1c=m_2c\Rightarrow m_1=m_2$$

۸- گزینهٔ ۲ (B)

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m\times900\times(30-80)+\frac{90}{1000}\times4200(30-25)=0\Rightarrow m\times900\times50=9\times42\times5\Rightarrow m=42\times10^{-3}\,kg=42\,g$$

۹- گزینهٔ ۳ (A)

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

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=2\times2/1\times10+2\times334+2\times4/2\times80\Rightarrow Q=1382kJ$$

۱۰- گزینهٔ ۳ (B) کار نیروی اصطکاک هنگام رسیدن از تندی $20m/s$ به $10m/s$ را به‌دست می‌آوریم:

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

کار نیروی اصطکاک هنگام رسیدن از تندی $10m/s$ به صفر را به‌دست می‌آوریم:

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

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

$$Q_1=m_1L_F\xrightarrow{Q_1=|W_f|}150m=m_1L_F$$

$$Q_2=m_2L_F\xrightarrow{Q_2=|W'_f|}50m=m_2L_F$$

$$\Rightarrow\frac{m_1}{m_2}=3$$

۱۱- گزینهٔ ۱ (A) در مرحلهٔ اول، تغییر دما داریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow ۴۰۰=m\times ۰/۶\times ۶۰ \quad (۱)$$

در مرحلهٔ دوم، تغییر حالت داریم:

$$Q=mL_F\Rightarrow ۵۰۰=m\times L_F \quad (۲)$$

از تقسیم روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\Rightarrow\frac{۴}{۵}=\frac{۳۶}{L_F}\Rightarrow L_F=۴۵\,cal/g$$

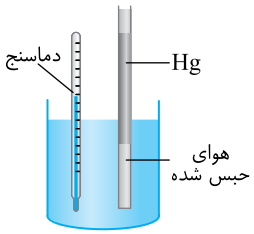
۱۲- گزینهٔ ۱ (A) هر چه تبخیر سطحی آب روی دست سریع‌تر صورت گیرد، دست سریع‌تر خنک می‌شود؛ زیرا فرایندتبخیر گرماگیر است و گرمای لازم را از دست و محیط می‌گیرد. کاهش فشار هوا و کاهش رطوبت هوا، تبخیر سطحی را سریع‌تر می‌کند.

۱۳- گزینهٔ ۳ (B) در A گرما در فلز منتقل شده پس انتقال گرما در A به وسیلهٔ رسانش است، در B دست در بالای آتش است و می‌دانیم هوای گرم به دلیل کاهش چگالی به سمت بالا حرکت می‌کند پس انتقال گرمای B به روش همرفت و انتقال گرمای C تابش گرمایی می‌باشد.

۱۴- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به قانون جهانی گازها داریم:

$$\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{V_۱}{۳۰۰}=\frac{V_۱+۳۰}{۳۵۰}\Rightarrow ۷V_۱=۶V_۱+۱۸۰\Rightarrow V_۱=۱۸۰cm^۳$$

۱۵- گزینهٔ ۲ (A) فشار گاز محبوس برابر $P_۰+P_{Hg}$ است و در طی فرایند ثابت باقی می‌ماند:



$$\rho=\frac{PM}{RT}\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{\frac{PM}{RT_۲}}{\frac{PM}{RT_۱}}=\frac{T_۱}{T_۲}=\frac{۲۷۳+۴۵/۵}{۲۷۳+۹۱}=\frac{۶\times۴۵/۵+۴۵/۵}{۶\times۴۵/۵+۲\times۴۵/۵}=\frac{۷}{۸}\Rightarrow\rho_۲=\frac{۷}{۸}\rho_۱$$

درصد تغییرات برابر است با:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_۲}\times۱۰۰=\frac{\rho_۲-\rho_۱}{\rho_۱}\times۱۰۰=-\frac{۱}{۸}\times۱۰۰=-۱۲/۵٪$$

فصل ۵ پاسخ آزمون تستی

۱- گزینهٔ ۳ (A) کار دستگاه روی محیط $۵۰J$ است، پس کار محیط روی دستگاه $-۵۰J$ است.

$$W=-۵۰J$$
$$\Delta U=U_۲-U_۱=۳۶۵-۲۲۵=۱۴۰J \Rightarrow \Delta U=Q+W \Rightarrow ۱۴۰=Q-۵۰ \Rightarrow Q=۱۹۰J$$

۲- گزینهٔ ۱ (B) شرایط ابتدایی و انتهایی هر دو فرایند یکسان است، پس $\Delta U_۱=\Delta U_۲$ است. هم‌چنین با توجه به معادلهٔ حالت $PV=nRT \Rightarrow T=\frac{PV}{nR}$

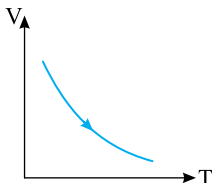
چون $P_AV_A<P_BV_B$ است پس $T_A<T_B$ بوده و ΔT و ΔU بزرگ‌تر از صفر است و چون هر دو فرایند انبساطی بوده $W_۱$ و $W_۲$ منفی است، هم‌چنین چون

$$\begin{cases}\Delta U_۱=W_۱+Q_۱ \Rightarrow Q_۱=\Delta U_۱-W_۱\\ \Delta U_۲=W_۲+Q_۲ \Rightarrow Q_۲=\Delta U_۲-W_۲\end{cases} \xrightarrow{|W_۱|<|W_۲|} Q_۲>Q_۱$$

سطح زیر نمودار طی فرایند (۲) بیشتر از فرایند (۱) است، $|W_۱|<|W_۲|$ است.

۳- گزینهٔ ۳ (A) کار انجام شده صفر نیست پس فرایند هم‌حجم نیست. / تغییر انرژی درونی صفر نیست پس فرایند هم‌دما نیست. / کار انجام شده و تغییر انرژی درونی با هم برابر نیستند، پس فرایند بی‌دررو نیست. در این صورت فرایند می‌تواند هم‌فشار باشد زیرا در فرایند هم‌فشار $|W|<|\Delta U|$ است.

۴- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به نمودار حجم کاهش یافته:



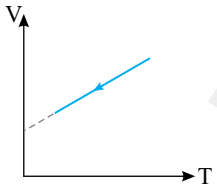
$$W>۰ \Rightarrow -W<۰$$

دما در حال کاهش است:

$$\Delta U<۰$$
$$\Delta U=Q+W \Rightarrow Q=\Delta U-W \Rightarrow Q=\Delta U+(-W) \xrightarrow[\Delta U<۰]{-W<۰} Q<۰ \Rightarrow |Q|>|W|$$

همچنین با توجه به رابطهٔ بالا باید مقدار گرمای مبادله شده بزرگ‌تر از کار انجام شده روی گاز است.

۵- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به نمودار دما کاهش یافته و چون انرژی درونی تنها تابع دماست، انرژی درونی نیز کاهش می‌یابد.

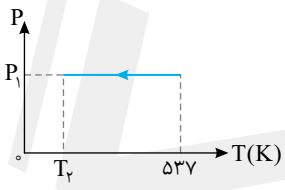


$$\Delta U<۰ \Rightarrow \Delta U=-۲۵۰J$$

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

$$\Delta V<۰ \Rightarrow W>۰$$
$$\Delta U=Q+W \Rightarrow -۲۵۰=Q+W \Rightarrow Q=-۲۵۰-W \Rightarrow Q<-۲۵۰ \Rightarrow |Q|>۲۵۰J$$

۶- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به نمودار $P-T$ فرایند هم‌فشار بوده و کار انجام شده در فرایند هم‌فشار برابر است با:



$$W=-nR\Delta T \Rightarrow ۳۳۶=-۳\times۸\times\Delta T \Rightarrow \Delta T=-۱۴K \Rightarrow T_۲-T_۱=-۱۴ \Rightarrow T_۲-۵۳۷=-۱۴ \Rightarrow T_۲=۵۲۳K$$

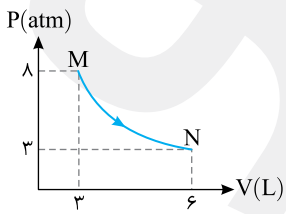
$$T_۲=۲۷۳+\theta_۲ \Rightarrow \theta_۲=۲۵۰^\circ C$$

حال با استفاده از رابطهٔ $F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲$ دما برحسب درجه سلسیوس را به درجه فارنهایت تبدیل می‌کنیم.

$$F=\frac{۹}{۵}\times۲۵۰+۳۲ \Rightarrow F=۴۸۲^\circ F$$

۷- گزینهٔ ۱ (A) با توجه به نمودار $V-T$ دمای فرایند (۲) بیشتر است پس فاصلهٔ نمودار این فرایند از مبدأ نمودار $P-V$ بیشتر است و گزینه‌های (۱) یا (۲) درست است. هم‌چنین چون در نمودار $V-T$ حجم‌ها در طی فرایند (۱) و (۲) افزایش می‌یابد، پس گزینهٔ (۱) درست است.

۸- گزینهٔ ۱ (B) با استفاده از معادلهٔ حالت و اطلاعات داده شده در نمودار، دمای حالت M و N را به‌دست می آوریم:



$$P_MV_M=nRT_M \Rightarrow ۸\times۱۰^۵\times۳\times۱۰^{-۳}=۱\times۸\times T_M \Rightarrow T_M=۳۰۰K$$
$$P_NV_N=nRT_N \Rightarrow ۳\times۱۰^۵\times۶\times۱۰^{-۳}=۱\times۸\times T_N \Rightarrow T_N=۲۲۵K$$

بنابراین تغییر دما برابر است با $\Delta T=T_N-T_M=۲۲۵-۳۰۰=-۷۵K$ که علامت منفی نشانهٔ کاهش دماست.

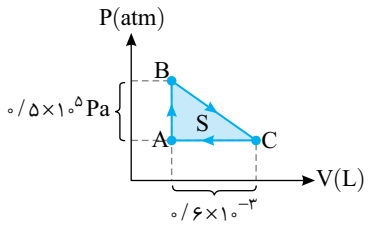
۹- گزینهٔ ۴ (B) انرژی درونی تنها تابع دماست.

$$T_a=T_c \Rightarrow U_a=U_c \Rightarrow \Delta U_{کل}=۰$$
$$\Delta U_{کل}=Q_{کل}+W_{کل} \Rightarrow ۰=Q_{کل}+W_{کل} \Rightarrow Q_{کل}=-W_{کل} \Rightarrow Q_{ab}+Q_{bc}=-(W_{ab}+W_{bc})$$

فرایند bc هم‌حجم بوده و $W_{bc}=۰$

$$۸۰۰+Q_{bc}=-(-P\Delta V) \Rightarrow ۸۰۰+Q_{bc}=(۰/۸\times۱۰^۵\times۴\times۱۰^{-۳}) \Rightarrow ۸۰۰+Q_{bc}=۳۲۰ \Rightarrow Q_{bc}=-۴۸۰J$$

۱۰- گزینهٔ ۱ (B) 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.

$$W_{ABC}=-S=-\frac{۰/۵\times۱۰^{۵}\times۰/۶\times۱۰^{-۳}}{۲}=-۱۵J$$

دقت کنید سؤال کار دستگاه روی محیط را می‌خواهد بنابراین:

$$W'=-W=۱۵J$$

۱۱- گزینهٔ ۱ (B) در چرخه تغییر انرژی درونی صفر است:

$$\Delta U=۰\Rightarrow \Delta U_{ab}+\Delta U_{bc}+\Delta U_{ca}=۰ \xrightarrow[\Delta U_{ca}=۰]{\text{فرایند ca هم‌دما}} W_{ab}+Q_{ab}+W_{bc}+Q_{bc}=۰$$

فرایند bc هم‌حجم بوده و $W_{bc}=۰$ است:

$$W_{ab}+Q_{ab}+Q_{bc}=۰\Rightarrow W_{ab}+(-۱۰۰۰)+۶۰۰=۰\Rightarrow W_{ab}=۴۰۰J$$

$$W_{ab}=-P\Delta V\Rightarrow ۴۰۰=-۲\times۱۰^{۵}\times\Delta V\Rightarrow\Delta V=-۲\times۱۰^{-۳}\Rightarrow V_b-۴\times۱۰^{-۳}=-۲\times۱۰^{-۳}\Rightarrow V_b=۲\times۱۰^{-۳}m^{۳}=۲L$$

۱۲- گزینهٔ ۲ (A) موتور اتومبیل‌های بنزینی و موتورهای دیزل درون‌سوز و ماشین بخار و ماشین استرلینگ برون‌سوز هستند.

۱۳- گزینهٔ ۱ (B) گرمای داده شده به منبع دما پایین Q_L است.

$$|Q_L|=۸۰۰J$$

بازده ماشین گرمایی برابر است با:

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}=\frac{Q_H-|Q_L|}{Q_H}=۰/۲\Rightarrow\frac{Q_H-۸۰۰}{Q_H}=۰/۲\Rightarrow Q_H-۸۰۰=۰/۲Q_H\Rightarrow ۰/۸Q_H=۸۰۰\Rightarrow Q_H=۱۰۰۰J$$

۱۴- گزینهٔ ۳ (B) گرمای حاصل از سوختن یعنی Q_H از سوختن ۵g سوخت برابر است با:

۱g	۲۰kJ
۵g	$?\Rightarrow Q_H=۱۰۰kJ$

با توجه به بازده کار انجام شده را به‌دست می‌آوریم.

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}\times۱۰۰\Rightarrow ۳۲=\frac{|W|}{۱۰۰kJ}\times۱۰۰\Rightarrow|W|=۳۲kJ$$

با توجه به تعریف توان:

$$P=\frac{|W|}{t}\Rightarrow ۱/۶\times۱۰^{۳}=\frac{۳۲\times۱۰^{۳}}{t}\Rightarrow t=۲۰s$$

۱۵- گزینهٔ ۱ (B) گرمای گرفته شده از محیط سرد Q_L است، بنابراین:

$$\frac{Q_L}{W}=۵\xrightarrow{\text{در مدت ۵ min}}\frac{۱۸\times۱۰^{۵}}{W}=۵\Rightarrow W=۳/۶\times۱۰^{۵}J$$

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

$$P=\frac{W}{t}=\frac{۳/۶\times۱۰^{۵}}{۵\times۶۰}=۱/۲\times۱۰^{۳}W=۱/۲kW$$

پاسخ آزمون جامع ۱

پاسخ ۱ الف) درست

ب) نادرست (یکای SI فشار پاسکال و یکای فشار kg/ms^2 است)

پ) نادرست - یکای نجومی AU برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است.

ت) نادرست - تندی متوسط نسبت دو کمیت اصلی جابه‌جایی و مدت حرکت است، بنابراین فرعی است.

پاسخ ۲ الف)

$$۰/۰۳۲dm^۲\times\frac{۱۰^۴ mm^۲}{۱dm^۲}=۳۲۰ mm^۲$$

ب) با توجه به تبدیل زنجیره‌ای می‌توان نوشت:

$$(۱ft)^۳=(۱ft)^۳\times\frac{(۳۰/۴۸ cm)^۳}{(۱ft)^۳}\times\frac{۱lit}{۱۰^۳ cm^۳}=۲۸۳۱۷ cm^۳\times\frac{۱lit}{۱۰^۳ cm^۳}=۲۸/۳۱۷lit$$

بنابراین ضریب تبدیل $\frac{۱ft^۳}{۲۸/۳۱۷ lit}$ است.

پاسخ ۳ در شکل «الف»، کمینهٔ تقسیم‌بندی روی آمپرسنج برابر ۰/۲A است. بنابراین دقت دستگاه برابر ۰/۲ است.

در شکل «ب» آمپرسنج رقمی است و دقت دستگاه یک واحد از اولین رقم سمت راست (آخرین رقم خوانده شده) است:

$$\text{دقت}=۰/۰۱A$$

پاسخ ۴ مجموع جرم نقره و طلا را به دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}}=\frac{m_{Au}+m_{Ag}}{V_{Au}+V_{Ag}}\Rightarrow ۱۳/۶=\frac{m_{Au}+m_{Ag}}{۵}\Rightarrow m_{Au}+m_{Ag}=۶۸g\xrightarrow{m=\rho V}\rho_{Au}V_{Au}+\rho_{Ag}V_{Ag}=۶۸\Rightarrow ۱۹V_{Au}+۱۰V_{Ag}=۶۸$$

از طرفی طبق فرض مسأله $V_{Au}+V_{Ag}=۵$ است، بنابراین:

$$۱۹(۵-V_{Ag})+۱۰V_{Ag}=۶۸\Rightarrow ۹۵-۱۹V_{Ag}+۱۰V_{Ag}=۶۸\Rightarrow ۹V_{Ag}=۲۷\Rightarrow V_{Ag}=۳cm^۳$$

$$m_{Ag}=\rho_{Ag}V_{Ag}\Rightarrow m_{Ag}=۱۰\times۳=۳۰g$$

جالب است بدانید این مسأله، تست کنکور رشته ریاضی سال ۱۳۹۵ بوده است، پس هر سؤال تشریحی می‌تواند تست کنکور باشد و بالعکس.

پاسخ ۵ نسبت انرژی جنبشی‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{K_۲}{K_۱}=\frac{\frac{۱}{۲}mv_۲^۲}{\frac{۱}{۲}mv_۱^۲}\Rightarrow\frac{۹۰}{۱۰}=(\frac{v_۲}{۵})^۲\Rightarrow\frac{v_۲}{۵}=۳\Rightarrow v_۲=۱۵\frac{m}{s}$$

پاسخ ۶ قضیهٔ کار و انرژی را می‌نویسیم. نیروهای وارد بر گلوله عبارتند از وزن و مقاومت هوا:



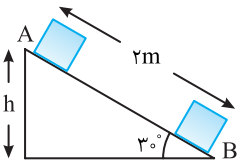
$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_R=K_۲-K_۱$$

چون جسم رها شده است، $K_۱=۰$ می‌شود:

$$mgh+W_R=K_۲-K_۱\Rightarrow ۰/۵\times۱۰\times۲+W_R=\frac{۱}{۲}\times۰/۵\times۴^۲-۰$$

$$W_R=-۱۰+۴=-۶ J\xrightarrow{W_R=R\times h\times\cos(۱۸۰^\circ)}-۶=R\times۲(-۱)\Rightarrow R=۳ N$$

پاسخ ۷ قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:



$$\sin۳۰^\circ=\frac{h}{۲}\Rightarrow h=۱$$

$$E_B-E_A=W_F$$

$$K_B-U_A=-\frac{۲۰}{۱۰۰}U_A$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۱/۲\times v^۲-۱/۲\times۱۰\times۱=-\frac{۲}{۱۰}\times۱/۲\times۱۰\times۱\Rightarrow\frac{۶}{۱۰}v^۲=\frac{۸}{۱۰}\times۱/۲\times۱۰\Rightarrow v^۲=۱۶\Rightarrow v=۴\frac{m}{s}$$

پاسخ ۸

$$\text{بازده}=\frac{\text{توان مفید}}{\text{توان کل}}\times۱۰۰٪\Rightarrow\frac{۶۰}{۱۰۰}=\frac{\frac{mgh}{t}}{P_۱}$$

$$P_۱=\frac{۱۰}{۶}\times۲۰۰\times۱۰\times۴۰\times\frac{۱}{۱۰}=\frac{۸}{۶}\times\frac{۱۰^۵}{۱۰}=\frac{۴۰۰۰۰}{۳}W=\frac{۴۰}{۳}kW$$

پاسخ ۹ الف) می‌توان نشان داد که اگر یک حجم معین، به صورت کره درآید، کوچک‌ترین سطح را دارد. بنابراین سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند، مانند یک پوستهٔ کشیده شده، تمایل به کمینه کردن مساحتش دارد.

ب) وقتی که آب به سمت پایین می‌آید، سرعت آن بیش‌تر شده، پس سطح مقطع آن باید کم‌تر شود تا مقدار حجمی که از یک مقطع در واحد زمان می‌گذرد، ثابت بماند.

پ) نیروهای بین مولکولی کوتاه بُرد هستند و هنگامی آثار ربایشی آن‌ها ظاهر می‌شود که دما بالا برود و شیشه نرم شود تا مولکول‌ها بتوانند به هم نزدیک شوند و نیروی ربایشی بین مولکولی سبب چسبیدن آن‌ها به هم شود.

پاسخ ۱۰ ابتدا فشار کل را به‌دست می‌آوریم که برابر با مجموع فشار مایعات است:

$$P=\rho_1 gh_1+\rho_2 gh_2=1000\times 10\times\frac{15}{100}+800\times 10\times\frac{1}{10}=2300\,Pa$$

$$F=P\times A=2300\times 80\times 10^{-4}=18/4\,N$$

پاسخ ۱۱ الف) هر چه جسم بیش‌تر در آب فرو رود، حجم بیش‌تری از آب را جابه‌جا می‌کند و وزن آب جابه‌جا شده یعنی نیروی شناوری را افزایش می‌دهد. بنابراین بیشینهٔ نیروی شناوری هنگامی به شخص شناگر وارد می‌شود که تمام بدن شناگر درون آب قرار گیرد.

ب) بنا به معادلهٔ پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_A v_A=A_B v_B\Rightarrow\pi(\frac{D_A}{2})^2 v_A=\pi(\frac{D_B}{2})^2 v_B\Rightarrow(5)^2 v_A=(2)^2 v_B\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\frac{25}{4}$$

پاسخ ۱۲ ۱) نسبت به تغییرات دما خیلی سریع واکنش نشان می‌دهد.

۲) گسترهٔ دماسنجی آن می‌تواند از $-27^\circ C$ تا $1372^\circ C$ هم باشد.

پاسخ ۱۳ الف)

$$L_2=L_1(1+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow 10/015=10(1+\alpha\times(100-20))\Rightarrow 0/015=10\alpha\times 80\Rightarrow\alpha=\frac{15\times 10^{-3}}{800}=\frac{3}{16}\times 10^{-4}$$

ب)

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta\Rightarrow 10/009-10=10\times\frac{3}{16}\times 10^{-4}\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\frac{9}{1000}\times\frac{16}{3}\times 10^3=48^\circ C$$

$$48=\theta-20\Rightarrow\theta=68^\circ C$$

پاسخ ۱۴ افزایش دمای آب را حساب می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow 840=\frac{50}{1000}\times 4200\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\frac{840}{5\times 42}=4^\circ C$$

دمای اولیهٔ آب $3^\circ C$ بوده است و هنگامی که $4^\circ C$ به دمای آن اضافه می‌شود، دمای آن از $3^\circ C$ به $7^\circ C$ می‌رسد. در این صورت در بازهٔ $3^\circ C$ تا $4^\circ C$ به دلیل انبساط غیر عادی آب، حجم آب کم شده و از $4^\circ C$ تا $7^\circ C$، حجم آب افزایش می‌یابد.

پاسخ ۱۵ گرمایی که یخ $-10^\circ C$ لازم دارد تا دمایش $0^\circ C$ شود را حساب می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta=50\times 10^{-3}\times 2/1\times 10\Rightarrow Q=1/05\,kJ$$

گرمایی که یخ $0^\circ C$ گیرد تا ذوب شود:

$$Q=mL_F=50\times 10^{-3}\times 340=17\,kJ$$

گرمایی که آب $0^\circ C$ می‌گیرد تا دمایش $100^\circ C$ شود:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=50\times 10^{-3}\times 4/2\times 100\Rightarrow Q=21\,kJ$$

جمع این گرماها را حساب می‌کنیم:

$$1/05+17+21=39/05<50\,kJ$$

بنابراین آب شروع به بخار شدن می‌کند:

$$Q_V=mL_V=50\times 10^{-3}\times 2300=115\,kJ$$

اما گرمای باقی‌مانده برابر است با:

$$50-39/05=10/05\,kJ$$

این گرما برای بخار شدن کامل آب کافی نیست و دمای نهایی $100^\circ C$ باقی می‌ماند.

پاسخ ۱۶ مقدار مول نهایی برابر با جمع مول‌های اولیه است. پس مقدار مول هر کدام از گازها را محاسبه می‌کنیم:

$$n=n_1+n_2\Rightarrow\frac{P(V_1+V_2)}{RT}=\frac{P_1V_1}{RT_1}+\frac{P_2V_2}{RT_2}\Rightarrow\frac{P(4+6)}{360}=\frac{1/5\times 4}{27+273}+\frac{3\times 6}{127+273}\Rightarrow\frac{10P}{360}=\frac{6}{300}+\frac{18}{400}\Rightarrow\frac{10P}{360}=\frac{24+54}{1200}\Rightarrow P=2/34\,atm$$

پاسخ ۱۷ الف) متغیرهای ترمودینامیکی ب) چرخه

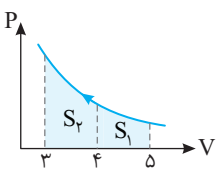
پاسخ ۱۸ با توجه به فرض مسأله:

$$|Q_H|=\frac{5}{4}Q_L\Rightarrow Q_L=\frac{4}{5}|Q_H|$$

بنابر قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$|Q_H|=Q_L+W\Rightarrow|Q_H|=\frac{4}{5}|Q_H|+Q_L\Rightarrow Q_L=\frac{1}{5}|Q_H|$$

پاسخ ۱۹ سطح زیر نمودار P-V برابر مقدار کار انجام شده روی دستگاه است:



$$\begin{cases}W_2=S_2\\W_1=S_1\end{cases}\xrightarrow{S_2>S_1}W_2>W_1$$

پاسخ آزمون جامع ۲

پاسخ ۱ الف) با آن که این یکای اندازه‌گیری کاملاً در دسترس است، اما برای افراد مختلف این یکا متفاوت خواهد بود و نمی‌تواند یکای استانداردی باشد.
ب) با توجه به شکل تقسیم‌بندی روی تندی‌سنج ۵MPH است. بنابراین دقت دستگاه ۵MPH است.

پاسخ ۲ الف)

$$۷۲۵\,cm^۲=۷۲۵\,cm^۲\times\frac{۱\,m^۲}{۱۰^۴\,cm^۲}\times\frac{۱۰^۶\,mm^۲}{۱\,m^۲}=۷/۲۵\times۱۰^۴\,mm^۲$$

ب)

$$۸۰\frac{g}{cm^۳}=۸۰\frac{g}{cm^۳}\times\frac{۱۰^۶\,cm^۳}{۱\,m^۳}\times\frac{۱\,kg}{۱۰^۳\,g}=۸\times۱۰^۴\,\frac{kg}{m^۳}$$

پ)

$$۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C\times\frac{۱۰^۶\,\mu C}{۱\,C}=۱/۶\times۱۰^{-۱۳}\,\mu C$$

ت)

$$۰/۰۴\times۱۰^۸\,ps=۴\times۱۰^۶\,ps\times\frac{۱\,s}{۱۰^{۱۲}\,ps}\times\frac{۱۰^۹\,ns}{۱\,s}=۴۰۰۰\,ns$$

پاسخ ۳ الف) با توجه به شکل، جرم A را برای حجم $۳\,cm^۳$ به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_A=\frac{m_A}{V_A}\Rightarrow ۲/۵=\frac{m_A}{۳}\Rightarrow m_A=۷/۵\,g$$

جرم B با توجه به شکل نیز در حجم $۵\,cm^۳$ برابر ۷/۵g است:

$$\rho_B=\frac{m_B}{V_B}\Rightarrow \rho_B=\frac{۷/۵}{۵}=۱/۵\,\frac{g}{cm^۳}$$

ب) جرم جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_B=\frac{m_B}{V_B}\Rightarrow ۱/۵=\frac{m_B}{۱۲}\Rightarrow m_B=۱۸\,g$$

پاسخ ۴ بنا به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_F=\Delta K\Rightarrow fd\cos ۱۸۰^\circ=\frac{۱}{۲}mv^۲-\frac{۱}{۲}mv_۰^۲\Rightarrow F\times ۰/۱\times(-۱)=-\frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times۴۰۰\Rightarrow F=۴۰۰\,N$$

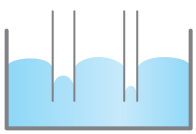
پاسخ ۵ بنا به قانون پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$E_۲-E_۱=W_F\Rightarrow(U_۲-\underbrace{K_۲}_{\text{صفر}})-(U_۱+\underbrace{K_۱}_{\text{صفر}})=W_F\Rightarrow U_e-mgh=W_F\Rightarrow U_e-۰/۴\times۱۰\times۳=-۴\Rightarrow U_e=۸\,J$$

پاسخ ۶ کار مفید صورت گرفته برابر mgh است. از این رو:

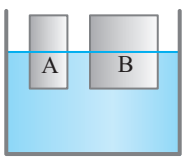
$$\text{بازده}=\frac{P_۲}{P_۱}\times۱۰۰٪\xrightarrow{P_۲=\frac{mgh}{t}}\frac{۷۵}{۱۰۰}=\frac{\frac{۴۰۰\times۱۰\times۱۵}{t}}{۲۰۰}\Rightarrow t=\frac{۶\times۱۰^۴}{۱۵۰}=۴۰۰\,s$$

پاسخ ۷ الف) درست است. اگر جامد سریع سرد شود، ساختار بلورین تشکیل نمی‌شود.
ب) نادرست است. در گازها تندی حرکات کاتوره‌ای مولکول بیشتر بوده و فرایند پخش سریع‌تر رخ می‌دهد.
پ) درست.
ت) نادرست.
ث) نادرست است. نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های شیشه و جیوه بیشتر است و سبب می‌گردد در لولهٔ مویین سطح جیوه پایین‌تر از سطح جیوهٔ درون ظرف باشد و هر چه لولهٔ باریک‌تر باشد، سطح جیوه در لولهٔ مویین پایین‌تر است.

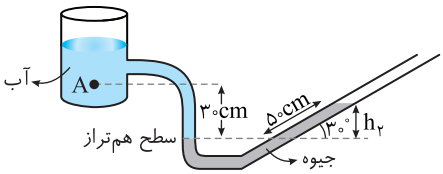


پاسخ ۸ سرعت وزش باد روی سطح آب سبب کاهش فشار هوا روی سطح آب شده و همین امر سبب می‌گردد که با ایجاد موج، ارتفاع موج از حال معمول بلندتر باشد.

پاسخ ۹ به شکل دقت کنید. مقدار فرورفتگی هر جسم نسبت به حجم آن برای هر دو جسم یکسان است. از این رو چگالی جسم‌های A و B با هم برابر است: $\rho_A=\rho_B$



پاسخ ۱۰ با توجه به شکل روبه‌رو، ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۳۰° نصف وتر است. بنابراین:



$$h_۲=\frac{۵۰}{۲}=۲۵\,cm$$

در سطح هم‌تراز، فشار برابر است:

$$P_۱=P_۲\Rightarrow P_A+\rho_۱h_۱g=\rho_۲h_۲g\Rightarrow P_A+۱۰^۳\times۰/۳\times۱۰=۱۳/۶\times۱۰^۳\times\frac{۲۵}{۱۰۰}\times۱۰$$

$$P_A=۳۴۰۰۰-۳۰۰۰=۳۱۰۰۰\,Pa=۳۱\,KPa$$

پاسخ ۱۱ کمیت‌هایی که تغییرات آن‌ها با دما می‌تواند معیاری برای اندازه‌گیری دما باشد، کمیت دماسنجی نامیده می‌شوند. مثلاً **طول ستون جیوه** در دماسنج‌های معمولی یا مقدار **اختلاف پتانسیل** در دماسنج ترموکوپل، هر یک کمیت‌های دماسنجی هستند.

پاسخ ۱۲ شرط عبور میله از حلقه این است که قطر میله برابر با قطر داخلی حلقه باشد. روابط ضریب انبساط طولی را برای قطر میله و قطر حلقه می‌نویسیم:

$$l_{۲(\text{حلقه})}=l_{۲(\text{میله})}\Rightarrow l_{۱(\text{حلقه})}(۱+\alpha\Delta\theta)_{\text{حلقه}}=l_{۱(\text{میله})}(۱+\alpha\Delta\theta)_{\text{میله}}\Rightarrow ۲/۹۹(۱+۱۰\times۱۰^{-۶}\Delta\theta)=۳(۱+۱۰^{-۶}\Delta\theta)$$

$$۲/۹۹+۲۹/۹\times۱۰^{-۶}\Delta\theta=۳+۳\times۱۰^{-۶}\Delta\theta\Rightarrow ۲۶/۹\times۱۰^{-۶}\Delta\theta=۱۰^{-۲}\Rightarrow\Delta\theta=\frac{۱۰^۴}{۲۶/۹}\Rightarrow\Delta\theta\simeq۳۷۲^\circ C$$

$$\Rightarrow\theta_۲-\theta_۱=۳۷۲\Rightarrow\theta_۲-۰=۳۷۲\Rightarrow\theta_۲=۳۷۲^\circ C$$

پاسخ ۱۳ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{آب}}+Q_{\text{فلز}}+Q_{\text{گرماسنج}}=۰\Rightarrow m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta-\theta_{\text{آب}})+m_{\text{فلز}}c_{\text{فلز}}(\theta-\theta_{\text{فلز}})+C_{\text{گرماسنج}}(\theta-\theta_{\text{گرماسنج}})=۰$$

$$۰/۵\times۴۲۰۰\times(۶۰-۲۰)+۰/۶\times c_{\text{فلز}}\times(۶۰-۲۰۰)+۱۸۰(۶۰-۲۰)=۰\Rightarrow ۲۲۸۰\times۴۰=۰/۶\,c_{\text{فلز}}\times۱۴۰\Rightarrow c_{\text{فلز}}=\frac{۲۲۸۰\times۴۰}{۶\times۱۴}\simeq۱۰۸۶\,\frac{J}{kg^\circ.C}$$

پاسخ ۱۴ به کمک قانون گازهای آرمانی و تعریف چگالی خواهیم داشت:

$$PV=nRT\Rightarrow P\times\frac{m}{\rho}=\frac{m}{M}RT\Rightarrow\rho=\frac{PM}{RT}\Rightarrow\rho=\frac{۱/۵\times۱۰^۵\times۳۲\times۱۰^{-۳}}{۸\times۳۰۰}\Rightarrow\rho=\frac{۴۸}{۲۴}=۲\,\frac{kg}{m^۳}$$

$$PV=nRT\Rightarrow۱/۵\times۱۰^۵\times۶\times۱۰^{-۳}=n\times۸\times۳۰۰\Rightarrow n=\frac{۹\times۱۰^۲}{۸\times۳\times۱۰^۲}=\frac{۳}{۸}\,mol$$

پاسخ ۱۵ وقتی که آب شروع به یخ زدن می‌کند، حجم آن افزایش می‌یابد، اما از آن‌جا که آب در ظرف قرار گرفته، از سمت سطح جانبی و کف ظرف، نمی‌تواند افزایش حجم داشته باشد. بنابراین یخ در سطح آزاد ظرف برآمدگی پیدا می‌کند.

پاسخ ۱۶ الف) در انبساط هم‌دما باید دما ثابت بماند، حجم افزایش و فشار کاهش یابد پس «الف» با نمودار (۳) مرتبط است.

ب) نمودار (۴) مربوط به فرآیند هم‌حجم است. خطی با شیب ثابت در صفحهٔ مختصات PT که امتدادش از مبدأ می‌گذرد.

پ) در نمودار (۱)، حجم گاز در حال کاهش و نمودار به صورت منحنی است، پس فرآیند می‌تواند تراکم بی‌دررو باشد.

ت) در نمودار (۲)، حجم و دما در حال افزایش است و امتداد نمودار از مبدأ مختصات می‌گذرد پس نمودار انبساط هم‌فشار است.

پاسخ ۱۷ الف) برای ماشین گرمایی رابطهٔ زیر برقرار است:

$$Q_H=|W|+|Q_L|\Rightarrow ۳\times۱۰^{۱۰}=|W|+۱/۸\times۱۰^{۱۰}\Rightarrow|W|=۱/۲\times۱۰^{۱۰}\,J$$

ب) بازده خواهد شد:

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}=\frac{۱/۲\times۱۰^{۱۰}}{۳\times۱۰^{۱۰}}=۰/۴=۴۰٪$$

پاسخ ۱۸ با توجه به آن‌چه مسأله خواسته است می‌نویسیم:

$$\frac{Q_L}{W}=\frac{|Q_H|-W}{W}\xrightarrow{|Q_H|=۶W}\frac{Q_L}{W}=\frac{۶W-W}{W}\Rightarrow\frac{Q_L}{W}=۵\Rightarrow Q_L=۵W$$