پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۹۹

۱ ۱ A

۲ ۴ با دمیدن بر بالای نی قائم، تندی هوای بالای نی افزایش یافته و فشار هوای بالای آن کاهش می‌یابد و فشار هوای دورن نی کاهش می‌یابد و مایع درون نی بالا می‌آید.

۳ ۴ B در ظرف استوانه‌ای دو مایع به جرم‌های $m=136g$ ریخته شده پس فشار را از $P=\frac{W}{A}$ حساب می‌کنیم.

$$P=\frac{W}{A}=\frac{2mg}{A}=\frac{2\times136\times10^{-3}\times10}{5\times10^{-4}}=5440Pa$$

اکنون فشار هوا را به پاسکال تبدیل می‌کنیم.

$$P_0=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_0=13/6\times10^3\times10\times0/76=103360Pa$$

$$P_{کل}=5440+103360=108800Pa$$

۳ ۴ B فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار ستون آب و روغن است.

$$P_g=\rho_W gh_W-\rho_0 gh_0=1000\times10\times\frac{68}{100}-800\times10\times\frac{68}{100}$$

$$P_g=680\times10-680\times8=680\times2=1360\,Pa$$

این فشار را به cmHg تبدیل می‌کنیم.

$$P_g=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_{cmHg}=\frac{1360}{13600\times10}\times100=1cmHg=10mmHg$$

۱ ۵ اتلاف انرژی نداشته و با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow mgh_1+\frac{1}{2}mv_1^2=mgh_2+\frac{1}{2}mv_2^2$$

$$10h_1+\frac{1}{2}\times36=30+\frac{1}{2}\times25\Rightarrow20h_1+36=60+25\Rightarrow h_1=2/45m$$

۲ ۶ B پمپ آب در هر دقیقه ۳ مترمکعب آب را تا ارتفاع ۲۴m بالا می‌برد، در واقع کاری که پمپ انجام می‌دهد برابر است با:

$$W_{پمپ}=mgh\xrightarrow{m=\rho V}W_{پمپ}=(1000\times3)\times(10)\times(24)$$

حال بازده پمپ را حساب می‌کنیم:

$$Ra=\frac{W_{مفید}}{W_{کل}}=\frac{mgh}{Pt}\Rightarrow Ra=\frac{3000\times10\times24}{20\times10^3\times60}\Rightarrow Ra=60\%$$

۴ ۷ B گرمای داده شده به دو جسم یکسان است، بنابراین:

$$Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\xrightarrow[c_A=\frac{1}{2}c_B]{m_A=m_B}$$

$$m_B\frac{1}{2}c_B\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow\Delta\theta_B=\frac{1}{2}\Delta\theta_A$$

نسبت تغییر حجم دو جسم خواسته شده است.

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A(3\alpha_A)\Delta\theta_A}{V_B(3\alpha_B)\Delta\theta_B}\xrightarrow[\Delta\theta_A=2\Delta\theta_B]{V_B=4V_A}\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{1}{4}\times\frac{\alpha_A}{\alpha_B}\times2$$

$$\xrightarrow{\alpha_A=\frac{1}{2}\alpha_B}\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}\times2=\frac{1}{4}$$

۴ ۸ B مجموع آب و یخ ذوب شده درحالت ثانویه برابر ۵۲۰g است در واقع $m_{آب}+m_{یخ\,ذوب\,شده}=520g$ است. $m_{آب}=520-m_{جرم\,یخ\,ذوب\,شده}$

تمام گرمای لازم برای آن‌که $520-m$ گرم یخ ذوب شود از آب 50° گرفته شده است، در واقع:

$$Q_F=Q_{آب}\Rightarrow(520-m)\times336000=m\times4200\times50$$

$$520\times80-80m=50m\Rightarrow520\times80=130m\Rightarrow m=320g$$

۹ ۲ فرایند ابتدایی که گاز طی کرده، هم‌فشار است:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\xrightarrow{P_2=P_1}\frac{2}{273+47}=\frac{V_2}{273+47+40}\Rightarrow V_2=\frac{2\times360}{320}lit$$

فشار ثانویه گاز $P_2=2\times10^5\,Pa$ بوده و گاز فرایند هم‌دما را طی می‌کند:

$$\frac{P_2V_2}{T_2}=\frac{P_3V_3}{T_3}\xrightarrow[P_1=P_2]{T_2=T_3}2\times10^5\times\frac{2\times360}{320}=P_3\times\frac{80}{100}\times\frac{2\times360}{320}$$

$$P_3=\frac{2\times10^5}{\frac{80}{100}}=2/5\times10^5\,Pa$$

۱۰ ۳ فرایند AB در نمودار $V-T$ مبدأ گذر بوده و هم‌فشار و تراکمی است و فرایند BC هم‌دما و انبساطی است از این‌رو گزینهٔ (۱) (به‌دلیل انبساط هم‌فشار فرایند AB) و گزینهٔ (۴) (اشتباه رسم کردن نمودار BC) حذف می‌شوند.

از طرفی در فرایند AB: $\frac{V_A}{T_A}=\frac{V_B}{T_B}\Rightarrow\frac{4}{500}=\frac{V_B}{250}\Rightarrow V_B=2lit$

$$P_AV_A=nRT_A\rightarrow P_A\times4\times10^{-3}=0/4\times8\times500\Rightarrow P_A=4\times10^5\,Pa$$

$$\xrightarrow[\text{هم فشار}]{\text{فرایند AB}}P_A=P_B=4\times10^5\,Pa$$

از طرفی در فرایند BC:

$$P_BV_B=P_CV_C\Rightarrow4\times10^5\times2\times10^{-3}=P_C\times8\times10^{-3}\Rightarrow P_C=10^5\,Pa$$

بنابراین گزینهٔ (۳) که فشار در نقطهٔ (C) برابر $10^5\,Pa$ و فرایند BC هم‌دما است، پاسخ است.

۱۱ ۲ فرایند AB، هم‌حجم و کار در این فرایند صفر است.

در فرایند هم‌فشار BC گرمای مبادله شده برابر است با:

$$Q_P=nC_P\Delta T=n\times(\frac{5}{2}R)\Delta T$$

$$Q_P=1\times\frac{5}{2}\times8\times(750-450)=6000J$$

۱۲ ۳ تعداد مول‌های گاز درون مخزن را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$P_1V_1=n_1RT_1\Rightarrow5\times10^5\times30\times10^{-3}=n_1\times8\times300$$

$$n_1=\frac{50}{8}=6/25\,mol$$

$$P_2V_2=n_2RT_2\Rightarrow2/9\times10^5\times30\times10^{-3}=n_2\times8\times290$$

$$n_2=\frac{30}{8}=3/75\,mol$$

تعداد مول‌های خارج شده برابر است با: $6/25-3/75=2/5mol$

جرم گاز خارج شده برابر است با:

$$n=\frac{m}{M}\Rightarrow m=n\times M=2/5\times32\Rightarrow m=80g$$

۱۳ ۱ A دقت اندازه‌گیری خط‌کش برابر کمینه درجه‌بندی آن است که برابر $0/5cm$ است و خطای آن $\frac{0/5}{2}=0/25cm\sim0/3cm$ است بنابراین گزینه (۱) درست است.

دقت کنید که در گزینهٔ (۳)، دو رقم حدسی وجود دارد که در گزارش اندازه‌گیری باید یک رقم حدسی بیان شود.

۱۴ ۲ A هر چه لولهٔ مویین پهن‌تر باشد، سطح مایع درون لوله به سطح مایع درون ظرف نزدیک‌تر می‌شود و در سطح جیوه، تحدب وجود دارد از این رو گزینه (۲) درست است.

۱۵ **۳** **B** بنا به اصل ارشمیدس نیروی شناوری برابر وزن مایع جابه‌جا شده است. وقتی چوب روی سطح آب شناور است، نیروی شناوری وارد بر چوب با نیروی وزن چوب برابر است. وقتی چوب را درون ظرف می‌گذاریم، همچنان چوب بر سطح آب شناور بوده و نیروی شناوری با نیروی وزن چوب برابر است و حجم آب جابه‌جا شده در دو حالت یکی است و ارتفاع مایع درون ظرف تغییر نمی‌کند و فشار ثابت می‌ماند. اما وقتی وزنه ته‌نشین شده است، نیروی شناوری وارد بر آن کمتر از حالتی است که وزنه درون ظرف روی سطح آب شناور است. یعنی با قرار دادن وزنه درون ظرف، نیروی شناوری و در نتیجه حجم آب جابه‌جا شده افزایش می‌یابد و ارتفاع آب درون ظرف بیشتر شده و فشار وارد بر کف افزایش می‌یابد.

۱۶ **۳** **B** ابتدا فشار هوا را بر حسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\circ}=75cmHg\Rightarrow P_{\circ}=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_{\circ}=13500\times10\times\frac{75}{100}=101250Pa$$

در حالت اول فشار وارد بر کف ظرف برابر است با:

$$P_{کف}=P_{\circ}+P_{مایع}\Rightarrow P_1=101250+\rho gh$$

$$P_1=101250+1250\times10\times\frac{10}{100}=102500Pa$$

در حالت دوم فشار وارد بر کف ظرف به اندازهٔ $\Delta P=1/02P_1-P_1=0/02P_1$ افزایش یافته که این افزایش فشار به دلیل اضافه شدن مایع به چگالی $800kg/m^3$ است:

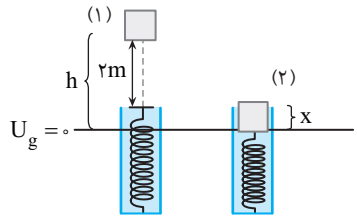
$$\rho'gh'=0/02P_1\Rightarrow 800\times10\times h'=2050\Rightarrow h'=\frac{2050}{8}\times10^{-3}m=\frac{2050}{8}\times10^{-1}cm$$

حجم مایع برابر است با: $V=Ah\Rightarrow V=20\times\frac{2050}{8}\times10^{-1}=\frac{2050}{4}=512/5cm^3$

۱۷ **۴** **B** با توجه به نبود اتلاف انرژی با توجه اصل به پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{1}{2}mv^2+mgh=U_e\xrightarrow[U_e=46J]{h=2+x}$$

$$\frac{1}{2}\times2\times2^2+2\times10(2+x)=46\Rightarrow2+x=2/1\Rightarrow x=2/1-2=0/1\Rightarrow x=10cm$$



۱۸ **۴** **A** آهنگ رسانش گرمایی از رابطهٔ $H=\frac{kA(\theta_H-\theta_L)}{L}$ به‌دست می‌آید. چون دمای دو منبع سرد و گرم در دو حالت داده شده یکسان است، پس نسبت آهنگ رسانش گرمایی دو میله برابر است با:

$$\frac{H_{Cu}}{H_{Al}}=\frac{\frac{k_{Cu}\times A_{Cu}(\Delta\theta)}{L_2}}{\frac{k_{Al}A_{Al}(\Delta\theta)}{L_1}}=\frac{\frac{400\times\pi(\frac{2D_1}{2})^2}{2L_1}}{\frac{800\times\pi\frac{D_1^2}{4}}{L_1}}=\frac{\frac{5\times1}{2}}{\frac{1}{4}}=10$$

۱۹ **۳** **B** ابتدا گرمایی که به یخ داده شده، به‌دست می‌آوریم:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt\Rightarrow Q=10/5\frac{kJ}{min}\times20min=210kJ=210\times10^3J$$

گرمای ویژهٔ یخ نصف گرمای ویژهٔ آب است: $c_{یخ}=\frac{c}{2}$

گرمای نهان ذوب یخ، ۸۰ برابر گرمای ویژهٔ آب است: $\frac{L_F}{c}=\frac{336000}{4200}\Rightarrow L_F=80c$

گرمای داده‌شده به یخ را نیز بر حسب c به‌دست می‌آوریم $\frac{Q}{4200}c=\frac{210\times10^3}{4200}c=50c$

حال سؤال را حل می‌کنیم:

۱- ابتدا دمای یخ از $-20^{\circ}C$ به $0^{\circ}C$ می‌رسد:

$$Q_1=mc_{یخ}\Delta\theta\Rightarrow Q_1=0/5\times\frac{c}{2}\times20=5c$$

گرمای مابقی یعنی $50c-5c=45c$ باعث ذوب یخ می‌شود.

$$Q_2=mL_F\Rightarrow Q_2=0/5\times80c=40c$$

گرمای باقی‌مانده یعنی $45c-40c=5c$ باعث افزایش دمای آب می‌شود:

$$5c=mc\times\Delta\theta\Rightarrow5c=0/5c\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=10^{\circ}C$$

۲۰ **۱** **B** با توجه به شکل جرم قطعه برابر ۱۱/۵ گرم است. با قرار دادن جسم درون ظرف، حجم آب به اندازهٔ حجم جسم جابه‌جا می‌شود.

$$\Delta V_{آب}=V_{جسم}\Rightarrow23/1-18/5=V_{جسم}\Rightarrow V'_{جسم}=4/6mL$$

حال با توجه به رابطهٔ چگالی و داشتن جرم و حجم جسم داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\rho=\frac{11/5\times10^{-3}}{4/6\times10^{-6}}=2500kg/m^3$$

۲۱ **۲** **B** تعداد مول هر عنصری از دو رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$n=\frac{m}{M}\xrightarrow[M=2g/mol]{m=1\mu g=10^{-6}g}n=\frac{1\times10^{-6}g}{2g/mol}=0/5\times10^{-6}mol$$

$$n=\frac{\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}}{\text{عدد آووگادرو}}\Rightarrow0/5\times10^{-6}=\frac{\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}}{6/02\times10^{23}}$$

$$\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}=(0/5\times10^{-6})\times(6/02\times10^{23})=3/01\times10^{17}$$

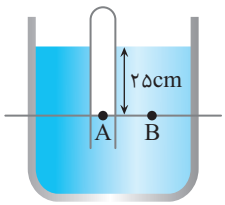
مرتبهٔ بزرگی تعداد مولکول‌های سازندهٔ گاز هیدروژن 10^{17} است.

۲۲ **۳** **B** با توجه به خط تراز فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A=P_B$

فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز محبوس در لوله و فشار در نقطهٔ B برابر مجموع فشار هوا و فشار حاصل از ۲۵ سانتی‌متر از مایع است:

$$P_{گاز}=P_{\circ}+\rho gh\xrightarrow{\rho=2g/cm^3=2kg/m^3}P_{گاز}=10^5+2000\times10\times\frac{25}{100}$$

$$P_{گاز}=105\times10^3Pa=105kPa$$

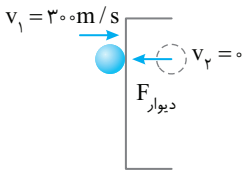


۲۳ **۲** **B** با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t=\Delta K\xrightarrow{W_g=0\text{ جابه‌جایی افقی}}W_{F_{دیوار}}=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\xrightarrow[v_1=300m/s]{v_2=0}W_{F_{دیوار}}=\frac{1}{2}\times40\times10^{-3}(0^2-(300)^2)$$

$$\Rightarrow W_{F_{دیوار}}=20\times10^{-3}(-90000)=-1800J$$

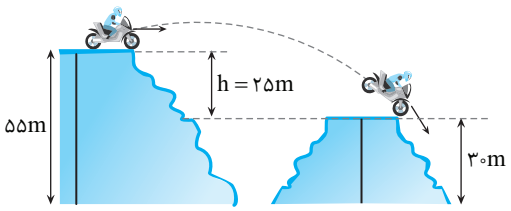


۲۴ **۳** **B** با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t=\Delta K\xrightarrow[W_g=+mgh]{W_t=W_g}W_g=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$mgh=\frac{1}{2}m(v_2^2)-\frac{1}{2}m(20)^2\xrightarrow{h=25m}250=\frac{v_2^2}{2}-200$$

$$\frac{v_2^2}{2}=450\Rightarrow v_2^2=900\Rightarrow v_2=30m/s$$



۲۵ | **۳** | B گرمایی که شیشه تلف می‌کند را به‌دست می‌آوریم:

$$H=KA\frac{(\theta_H-\theta_L)}{L}\xrightarrow[L=۵mm=۵\times۱۰^{-۳}m]{A=۲\times۲/۵=۵m^۲}$$

$$H=۰/۶\times۵\times\frac{(۵-(-۵))}{۵\times۱۰^{-۳}}=۶۰۰۰\Rightarrow H=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=۶۰۰۰tJ$$

این گرما باید توسط بخاری جایگزین شود و $Q_{\text{بخاری}}=Q=۶۰۰۰t$ است:

$$P_{\text{بخاری}}=\frac{Q_{\text{بخاری}}}{t}\Rightarrow P_{\text{بخاری}}=\frac{۶۰۰۰t}{t}=۶۰۰۰W=۶kW$$

۲۶ | **۴** | B درصد تغییرات حجمی کره برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰\xrightarrow[\Delta\theta=۸۰^\circ C]{\Delta V=V_۱(۳\alpha)\Delta\theta}$$

$$۰/۰۸=(۳\alpha)\times\Delta\theta\times۱۰۰\Rightarrow۰/۰۸=(۳\alpha)\times۸۰\times۱۰۰\Rightarrow\alpha=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۵}$$

درصد تغییرات سطحی کره برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات سطح}=\frac{\Delta A}{A_۱}\times۱۰۰\xrightarrow[\Delta\theta'=۶۰^\circ,\alpha=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۵}]{\Delta A=A_۱(۲\alpha)\Delta\theta'}$$

$$\text{درصد تغییرات سطح}=۲\alpha\Delta\theta'\times۱۰۰$$

$$\text{درصد تغییرات سطح}=(\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۵})\times۶۰\times۱۰۰=۰/۰۴٪$$

۲۷ | **۱** | B با توجه به نمودار در مدت ۵۶ دقیقه دمای مایع از $-۳۹^\circ C$ به $۴۱^\circ C$ رسیده و در سؤال گفته شده هر دقیقه به مایع ۱۰۰J گرما داده شده است:

$$\begin{array}{c|c}۱\text{min} & ۱۰۰J\\ ۵۶\text{min} & Q\end{array}\Rightarrow Q=۵۶\times۱۰۰J=۵۶۰۰J$$

با استفاده از رابطهٔ گرما، گرمای ویژه را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=۵۶۰۰J\Rightarrow mc\Delta\theta=۵۶۰۰\xrightarrow[m=۵۰۰g=۰/۵kg]{\Delta\theta=۴۱-(-۳۹)=۸۰^\circ C}$$

$$۰/۵\times c\times۸۰=۵۶۰۰\Rightarrow C=۱۴۰J/kg^\circ C$$

۲۸ | **۳** | با استفاده از رابطهٔ $PV=nRT$ رابطهٔ بین حجم و دمای اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$۱/۵\times۱۰^۵\times V_۱=۳\times۸\times T_۱\Rightarrow$$

$$\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{۲۴}{۱/۵\times۱۰^۵}=۱۶\times۱۰^{-۵}\Rightarrow V_۱=۱۶\times۱۰^{-۵}T_۱$$

حال با استفاده از رابطهٔ $\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}$ داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow[V_۲=V_۱-۴\times۱۰^{-۳}]{P_۱=P_۲}\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۱-۴\times۱۰^{-۳}}{T_۲}$$

$$\Rightarrow۱۶\times۱۰^{-۵}=\frac{۱۶\times۱۰^{-۵}T_۱-۴\times۱۰^{-۳}}{T_۲}\Rightarrow۱۶\times۱۰^{-۵}T_۲=۱۶\times۱۰^{-۵}T_۱-۴\times۱۰^{-۳}$$

$$۱۶\times۱۰^{-۵}(T_۱-T_۲)=۴\times۱۰^{-۳}\Rightarrow T_۱-T_۲=۲۵$$

$$\Rightarrow-\Delta T=۲۵K\Rightarrow\Delta T=-۲۵K$$

تغییرات دما بر حسب کلوین و درجه سلسیوس با هم برابر است

$$\Delta T=\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=-۲۵^\circ C$$

۲۹ | **۲** کار انجام شده در فرایند هم‌فشار از رابطهٔ $W=-nR\Delta T$ و انرژی آن از رابطهٔ $\Delta U=nC_V\Delta T$ به‌دست می‌آید.

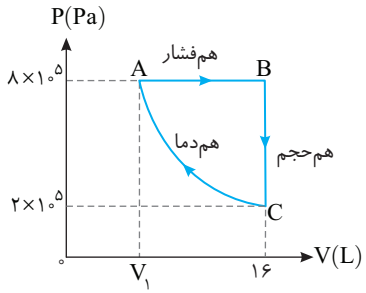
$$\frac{W}{\Delta U}=\frac{-nR\Delta T}{nC_V\Delta T}\Rightarrow\frac{W}{\Delta U}=-\frac{R}{C_V}\xrightarrow[C_V=\frac{۵}{۲}R]{\text{گاز روی محیط کار انجام داده}W=-۵۰۰J}$$

$$\frac{-۵۰۰۰}{\Delta U}=-\frac{۲}{۵}\Rightarrow\Delta U=۱۲۵۰J$$

۳۰ | **۴** گاز یک چرخه را طی کرده:

$$\Delta U_{ABCD}=۰\Rightarrow\Delta U_{AB}+\Delta U_{BC}+\Delta U_{CA}=۰$$

$$\xrightarrow[\Delta U_{CA}=۰]{\text{فرایند CA هم‌دماست}}\Delta U_{AB}+\Delta U_{BC}=۰$$



در فرایند BC که هم‌حجم است، کار انجام شده روی گاز صفر است:

$$W_{AB}+Q_{AB}+W_{BC}+Q_{BC}=۰\xrightarrow{W_{BC}=۰}W_{AB}+Q_{AB}+Q_{BC}=۰$$

$$Q_{AB}+Q_{BC}=-W_{AB}$$

با توجه به هم‌دما بودن فرایند CA حجم $V_۱$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{P_CV_C}{T_C}=\frac{P_AV_A}{T_A}\xrightarrow{T_A=T_C}$$

$$P_CV_C=P_AV_A\Rightarrow۲\times۱۰^۵\times۱۶=۸\times۱۰^۵\times V_۱\Rightarrow V_۱=۴L$$

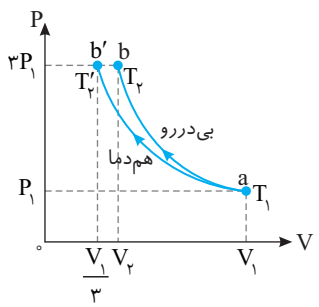
حال با رابطهٔ $W_{AB}=-P\Delta V$ کار انجام شده روی گاز در فرایند هم‌فشار AB را به‌دست می‌آوریم:

$$W_{AB}=-(۸\times۱۰^۵)(۱۶\times۱۰^{-۳}-۴\times۱۰^{-۳})\Rightarrow W_{AB}=-۹۶\times۱۰^۲J$$

$$Q_{AB}+Q_{BC}=-W_{AB}\Rightarrow Q_{AB}+Q_{BC}=۹۶\times۱۰^۲J$$

۳۱ | **۳** در فرایند هم‌دما $(T_۱=T_۲')$ فشار و حجم با هم رابطهٔ عکس دارند:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۱'V_۱'}{T_۲'}\xrightarrow[P_۱'=۳P_۱]{T_۱=T_۲'}V_۱'=\frac{V_۱}{۳}$$



نمودار $P-V$ فرایند هم‌دما و فرایند بی‌دررو برای افزایش از $P_۱$ به $۳P_۱$ به صورت روبه‌رو است: (دقت کنید شیب نمودار بی‌دررو بیشتر از شیب نمودار هم‌دما است.) $V_۲>\frac{V_۱}{۳}$

با توجه به نمودار و رابطهٔ $PV=nRT$:

$$P_{b'}V_{b'}<P_bV_b\Rightarrow nRT_۲'<nRT_۲\Rightarrow T_۲'<T_۲$$

و دمای $T_۲'$ و دمای اولیه در نقطهٔ a با هم برابر است (چون فرایند ab' هم‌دماست) پس دمای نقطهٔ b $(T_۲)$ از دمای نقطهٔ a $(T_۱=T_۲')$ بیشتر است.

$$T_۲'<T_۲\xrightarrow{T_۲'=T_۱}T_۱<T_۲$$

A ۳۲ ۳ ابتدا حجم کل باران را به‌دست می‌آوریم.

$$V=Ah\Rightarrow V=۱/۸\times۱۰^{۸}m^{۲}\times۱۰\times۱۰^{-۳}m=۱/۸\times۱۰^{۶}m^{۳}\sim۱۰^{۶}m^{۳}$$

حجم هر قطره باران برابر است با:

$$V=\frac{۴}{۳}\pi R^{۳}=\frac{۴}{۳}\pi\times(۲\times۱۰^{-۳})^{۳}=۴\times۸\times۱۰^{-۹}\sim۱\times۱۰\times۱۰^{-۹}=۱۰^{-۸}m^{۳}$$

$$V_{کل}=nV_{قطره}\Rightarrow۱۰^{۶}=n\times۱۰^{-۸}\Rightarrow n=۱۰^{۱۴}$$

البته بهتر بود که فاصلهٔ بین گزینه‌ها از هم بیشتر باشد، چون در تخمین مرتبه بزرگی، جواب به‌دست آمده می‌تواند یک یا دو مرتبه با پاسخ فاصله داشته باشد. (جمله آخر از متن کتاب درسی گفته شده است.)

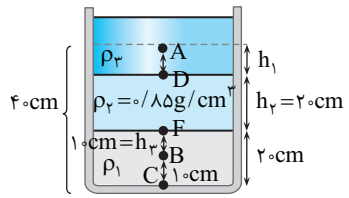
A ۳۳ ۱ به دلیل بزرگ‌تر بودن نیروی هم‌چسبی جیوه از نیروی دگرچسبی بین جیوه و لوله، سطح جیوه درون لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف است، از طرفی سطح جیوه دارای برآمدگی (تحدب) است و شکل A درست است.

A ۳۴ ۴ از A تا B ۴۰cm است که ۲۰cm آن مایع $\rho_۲$ و ۱۰cm آن مایع $\rho_۱$ و ۱۰cm دیگر آن مایع $\rho_۳$ و اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B برابر است با:

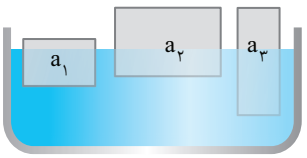
$$\Delta P_{AB}=\rho_۱gh_۱+\rho gh_۲+\rho_۳gh_۳$$

$$=۲۰۰۰\times۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}+۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}+۸۰۰\times۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}$$

$$=۲۰۰۰+۲۰۰۰+۸۰۰=۴۸۰۰Pa$$



B ۳۵ ۲ **نکته مهم:** هر چه درصد حجمی که یک جسم در مایعی فرورفته بیشتر باشد، آن جسم چگالی بیشتری دارد. در شکل مسئله بیشتر از نصف حجم جسم $a_۱$ در آب فرورفته است و



برای جسم $a_۳$ کمی بیشتر از نصف حجمش در آب فرورفته و حجم فرورفتهٔ جسم $a_۲$ در آب از نصف هم کمتر است بنابراین به ترتیب درصد فرورفتگی $a_۱$ بیشتر از $a_۳$ و $a_۳$ بیشتر از $a_۲$ است در نتیجه $\rho_۱>\rho_۳>\rho_۲$

A ۳۶ ۴ نیروهای وارد بر چترباز، نیروی گرانش و نیروی مقاومت هواست. بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت.

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_{f_D}=\frac{۱}{۲}m(v_۲^{۲}-v_۱^{۲})$$

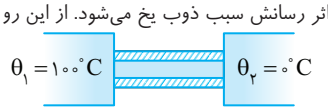
$$\Rightarrow(۱۰۰\times۱۰\times۵۰۰)+W_{f_D}=\frac{۱}{۲}\times۱۰۰\times(۴/۵^{۲}-۱/۵^{۲})$$

$$۵۰۰۰۰۰+W_{f_D}=۵۰(۴/۵+۱/۵)(۴/۵-۱/۵)$$

$$\Rightarrow۵۰۰۰۰۰+W_{f_D}=۵۰\times۶\times۳\Rightarrow۵۰۰۰۰۰+W_{f_D}=۹۰۰$$

$$\Rightarrow W_{f_D}=-۴۹۹۱۰۰J=-۴۹۹/۱kJ$$

A ۳۷ ۱ گرمای شارش شده در اثر رسانش سبب ذوب یخ می‌شود. از این رو می‌توان نوشت:



$$Q=mL_F$$

$$Q=\frac{KA\Delta\theta t}{L}\Rightarrow\frac{KA\Delta\theta t}{L}=mL_F$$

$$\frac{۸۲\times۵\times۱۰^{-۴}\times۱۰۰\times۲۸\times۶۰}{۴۱\times۱۰^{-۲}}=m\times۳۳۶۰۰۰\Rightarrow m=۵\times۱۰^{-۲}kg\Rightarrow m=۵۰g$$

A ۳۸ ۴ بنا بر قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow۰/۸\times۴۲۰۰\times(\theta_e-۰)=۰/۴۲\times۴۰۰\times(۸۴-\theta_e)$$

$$\Rightarrow۸۰\theta_e=۴(۸۴-\theta_e)\Rightarrow۸۴\theta_e=۴\times۸۴\Rightarrow\theta_e=۴^{\circ}C$$

میانبر: استفاده از رابطهٔ $\theta_e=\frac{m_۱c_۱\theta_۱+m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱+m_۲c_۲}$

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۱۴۰۰

۱ این مبحث (خطای اندازه‌گیری) از کتاب درسی حذف شده است.

۲ این مبحث (رقم‌های بامعنا) از کتاب درسی حذف شده است.

۳ A **۲** یکای فرعی یعنی ارتباط یکای کمیت مورد نظر با یکاهای اصلی (کیلوگرم، ثانیه، متر، ...)، بنابراین باید به کمک تعریف فشار، رابطهٔ بین یکای فشار با یکاهای اصلی SI را به‌دست بیاورید.

بنا به تعریف فشار خواهیم داشت:

یادآوری

$$P=\frac{F}{A}\xrightarrow{F=ma}P=\frac{ma}{A}\quad (ma:\ kg\ m/s^2,\ A:\ m^2)$$

$$\Rightarrow \text{یکای فرعی فشار}=\frac{kgm/s^2}{m^2}=kg/m.s^2$$

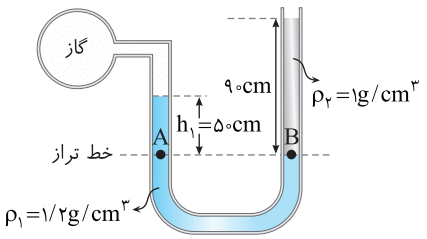
یادآوری پاسکال یکای SI کمیت فشار است و یکای فرعی آن $kg/m.s^2$ است.

۴ این مباحث (خطای اندازه‌گیری و ارقام بامعنا) از کتاب درسی حذف شده‌اند.

۵ B **۱** با توجه به خط تراز فشار نقاط A و B برابر است.

$$P_A=P_B$$

$$P_{\text{گاز}}+\rho_1 gh_1=P_0+\rho_2 gh_2$$



فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار مخزن گاز و فشار هواست، بنابراین:

$$P_g=P_{\text{گاز}}-P_0=\rho_2 gh_2-\rho_1 gh_1$$

$$\Rightarrow P_g=1000\times 10\times\frac{90}{100}-1200\times 10\times\frac{50}{100}\Rightarrow P_g=9000-6000=3000Pa$$

۳ B **۶** فشار کل در عمق h از یک مایع با چگالی ρ برابر است با:

$$P=P_0+\rho gh$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

در عمق 5cm: $P_1=P_0+\rho gh_1\Rightarrow 10^5=P_0+\rho\times 10\times\frac{5}{100}=P_0+0/5\rho$

در عمق 20cm: $P_2=P_0+\rho gh_2\Rightarrow 1/06\times 10^5=P_0+\rho\times 10\times\frac{20}{100}=P_0+2\rho$

دو رابطه را از هم کم می‌کنیم:

$$0/06\times 10^5=2\rho-0/5\rho\Rightarrow 6\times 10^3=1/5\rho\Rightarrow\rho=4000kg/m^3$$

فشار هوا خواهد شد:

$$10^5=P_0+0/5\rho\Rightarrow 10^5=P_0+2\times 10^3$$

$$100\times 10^3=P_0+2\times 10^3\Rightarrow P_0=98\times 10^3\,Pa=98kPa$$

میانبر اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع از رابطه $\Delta P=\rho g\Delta h$ به‌دست می‌آید که در آن Δh، اختلاف ارتفاع نقاط درون مایع است:

$$\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow(106-100)10^3=\rho\times 10\times\frac{15}{100}\Rightarrow\rho=4000kg/m^3$$

۳ B **۷** **یادآوری** فشار در عمق h یک مایع از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$P=\rho gh+P_0$$

۱ فشار در عمق 10cm، برابر است با:

$$P=P_0+\rho gh_1\Rightarrow P_1=1/026\times 10^5+\rho\times 10\times\frac{10}{100}\Rightarrow P_1=1/026\times 10^5+\rho$$

۲ فشار در عمق 53cm برابر است:

$$\begin{cases}P_2=P_0+\rho gh_2\\ P_2=1/026\times 10^5+\rho\times 10\times\frac{53}{100}\end{cases}\Rightarrow P_2=1/026\times 10^5+5/3\rho$$

۳ با توجه به صورت سؤال $P_2=1/5P_1$ است:

$$\begin{cases}P_2=1/5P_1\Rightarrow 1/5P_1=1/026\times 10^5+5/3\rho\\ P_1=1/026\times 10^5+\rho\end{cases}$$

۴ رابطهٔ P_1 و P_2 را برهم تقسیم می‌کنیم تا مجهول P_1 از صورت و مخرج حذف شود و تنها مجهول چگالی باقی بماند:

$$\frac{P}{1/5P}=\frac{1/026\times 10^5+\rho}{1/026\times 10^5+5/3\rho}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{1/026\times 10^5+\rho}{1/026\times 10^5+5/3\rho}$$

$$\Rightarrow 2(1/026\times 10^5)+10/6\rho=3(1/026\times 10^5)+3\rho\Rightarrow 7/6\rho=1/026\times 10^5$$

$$\rho=13500kg/m^3=13/5g/cm^3$$

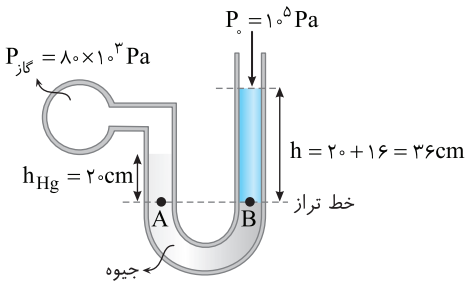
۳ B **۸** **خط فکری** برای حل سؤالاتی که با لولهٔ U سرو کار داریم ابتدا خط تراز را می‌کشیم. خط تراز آخرین جایی است که مایع در دو شاخه یکسان بوده و خطی موازی با سطحی است که لوله روی آن قرار گرفته است. ویژگی خط تراز این است که فشار روی خط تراز یکسان است.

مطابق شکل خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B با هم برابر است:

$$P_A=P_B$$

فشار در نقطه A برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس $P_A=P_{\text{گاز}}+\rho_{Hg}gh_{Hg}$.

فشار در نقطهٔ B برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس $P_B=P_0+\rho gh$.



$$P_A=P_B\Rightarrow P_{\text{گاز}}+\rho_{Hg}gh_{Hg}=P_0+\rho gh$$

$$80\times 10^3+13600\times 10\times\frac{20}{100}=10^5+\rho\times 10\times\frac{36}{100}$$

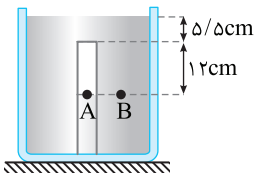
$$8\times 10^4+27200=10^5+3/6\rho\Rightarrow 8\times 10^4+2/72\times 10^4-10^5=3/6\rho$$

$$\Rightarrow 0/72\times 10^4=3/6\rho\Rightarrow\rho=2000kg/m^3$$

A ۹ ۴ آهنگ شارش سیال از هر مقطع لوله مقدار یکسانی است. از این‌رو گزینهٔ (۴) درست است، یعنی نسبت آهنگ شارش سیال در مقطع A به آهنگ شارش در مقطع B برابر یک است.

B ۱۰ ۱ ابتدا مشخص می‌کنیم که این مسئله ترکیبی از فصل گرما (قانون گازها) و فصل ویژگی‌های ماده است.

۱ با توجه به خط تراز فشار نقطهٔ A و B برابر است.



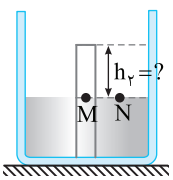
فشار در نقطهٔ A، فشار گاز محبوس (P_1) بوده و فشار در نقطهٔ B، مجموع فشار هوا و فشار ستون جیوهٔ بالای نقطهٔ B $(P_{Hg}=۵/۵+۱۲=۱۷/۵cmHg)$ است.

$$P_A=P_B\Rightarrow P_1=P_\circ+P_{Hg}=۷۵+۱۷/۵\Rightarrow P_1=۹۲/۵cmHg$$

۲ حجم گاز در حالت اول برابر است با:

$$V_1=Ah_1\xrightarrow{h_1=۱۲cm}V_1=۱۲A$$

۳ وقتی سطح جیوه در لوله و ظرف یکی می‌شود، فشار گاز درون محفظه با فشار هوای بیرون یکسان شده است.



$$P_M=P_N\Rightarrow P_۲=P_\circ=۷۵cmHg$$

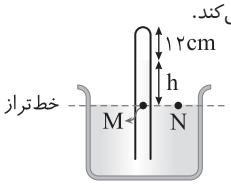
۴ حجم گاز در حالت جدید $V_۲=Ah_۲$ می‌شود.

۵) قانون گازها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{T_1=T_۲}۹۲/۵\times۱۲A=۷۵\times Ah_۲\Rightarrow h_۲=۱۴/۸cm$$

B ۱۱ ۲ در بالای لوله گاز محبوس است و با جابه‌جا کردن لوله چون حجم گاز محبوس در حال تغییر است پس فشار آن نیز تغییر می‌کند.

در حالت اول فشار گاز محبوس ۲cmHg داده شده است. خط تراز را رسم می‌کنیم، در نقاط M و N واقع بر خط تراز خواهیم داشت:

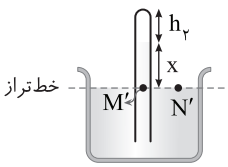


$$P_M=P_N\Rightarrow P_{گاز}+P_{جیوه}=P_\circ\Rightarrow ۲+h=۷۶\Rightarrow h=۷۴cm$$

حجم گاز محبوس در این حالت برابر است با:

$$V_1=Ah\xrightarrow{h=۱۲cm}V_1=۱۲A$$

در حالت دوم نیز فشار گاز محبوس ۳cmHg است، بنابراین فشار در نقاط N' و M' روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم:



$$P_{M'}=P_{N'}\Rightarrow P_{گاز}+P_{جیوه}=P_\circ$$
$$\Rightarrow ۳+x=۷۶\Rightarrow x=۷۳cm$$

حجم گاز محبوس در حالت دوم:

$$V_۲=Ah_۲$$

در طول فرایند دما ثابت است، با توجه به قانون گازها برای گاز محبوس شده در ته لوله در دو حالت داریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow[P_1=۲cmHg\,,\,P_۲=۳cmHg]{T_1=T_۲}$$

$$۲(۱۲A)=۳(Ah_۲)\Rightarrow h_۲=۸cm$$

بنابراین در حالت اول طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $۱۲+h=۱۲+۷۴=۸۶cm$

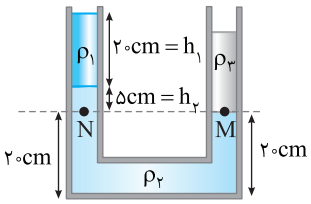
بوده و در حالت دوم طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $h_۲+x=۷۳+۸=۸۱cm$

است بنابراین لوله را به اندازهٔ $۸۶-۸۱=۵cm$ بیشتر در جیوه فرو برده‌ایم.

B ۱۲ ۱

خط فکری برای حل مسائل لوله‌های U شکل، اولین کار رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز است.

ابتدا خط تراز را می‌کشیم، فشار روی خط تراز باهم برابر است:



$$P_N=P_M\Rightarrow P_\circ+P_{۱\,مایع}+P_{۲\,مایع}=P_{۳\,مایع}+P_\circ$$

$$\xrightarrow{P=\rho gh}\rho_1gh_1+\rho_۲gh_۲=P_{۳\,مایع}$$

$$\Rightarrow ۸۰۰\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}+۲۴۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=P_{۳\,مایع}$$

$$P_{۳\,مایع}=۱۶۰۰+۱۲۰۰=۲۸۰۰Pa$$

برای پیدا کردن جرم مایع $\rho_۳$ ابتدا وزن این مایع را به کمک تعریف فشار حساب می‌کنیم.

$$P_۳=\frac{W_۳}{A}\xrightarrow{A=۲cm^۲}۲۸۰۰=\frac{W_۳}{۲\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow W_۳=۰/۵۶N$$

جرم مایع خواهد شد

$$W_۳=m_۳g\Rightarrow ۰/۵۶=m_۳\times۱۰\Rightarrow m_۳=۰/۰۵۶kg=۵۶g$$

B ۱۳ ۴ کار نیروی وزن وقتی جسم به اندازهٔ h بالا می‌رود، منفی بوده و برابر است با:

$$W_{mg}=-mgh\Rightarrow W_{mg}=-۶۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰\times۶۰۰\Rightarrow W_{mg}=-۳/۶\times۱۰^۸J$$

افزایش انرژی مکانیکی هواپیما برابر مجموع افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی آن است.

افزایش انرژی پتانسیل گرانشی $\Delta U=mg\Delta h\Rightarrow\Delta U=۳/۶\times۱۰^۸J$

$$\Delta K=K_۲-K_1=\frac{۱}{۲}m(v_۲^۲-v_1^۲)\Rightarrow\Delta K=\frac{۱}{۲}\times۶۰\times۱۰^{-۳}\times(۱۶۰^۲-۸۰^۲)$$

$$\Rightarrow\Delta K=۳۰۰۰۰\times(۸۰)^۲(۲^۲-۱)\Rightarrow\Delta K=۵/۷۶\times۱۰^۸J$$

در این صورت:

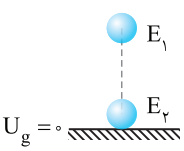
$$\Delta E=\Delta U+\Delta K\Rightarrow\Delta E=۳/۶\times۱۰^۸+۵/۷۶\times۱۰^۸\Rightarrow\Delta E=۹/۳۶\times۱۰^۸J$$

میانبر البته در این تست می‌توانستید استدلال کنید که کار نیروی وزن منفی است و گزینه‌های (۱) و (۳) نادرست‌اند، از طرفی افزایش انرژی مکانیکی به‌ازای افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی بوده و از مقدار کار نیروی وزن بیشتر است. بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

B ۱۴ ۴

خط فکری کار مفیدی که ماشین بالابر انجام داده به‌صورت انرژی پتانسیل گرانش در جسم ذخیره می‌شود و اگر وزنه در شرایط خلأ رها شود تمام این انرژی ذخیره شده بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی به انرژی جنبشی وزنه تبدیل می‌شود. یعنی شما برای یافتن کار مفید ماشین بالابر کافی است، انرژی جنبشی جسم را هنگام برخورد به زمین به‌دست آورید سپس به کمک آن بازده ماشین را حساب کنید.

۱ انرژی ذخیره شده در جسم در ارتفاع h که توسط ماشین بالا برده شده است را با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی حساب می‌کنیم:



$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\xrightarrow{K_1=0\,,U_2=0}E_1=K_2$$

$$\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}\times 50\times 64=1600\,J$$

۲ بنابراین ماشین $2000\,J$ انرژی مصرف کرده اما به جسم $1600\,J$ انرژی رسیده است:

$$\frac{\text{انرژی مفید ذخیره شده در وزنه}}{\text{بالابر}}\ 1600\,J \qquad \frac{\text{انرژی کل مصرفی ماشین}}{\text{بالابر}}\ 2000\,J$$

$$Ra=\frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}}\times 100\Rightarrow Ra=\frac{1600}{2000}\times 100=80\,\%$$

A ۱۵ ۳ ابتدا باید انرژی جنبشی جسم را از رابطهٔ آن حساب کنید سپس با یک تناسب ساده مسئله را حل کنید.

۱ انرژی جنبشی جسم برابر است با:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\xrightarrow[m=2/1\times 10^{+4}\,kg]{v=8km/s=8000m/s}K=\frac{1}{2}\times 2/1\times 10^4\,(8\times 10^3)^2$$

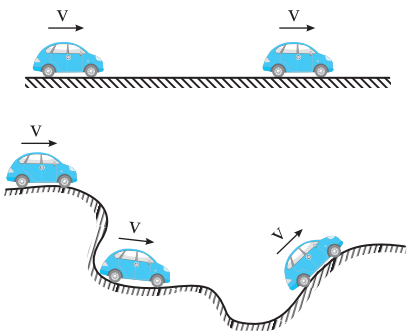
$$K=\frac{1}{2}\times 2/1\times 10^{-4}\times 64\times 10^6\Rightarrow K=32\times 2/1\times 10^{10}\,J$$

۲ با توجه به فرض مسئله انرژی حاصل از انفجار یک تن TNT برابر $4/2\times 10^9\,J$ است، بنابراین می‌توانیم تناسب زیر را بنویسیم:

$$\frac{4/2\times 10^9\,J}{32\times 2/1\times 10^{10}\,J}\ \Big|\ \frac{1\,ton}{m}\Rightarrow m=\frac{32\times 2/1\times 10^{10}}{4/2\times 10^9}=160\,ton$$

B ۱ ۱۶

نکته تندی حرکت برابر بزرگی سرعت است، در شکل‌های زیر تندی حرکت جسم ثابت است.

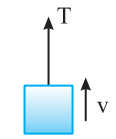


الف) با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W_t=\Delta K$ با ثابت ماندن تندی خواهیم داشت:

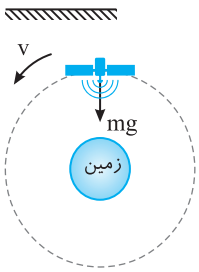
$$W_t=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)\xrightarrow{v_1=v_2}W_t=0$$

گزارهٔ (الف) درست است.

ب) فرض کنید در شکل روبه‌رو با تندی ثابت جعبه‌ای را به سمت بالا بکشیم در این صورت با اینکه انرژی جنبشی ثابت می‌ماند، اما انرژی پتانسیل در حال افزایش است، بنابراین در این حرکت با تندی ثابت انرژی مکانیکی $(E=K+U)$ افزایش می‌یابد. بنابراین گزارهٔ (ب) نادرست است.



پ) در حرکت ماهواره به دور زمین تندی حرکت ماهواره ثابت است، اما به ماهواره همواره نیروی خالص mg به سمت مرکز زمین وارد می‌شود:



بنابراین گزارهٔ (پ) نادرست است.

B ۴ ۱۷

خط فکری ابتدا تبدیل دما از فارنهایت به سلسیوس را انجام می‌دهیم. سپس مقدار گرمای لازم را برای تبدیل $20\,g$ یخ $0^\circ C$ به $20\,g$ آب $0^\circ C$ و پس از آن افزایش دمای آب تا دمای خواسته شده را به‌دست می‌آوریم.

۱ ابتدا دمای نهایی آب را از $50^\circ F$ به سلسیوس تبدیل می‌کنیم.

$$F=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow 50=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow 18=\frac{9}{5}\theta\Rightarrow\theta=10^\circ C$$

۲ گرمای لازم برای ذوب کامل $20\,g$ یخ $0^\circ C$ را حساب می‌کنیم.

$$Q=mL_F\Rightarrow Q_1=20\,g\times 336\,J/g\Rightarrow Q_1=6720\,J$$

۳ گرمایی که آب $0^\circ C$ می‌گیرد تا دمایش $10^\circ C$ شود خواهد شد:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_2=20\,g\times(4/2\,J/g^\circ C)\times 10\Rightarrow Q_2=840\,J$$

۴ گرمای کلی که باید به آب بدهیم برابر است با:

$$Q=6720+840\Rightarrow Q=7560\,J$$

B ۲ ۱۸ **روش اول:** یخ صفر درجه ابتدا تغییر حالت داده و به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود و سپس آب $0^\circ C$ به آب $20^\circ C$ تغییر دما می‌دهد:

یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1=mL_F}$ آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2=mc\Delta\theta}$ آب $20^\circ C$

$$Q_{\text{کل}}=Q_1+Q_2\Rightarrow Q_{\text{کل}}=mL_F+mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q_{\text{کل}}=m\times 336000+m\times 4200\times 20$$

$$Q_{\text{کل}}=336000m+84000m=420000m\,J$$

سؤال نسبت گرمای ذوب یخ (Q_1) به کل گرمای داده شده به آن $(Q_{\text{کل}})$ را برحسب درصد خواسته است:

$$\frac{Q_{\text{ذوب یخ}}}{Q_{\text{کل}}}\times 100=\frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}}\times 100=\frac{336000m}{420000m}\times 100=80\,\%$$

روش دوم: برای حل سؤالات بهتر است نسبت L_F و L_V آب را برحسب $c_{\text{آب}}=4200\,J/kg.K$ به خاطر بسپارید:

$$L_F=336000=80\times 4200=80c_{\text{آب}}$$

$$L_V=2268000=540\times 4200=540c_{\text{آب}}$$

گرمای نهان ذوب $L_F=336\times 10^3\,J/kg$، ۸۰ برابر گرمای ویژهٔ آب $c=4200\,J/kg.K$ است بنابراین برای سادگی $L_F=80c$ می‌گیریم:

صرف ذوب یخ — صرف افزایش دمای آب

$$Q_{\text{کل}}=Q_1+Q_2=mL_F+mc\Delta\theta$$

$$Q_{\text{کل}}=m(80c)+mc\times 20=100mc$$

یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1}$ آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ آب $20^\circ C$

از $100mc$ گرما، $80mc$ صرف ذوب یخ شده است:

$$\frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}}\times 100=\frac{80mc}{100mc}\times 100=80\,\%$$

۱۹ A **۱**

یادآوری درصد افزایش حجم جسم در اثر افزایش دما خواهد شد:

$$\frac{\Delta V}{V_1}\times 100=\frac{V_1 3\alpha\Delta\theta}{V_1}\times 100=3\alpha\Delta\theta\times 100$$

با توجه به یادآوری بالا مسئله به‌راحتی قابل حل است.

$$3\alpha\Delta\theta\times 100=3\times(2\times 10^{-5})\times(250-0)\times 100=1500\times 10^{-5}\times 100$$

درصد تغییرات حجم $=0/15\%$

بنابراین حجم ۱۵٪ درصد افزایش می‌یابد.

۲۰ B **۳**

خط فکری طول اولیه دو میله برابر است. وقتی دمای هر دو میله را به یک اندازه بالا ببریم افزایش طول میله آلومینیمی از افزایش طول میلهٔ فولادی بیشتر است زیرا ضریب انبساط طولی آلومینیم بزرگ‌تر است. بعد از افزایش دما طول میلهٔ آلومینیم $2/3mm$ بیشتر از طول میلهٔ فولادی است بنابراین $\Delta L_{Al}-\Delta L_M=2/3mm$ است. اکنون با جایگذاری $\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta$ می‌توانید مسئله را حل کنید.

تغییر طول آلومینیم و تغییر طول فولاد را حساب می‌کنیم سپس آن‌ها را از هم کم می‌کنیم:

$$\Delta L_{Al}-\Delta L_M=2/3\times 10^{-3}\Rightarrow L_{Al}\alpha_{Al}\Delta\theta-L_M\alpha_M\Delta\theta=2/3\times 10^{-3}$$

$$\xrightarrow[\alpha_{Al}=23\times 10^{-6}K^{-1},\ \alpha_M=11/5\times 10^{-6}K^{-1}]{L_{Al}=L_M=4m}$$

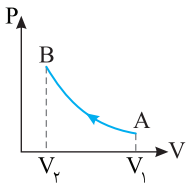
$$(4\times 23\times 10^{-6}-4\times 11/5\times 10^{-6})\Delta\theta=2/3\times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 46\times 10^{-6}\Delta\theta=2/3\times 10^{-3}\Rightarrow\Delta\theta=\frac{2/3\times 10^{-3}}{46\times 10^{-6}}=\frac{2/3\times 10^{3}}{46}=50^{\circ}C$$

۲۱ این مبحث (ضریب عملکرد یخچال) از کتاب درسی حذف شده است.

۲۲ B **۱**

گاز در یک فرایند بی‌دررو متراکم شده است، بنابراین کار محیط روی دستگاه مثبت است $W>0$. در فرایند بی‌دررو گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه صفر است $(Q=0)$ از این‌رو انرژی درونی گاز به اندازهٔ W تغییر می‌کند و گزارهٔ (ث) درست و گزاره‌های (ت) نادرست است.



$$\Delta U=W+Q\xrightarrow{Q=0}\Delta U=W\xrightarrow{W>0}\Delta U>0$$

تغییر انرژی درونی گاز مثبت است یعنی انرژی درونی گاز افزایش یافته است و گزارهٔ (الف) درست است. انرژی درونی گاز تابع دمای گاز است بنابراین دمای گاز افزایش می‌یابد و گزاره‌های (ب) و (پ) نادرست است.

۲۳ B **۳**

در ابتدا بگوییم که در کتاب درسی بیان شده «در مورد گاز آرمانی می‌توان نشان داد که انرژی درونی فقط تابع دمای گاز است» و چگونگی این تابع که درجه اول است یا تابع دیگری است بیان نشده است و این مسئله با اطلاعات کتاب درسی قابل حل نیست. اما به سراغ حل برویم.

فشار گاز در حالت اول و دوم خواهد شد:

$$P=P_0+P_g\Rightarrow P_1=10^5+0/5\times 10^5\Rightarrow P_1=1/5\times 10^5\,Pa$$

$$P_2=10^5+10^5\Rightarrow P_2=2\times 10^5\,Pa$$

با توجه به قانون گازها، نسبت دمای گاز را در دو حالت حساب می‌کنیم:

$$\frac{P_2V_2}{T_2}=\frac{P_1V_1}{T_1}\xrightarrow{V_2=2V_1}\frac{2\times 10^5\times(2V_1)}{T_2}=\frac{1/5\times 10^5V_1}{T_1}$$

$$\Rightarrow T_2=\frac{8}{3}T_1\xrightarrow{U\propto T}U_2=\frac{8}{3}U_1\Rightarrow U_2=\frac{8}{3}\times 600\Rightarrow U_2=1600J$$

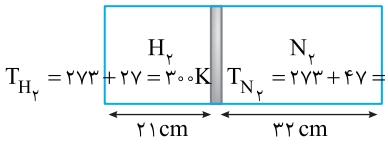
جمع‌بندی: انرژی درونی با دما رابطهٔ مستقیم دارد:

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{T_1}{T_2}\ ,\ \frac{\Delta U}{U_1}=\frac{\Delta T}{T_1}\ ,\ \frac{\Delta U}{U_2}=\frac{\Delta T}{T_2}$$

۲۴ این مبحث از کتاب درسی حذف شده است.

۲۵ B **۴**

دمای هر گاز را بر حسب کلوین می‌نویسیم.



به عبارت «اصطکاک ناچیز» دقت کنید.

این عبارت یعنی فشار گاز در دو طرف پیستون برابر است، زیرا اگر فشار یکسان نبود باید پیستون حرکت کرد، بنابراین:

$$P_{H_2}=P_{N_2}$$

یادآوری در قانون گازها تعداد مول‌ها (n)، برابر جرم گاز تقسیم بر جرم مولی گاز است: $(n=\frac{m}{M})$

قانون گازها را برای هر گازی می‌نویسیم:

$$\text{گاز نیتروژن}: P_{N_2}V_{N_2}=n_{N_2}RT_{N_2}\Rightarrow P_{N_2}V_{N_2}=\frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}RT_{N_2}$$

$$\text{گاز}: P_{H_2}V_{H_2}=nRT_{H_2}\Rightarrow P_{H_2}V_{H_2}=\frac{m}{M}RT_{H_2}$$

دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{P_{N_2}V_{N_2}}{P_{H_2}V_{H_2}}=\frac{m_N}{m_{H_2}}\times\frac{M_{H_2}}{M_{N_2}}\times\frac{T_{H_2}}{T_{H_2}}\xrightarrow[T_{N_2}=320K,T_{H_2}=300K]{P_{N_2}=P_{H_2}}$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{H_2}}=\frac{m_{N_2}}{m_{H_2}}\times\frac{2}{28}\times\frac{320}{300}$$

حجم هر گاز برابر مساحت سطح مقطع پیستون در طول محفظه است بنابراین:

$$\frac{AL_{N_2}}{AL_{H_2}}=\frac{m_{N_2}}{m_{H_2}}\times\frac{1}{14}\times\frac{32}{30}\Rightarrow\frac{32}{21}=\frac{m_{N_2}}{m_{H_2}}\times\frac{1}{14}\times\frac{32}{30}\Rightarrow\frac{m_{N_2}}{m_{H_2}}=20$$

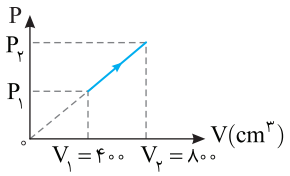
۲۶ این مبحث (ضریب عملکرد یخچال) از کتاب درسی حذف شده است.

۲۷ این مبحث از کتاب درسی حذف شده است.

۲۸ B **۴**

یادآوری بنا به قانون گازها $PV=nRT$ است که در آن دما (T) بر حسب کلوین است.

۱ به نمودار دقت کنید. با تشابه مثلث‌ها، نسبت P_2/P_1 را به‌دست بیاورید.



$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{V_2}{V_1}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{800}{400}\Rightarrow P_2=2P_1$$

۲ دمای اولیه را بر حسب کلوین به‌دست می‌آوریم.

$$T_1=273+\theta_1=273+(-23)=250K$$

۳ اکنون به کمک قانون گازهای آرمانی، دمای نهایی گاز را می‌توان به‌دست آورد.

$$PV=nRT\Rightarrow\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{T_1}{T_2}\Rightarrow\frac{P_1\times 400}{(2P_1)(800)}=\frac{250}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2=250\times 4=1000K$$

۴ دما را بر حسب درجه سلسیوس حساب می‌کنیم.

$$T_2=273+\theta_2\Rightarrow 1000=273+\theta_2\Rightarrow\theta_2=727^{\circ}C$$

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۱۴۰۱

۱ ۱ A

۱ ابتدا با توجه به اینکه هر مایل ۱۸۰۰ متر است، کیلومتر را به مایل تبدیل می‌کنیم:

$$۲۱۶\frac{km}{h}\times\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\times\frac{۱mi}{۱۸۰۰m}=۱۲۰\frac{mi}{h}$$

۲ در گام بعدی ساعت را به دقیقه تبدیل می‌کنیم. هر ساعت، ۶۰ دقیقه است:

$$۱۲۰\frac{mi}{h}\times\frac{۱h}{۶۰min}=۲\frac{mi}{min}$$

۲ ۲ A

ضریب انبساط طولی (α)، $۳\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ داده شده پس ضریب انبساط حجمی یعنی ۳α برابر $۹\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ می‌شود، همچنین تغییرات دما $۲۰۰^\circ C$ است. چون در سؤال گفته شده، دما $۲۰۰^\circ C$ افزایش یافته است.

یادآوری درصد تغییرات حجمی برابر $۳\alpha\Delta\theta\times۱۰۰$ است:

$$\text{درصد تغییرات حجمی}=\frac{V_۱۳\alpha\Delta\theta}{V_۱}\times۱۰۰\Rightarrow\text{درصد تغییرات حجمی}=\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰$$

$$\Rightarrow\text{درصد تغییرات حجمی}=۹\times۱۰^{-۵}\times(۲۰۰)\times۱۰۰\Rightarrow\text{درصد تغییرات حجمی}=۱/۸٪$$

۱ ۳ B

خط فکری جسم در حال پایین آمدن بوده و انرژی پتانسیل گرانشی آن آزاد می‌شود اما تندی جسم ثابت مانده و این انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل نمی‌شود پس در طول مسیر اصطکاک داریم.

الف) کار نیروی سطح برابر برایند کار عمودی سطح و کار نیروی اصطکاک است و چون مسیر دارای اصطکاک بوده پس کار نیروی اصطکاک داشته و گزارهٔ (الف) نادرست است.

ب) انرژی مکانیکی برابر مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل است. با توجه به اینکه تندی ثابت بوده و انرژی جنبشی ثابت می‌ماند اما با پایین آمدن جسم انرژی پتانسیل گرانشی کاهش یافته پس:

$$E=K+U\xrightarrow[\text{K ثابت ماند}]{\text{U کم شد}}\downarrow E$$

گزارهٔ (ب) درست است.

پ) با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی است پس $W_t=\Delta K$ بوده و با ثابت بودن تندی انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و کار کل صفر است، در حالی که با پایین آمدن جسم روی سطح شیبدار کار نیروی وزن صفر نیست $(W_g=mg\Delta h)$ و گزارهٔ (پ) نادرست است.

ت) با توجه به توضیحات گزارهٔ (ب)، چون انرژی مکانیکی در حال کاهش بوده پس این گزاره نادرست است.

۴ ۴ B

یادآوری کار انجام شده در فرایند فشار ثابت از رابطهٔ $W=-P\Delta V=-nR\Delta T$ به‌دست می‌آید.

تغییرات حجم و فشار داده شده پس:

$$W=-P\Delta V\xrightarrow[V_۲-V_۱=۱/۵-۲=-۰/۵L]{P=۱۰^۵\,Pa}W=-۱۰^۵(-۰/۵\times۱۰^{-۳})=۵۰J$$

۳ ۵ A

فشار برحسب سانتی‌متر جیوه برابر است با:

$$P=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow۶۸\times۱۰^۳=۱۳۶۰۰\times۱۰\times h_{Hg}\Rightarrow h_{Hg}=۰/۵m=۵۰cm$$

بنابراین فشار $۶۸kPa$ معادل ۵۰ سانتی‌متر جیوه است.

۲ ۶ B

با توجه به معادلهٔ حالت داریم:

$$PV=nRT\Rightarrow\frac{۵}{۴}P_۰\times V=۱\times R\times T\quad(I)$$

در حالت دوم هم‌جرم نیتروژن، هلیم به مخزن اضافه شده، مول هلیم اضافه شده را به‌دست می‌آوریم:

$$n_{N_۲}=\frac{m_{N_۲}}{M_{N_۲}}\xrightarrow[M_{N_۲}=۲۸g/mol]{n_{N_۲}=۱}۱=\frac{m_{N_۲}}{۲۸}\Rightarrow m_{N_۲}=۲۸g$$

$$n_{He}=\frac{m_{He}}{M_{He}}=\frac{۲۸}{۴}=۷mol$$

پس در حالت ثانویه تعداد مول درون مخزن برابر $۱+۷=۸mol$ می‌شود:

$$P'V=n'RT\Rightarrow P'\times V=۸RT\quad(II)$$

دو معادلهٔ (I) و (II) را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{(II)}{(I)}:\frac{P'V}{\frac{۵}{۴}P_۰V}=\frac{۸RT}{RT}\Rightarrow P'=۱۰P_۰$$

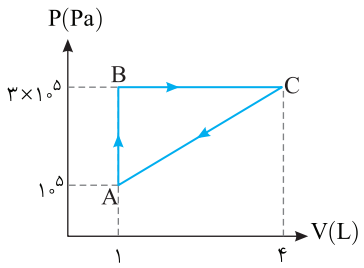
دقت کنید فشار P' به‌دست آمده فشار مطلق است نه فشار پیمانه‌ای پس:

$$P'=۱۰P_۰\xrightarrow{P'=P'_{\text{پیمانه‌ای}}+P_۰}P'_{\text{پیمانه‌ای}}+P_۰=۱۰P_۰\Rightarrow P'_{\text{پیمانه‌ای}}=۹P_۰$$

۳ ۷ B

مساحت سطح محصور در چرخه برابر اندازهٔ کار مبادله شده با محیط و همچنین گرمای مبادله شده با محیط است.

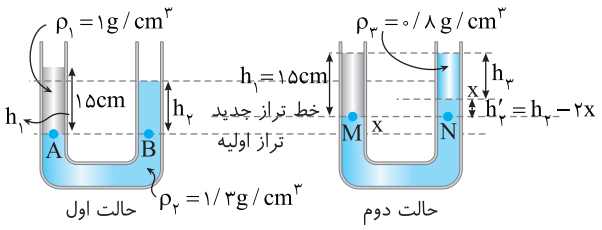
از طرفی هرگاه چرخه ساعتگرد باشد، کار محیط روی دستگاه منفی و گرمای مبادله شده مثبت است بنابراین کافی است سطح مثلث ABC را حساب کنیم:



$$|Q|=S=\frac{(۴-۱)\times۱۰^{-۳}\times(۳\times۱۰^۵-۱۰^۵)}{۲}=\frac{۳\times۱۰^{-۳}\times۲\times۱۰^۵}{۲}\Rightarrow|Q|=۳۰۰J$$

۳ ۸ C

خط فکری شکل دو حالت مسئله را کنار هم رسم می‌کنیم. در حالت اول خط تراز را می‌کشیم تا ارتفاع $h_۲$ را حساب کنیم. وقتی مایع $\rho_۳$ را به شاخهٔ سمت راست اضافه می‌کنیم. مایع $\rho_۲$ به اندازهٔ x در سمت راست پایین می‌رود و به همین اندازه مطابق شکل در سمت چپ بالا می‌رود. از این‌جا به بعد شما با مقایسهٔ دو شکل باید مقدار x و $h_۳$ را حساب کنید.



۱ خط تراز در حالت اول را رسم می‌کنیم. فشار نقاط A و B واقع بر خط تراز یکسان است.

$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_۱gh_۱=\rho_۲gh_۲\Rightarrow۱\times۱۵=۱/۳h_۲\Rightarrow h_۲=\frac{۱۵۰}{۱۳}cm$$

۲ مایع $\rho_۳$ به شاخهٔ سمت راست اضافه شده تا سطح آزاد مایع در دو شاخه برابر شود. در این حالت مجدداً خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقاط N و M برابر است. فشار در نقطهٔ M، فشار ستون ۱۵cm مایع $\rho_۱$ است و فشار در نقطهٔ N مجموع فشار ستون $h_۳$ مایع $\rho_۳$ و فشار ستون $h'_۲=\frac{۱۵۰}{۱۳}-۲x$ مایع $\rho_۲$ است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\rho_M=\rho_N\Rightarrow\rho_1h_1=\rho_3h_3+\rho_2h_2'\Rightarrow 1\times 15=0/8h_3+1/3(\frac{150}{13}-2x)$$

$$15=0/8h_3+15-2/6x\Rightarrow 0/8h_3=2/6x\Rightarrow x=\frac{4}{13}h_3$$

۳ اکنون باید به دقت به شکل حالت دوم و اعداد روی شاخهٔ راست و چپ دقت کنید. h_1 با مجموع h_3 و h_2' برابر است.

$$h_1=h_2'+h_3\Rightarrow 15=(\frac{150}{13}-2x)+h_3\Rightarrow h_3-2x'=15-\frac{150}{13}=\frac{45}{13}$$

۴ از رابطهٔ (I) در رابطهٔ بالا جایگذاری می‌کنیم

$$\frac{45}{13}=h_3-\frac{8}{13}h_3\Rightarrow\frac{5}{13}h_3=\frac{45}{13}\Rightarrow h_3=9cm$$

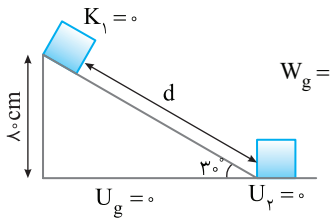
حجم مایع اضافه شده خواهد شد: $V_3=Ah_3=1\times 9=9cm^3$

بالاخره تموم شد، عجب محاسبات عددی وحشتناکی! پس باید محاسبات عددی خودمون رو بهشدت تقویت کنیم.

B ۹ ۱

یادآوری کار نیروی وزن برابر $W_g=\pm mgh$ است که اگر جسم بالا رود. $W_g<0$ و اگر جسم پایین بیاید $W_g>0$ است.

۱ کار نیروی وزن را حساب می‌کنیم. جسم از سطح شیب‌دار پایین آمده و W_g مثبت است.



$$W_g=mgh\Rightarrow W_g=\frac{500}{1000}\times 10\times\frac{80}{100}=4J$$

۲ با توجه به پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

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

جسم از ارتفاع 80cm رها شده $(v_1=0)$ پس U_1 برابر mgh_1 بوده که $h_1=0/8m$ است و K_1 برابر صفر است. هنگام رسیدن به زمین U_2 صفر است. بنابراین:

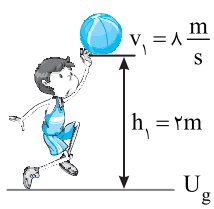
$$k_2-U_1=W_f\Rightarrow\frac{1}{2}m(v_2)^2-mgh_1=W_f$$

$$\Rightarrow\frac{1}{2}\times 0/5\times 9-0/5\times 10\times 0/8=W_f\Rightarrow 2/25-4=W_f\Rightarrow W_f=-1/75J$$

میانبر چون در گزینه‌ها مقدار W_f که داده شده متفارت است، پس تنها کافی است W_f را حساب کنیم.

B ۱۰ ۴

۱ انرژی مکانیکی در لحظهٔ پرتاب را به‌دست می‌آوریم:
(سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم.)

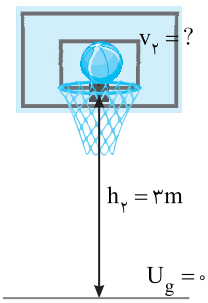


$$E_1=K_1+U_1\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}mv_1^2+mgh_1$$

$$E_0=K_0+U_0\Rightarrow E_0=\frac{1}{2}\times m\times 64+m\times g\times 2$$

$$\Rightarrow E_1=32m+20m\Rightarrow E_1=52m$$

۲ انرژی مکانیکی در لحظهٔ رسیدن به سبد را به‌دست می‌آوریم:



$$E_2=K_2+U_2\Rightarrow E_2=\frac{1}{2}m\times v_2^2+mg\times 3$$

$$\Rightarrow E_2=\frac{1}{2}mv_2^2+30m$$

۳ بنا به فرض مسئله کار نیروی مقاومت هوا خواهد شد:

$$W_f=-\frac{1}{8}K_0\Rightarrow W_f=-\frac{1}{8}(\frac{1}{2}mv_1^2)\Rightarrow W_f=-\frac{1}{16}m(8)^2\Rightarrow W_f=-4m$$

۴ قانون پایستگی انرژی را نوشته و v_2 را حساب می‌کنیم.

$$E_2-E_1=W_f\Rightarrow K_2+U_2-E_1=W_f$$

$$\Rightarrow\frac{1}{2}mv_2^2+mgh_2-E_1=-4m\Rightarrow\frac{1}{2}mv_2^2+30m-52m=-4m$$

$$\frac{1}{2}v_2^2+30-52=-4\Rightarrow\frac{1}{2}v_2^2=18\rightarrow v_2^2=36\Rightarrow v_2=6m/s$$

B ۱۱ ۲

خط فکری طول اولیهٔ دو میله یکسان و افزایش دمای آن‌ها نیز برابر است. پس هر میله‌ای که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد، افزایش طول بیشتری خواهد داشت. ضریب انبساط طولی مس بیشتر از آهن است و افزایش طول میلهٔ مس بیشتر از میلهٔ آهنی خواهد شد و برای اینکه اختلاف طول دو میله 0/3mm باشد باید افزایش طول میلهٔ مس 0/3 میلی‌متر بیشتر از افزایش طول میلهٔ آهنی باشد: افزایش طول هر دو میله را $(\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta)$ حساب کنید و تفاضل آن‌ها را برابر 0/3mm قرار دهید.

۱ معادلهٔ افزایش طول میلهٔ مس را می‌نویسیم. برای آن‌که این افزایش برحسب میلی‌متر به‌دست آید طول اولیهٔ مس را برحسب میلی‌متر (0/5×1000=500mm) قرار می‌دهیم:

$$\Delta\ell_{cu}=\ell_{cu}\alpha_{cu}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\ell_{cu}=500\times 1/8\times 10^{-5}\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\ell_{cu}=9\times 10^{-3}\Delta\theta$$

۲ معادلهٔ افزایش طول میلهٔ آهن را می‌نویسیم:

$$\Delta\ell_{Fe}=\ell_{Fe}\alpha_{Fe}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\ell_{Fe}=500\times 1/2\times 10^{-5}\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\ell_{Fe}=6\times 10^{-3}\Delta\theta$$

۳ اختلاف $\Delta\ell_{Cu}$ و $\Delta\ell_{Fe}$ برابر 0/3mm است:

$$\Delta\ell_{Cu}-\Delta\ell_{Fe}=0/3mm\Rightarrow 9\times 10^{-5}\Delta\theta-6\times 10^{-3}\Delta\theta=0/3$$

$$\Rightarrow 3\times 10^{-3}\Delta\theta=0/3\Rightarrow\Delta\theta=100^\circ C$$

B ۱۲ ۴

خط فکری در این فرآیند یخ از آب $20^\circ C$ گرما می‌گیرد. ابتدا یخ $-10^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود، سپس یخ $0^\circ C$ با دریافت گرما از آب، ذوب می‌شود و به آب $0^\circ C$ تبدیل شده و سرانجام دمای آن $5^\circ C$ می‌شود. در این مدت، آب $20^\circ C$ با از دست دادن گرما به آب $5^\circ C$ تبدیل می‌شود. گرمایی که یخ $-10^\circ C$ می‌گیرد تا به آب $5^\circ C$ تبدیل شود و هم‌چنین گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش $5^\circ C$ شود را حساب کنید و برابر قرار دهید تا بتوانید جرم آب $20^\circ C$ را به‌دست بیاورید.

۱ گرمای لازم برای رسیدن یخ $-10^\circ C$ به آب $5^\circ C$ را حساب می‌کنیم:

$$\text{یخ}_{-10^\circ C}^{1kg}\xrightarrow[m'c_{\text{یخ}}\Delta\theta_1]{Q_1}\text{یخ}_{0^\circ C}^{1kg}\xrightarrow[m'L_F]{Q_2}\text{آب}_{5^\circ C}^{1kg}$$

$$Q_{\text{یخ}}=Q_1+Q_2+Q_3=m'c_{\text{یخ}}\Delta\theta_1+m'L_F+m'c_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$Q_{\text{یخ}}=1\times 2100\times 10+1\times 336000+1\times 4200\times 5$$

۲ گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا به آب $5^\circ C$ برسد را حساب می‌کنیم:

$$Q_{\text{آب}}=mc_{\text{آب}}\Delta\theta'=m\times 4200\times 15$$

۳ $Q_{\text{یخ}}$ و $Q_{\text{آب}}$ با هم برابر است:

$$Q_{\text{یخ}}=Q_{\text{آب}}\rightarrow 2100\times 10+336000+4200\times 5=m\times 4200\times 15$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}2100]{\text{دو طرف را بر}}10+16+10=30m\rightarrow 180=30m\rightarrow m=6kg$$

میانبر می‌توان $c_{\text{یخ}}$ که برابر 2100 است را به‌عنوان c گرفت در این‌صورت $c_{\text{آب}}$ که برابر 4200 است برابر 2c و L_F که برابر 336000 بوده برابر 160c می‌شود:

$$Q_1=10c,Q_2=160c,Q_3=10c$$

$$Q_{\text{آب}}=30mc,\quad Q_{\text{یخ}}=Q_{\text{آب}}=180c=30mc\rightarrow m=6kg$$

۱۳ **۴** A

به کمک تبدیلات زنجیره‌ای جرم ۱۸۲ قیراط را به کیلوگرم تبدیل می‌کنیم.

$$\text{۱۸۲ قیراط} \times \underbrace{\frac{۲۰۰\,mg}{۱\,\text{قیراط}}}_{\substack{\text{ضریب تبدیل}\\ \text{قیراط به میلی‌گرم}}} \times \underbrace{\frac{۱۰^{-۳}\,g}{۱\,mg}}_{\substack{\text{ضریب تبدیل}\\ \text{میلی‌گرم به گرم}}} \times \underbrace{\frac{۱۰^{-۳}\,kg}{۱\,g}}_{\substack{\text{ضریب تبدیل}\\ \text{گرم به کیلوگرم}}} = ۱۸۲\times۲۰۰\times۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow \text{۱۸۲ قیراط} = ۳۶۴۰۰\times۱۰^{-۶}\,kg = ۳/۶۴\times۱۰^{-۲}\,kg$$

۱۴ **۲** A

بنـا به قانون اول ترمودینامیک مجموع گرمایی که ماشـین بـه منبع دما پایین (Q_L) می‌دهد و کار تولیدشـده توسـط ماشـین (W) برابر گرمایی اسـت که ماشـین از منبع دمابالا (Q_H) دریافت می‌کند. از این رو:

$$Q_H = |W| + |Q_L| \xrightarrow[|Q_L|=۶۰J]{Q_H=۱۰۰J} ۱۰۰ = |W| + ۶۰ \Rightarrow |W| = ۴۰J$$

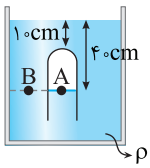
توان خروجی: آهنگ انجام کار است از این رو:

$$P = \frac{|W|}{t} \xrightarrow{t=۰/۵s} P = \frac{۴۰}{۰/۵} \Rightarrow P = ۸۰W$$

۱۵ **۱** B

۱ فشـار در نقاط A و B واقع بر خط تراز با هم برابر است.

$$P_A = P_B$$



۲ فشـار در نقطـهٔ B برابـر مجموع فشار هوا و فشار ستون ۴۰cm مایع است و فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز محبوس در لوله است.

$$P_B = P_A \Rightarrow P_۰ + \rho gh = P_{\text{گاز}} \quad (۱)$$

۳ فشـار پیمانه‌ای (P_g) برابر تفاضل فشار مخزن (گاز) و فشار هوای محیط است، بنابراین:

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_۰ = \rho gh \Rightarrow P_g = ۱۷۰۰\times۱۰\times\frac{۴}{۱۰} = ۶۸۰۰Pa$$

فشار را برحسب cmHg به‌دست می‌آوریم.

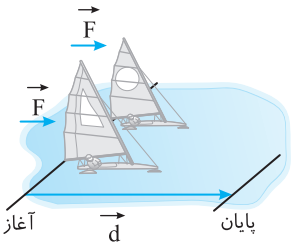
$$\rho h = \rho_{Hg} h_{Hg} \Rightarrow ۱/۷\times۴۰ = ۱۳/۶ h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = ۵\,cm$$

$$\Rightarrow P_g = ۵cmHg$$

۱۶ **۱** B

روش اول: استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی:

۱ نیـروی وارد بـر هـر دو قایـق یکسـان و جابه‌جایـی آن‌ها نیز یکسـان اسـت، بنابراین کار نیروی باد بر هر دو قایق یکسان است.



$$W = Fd \Rightarrow W_۱ = W_۲$$

یادآوری کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

۲ با توجه به قضیهٔ کار و انرژی خواهیم داشت:

$$W = \Delta K \xrightarrow{W_۱=W_۲} \Delta K_۱ = \Delta K_۲ \Rightarrow K_۱ = K_۲$$

$$\xrightarrow{K=\frac{۱}{۲}mv^۲} \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲ \xrightarrow{m_۱=۴m_۲}$$

$$\frac{۱}{۲}(۴m_۲)v_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = ۲v_۱$$

بنابراین تندی قایق سبک‌تر دو برابر قایق سنگین‌تر است.

روش دوم: استفاده از روابط حرکت‌شناسی و دینامیک

نیروی وارد بر قایق برابر است اما جرم قایق اول ۴ برابر قایق دوم است $(m_۱ = ۴m_۲)$ و بنا به قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F = ma \xrightarrow{F_۱=F_۲} m_۱a_۱ = m_۲a_۲ \Rightarrow ۴m_۲a_۱ = m_۲a_۲$$

$$\Rightarrow a_۱ = \frac{۱}{۴}a_۲ \quad (۱)$$

با توجه به رابطهٔ مستقل از زمان می‌توان نوشت:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \xrightarrow{\Delta x_۱ = \Delta x_۲ = d} \begin{cases} v_۱^۲ - ۰ = ۲a_۱d \\ v_۲^۲ - ۰ = ۲a_۲d \end{cases}$$

$$\frac{v_۲^۲}{v_۱^۲} = \frac{a_۲}{a_۱} \xrightarrow{(۱)} \frac{v_۲^۲}{v_۱^۲} = \frac{a_۲}{\frac{۱}{۴}a_۲} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = ۲$$

۱۷ **۳** B

یادآوری به حاصل‌ضرب جرم جسـم (m) در گرمای ویژهٔ جسم (c) ظرفیت گرمایی گویند.

در ابتدا ظرفیت گرمایی جسـم برابر $m_۱c = ۲۱۰۰\,J/K$ بوده و با کم کردن جرم به اندازهٔ $(m_۲ = m_۱ - ۱)\,۱\,kg$ ظرفیت گرمایی ۲۰٪ کاهش یافته بنابراین:

$$m_۲c = \frac{۸۰}{۱۰۰}m_۱c \Rightarrow m_۱ - ۱ = \frac{۴}{۵}m_۱ \Rightarrow \frac{۱}{۵}m_۱ = ۱ \Rightarrow m_۱ = ۵kg$$

گرمای ویژه خواهد شد:

$$m_۱c = ۲۱۰۰ \Rightarrow ۵c = ۲۱۰۰ \Rightarrow c = ۴۲۰J/kgK$$

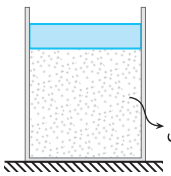
۱۸ **۴** B

خط فکری فشـار گاز برابر مجموع فشـار هوا $P_۰$ و فشـار ناشـی از وزن پیستون اسـت که در دو حالت قبل و بعد از افزایش دما، یکسان است $(P_۱ = P_۲)$ اکنون کافی است با توجه به این مطالب به کمک قانون گازها مسئله را حل کنید.

۱ بنا به قانون گازها:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{V_۲}{T_۲} = \frac{V_۱}{T_۱} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{V_۲}{V_۱}$$

۲ در کسـر بـالا تفضیل نسـبت در صورت انجام می‌دهیم.



$$\frac{T_۲ - T_۱}{T_۱} = \frac{V_۲ - V_۱}{V_۱} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_۱} = \frac{\Delta V}{V_۱} \quad (I)$$

۳ دمـای اولیـهٔ گاز برحسـب کلویـن برابر $T_۱ = ۲۷ + ۲۳۷ = ۳۰۰K$ و تغییر حجم آن خواهد شد:

$$\Delta V = A\times\Delta h \xrightarrow[h=۲cm]{A=۵۰\,cm^۲} \Delta V = ۵۰\times۲ = ۱۰۰\,cm^۳$$

۴ در رابطهٔ (I) جایگذاری می‌کنیم.

$$\frac{\Delta T}{۳۰۰} = \frac{۱۰۰}{۲۰۰۰} \Rightarrow \Delta T = ۱۵K$$

۱۹ **۲** B

۱ گاز منبسط شده و کار محیط روی دستگاه منفی است. از طرفی سطح محصور بین نمودار $P-V$ و محور افقی برابر کار محیط روی دستگاه است، بنابراین:

$$|W| = S = \frac{۲\times۱۰^۵ + ۳\times۱۰^۵}{۲}\times(۴-۱)\times۱۰^{-۳} \Rightarrow |W| = ۷۵۰J$$

$$\xrightarrow{W<۰} W = -۷۵۰J$$

۲ انـرژی درونـی یـک گاز کامل فقـط تابع دمـای گاز اسـت. $(U \propto T)$ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{U_۲}{U_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \quad (I)$$

۳ بنا به قانون گازها می‌توان نوشت:

$$P_1V_1=nRT_1 \\ P_2V_2=nRT_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{P_2V_2}{P_1V_1}\Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{2\times10^5\times4\times10^{-3}}{3\times10^5\times1\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{8}{3} \quad (II)$$

۴ از رابطهٔ (I) و (II) نتیجه می‌شود که:

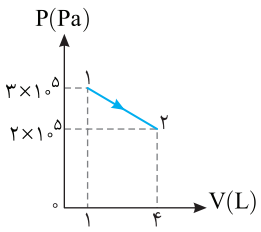
$$\frac{U_2}{750}=\frac{8}{3}\Rightarrow U_2=2000J$$

۵ با توجه بـه قانون اول ترمودینامیک گرمای مبادله شده را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta U=Q+W$$

$$\Rightarrow 2000-750=Q-750$$

$$\Rightarrow Q=2000J$$



۲۰ B

۲ تغییر حجم جسم جامد از رابطهٔ $\Delta V=V_1\times3\alpha\times\Delta\theta$ به دست می‌آید که α ضریب انبساط طولی است:

$$\Delta V=V_1\times3\alpha\times\Delta\theta \xrightarrow[\Delta V=8/1\,cm^3]{V_1=1000\,cm^3} 8/1=1000\times3\alpha\times120$$

$$\alpha=\frac{8/1}{1000\times3\times120}=\frac{8/1}{36}\times10^{-4}\Rightarrow\alpha=\frac{0/9}{4}\times10^{-4}=0/225\times10^{-4}$$

$$\Rightarrow\alpha=2/25\times10^{-5}(K^{-1})$$

۲۱ B

۳ مسیر بدون اصطکاک است، پس از A تا B انرژی مکانیکی ثابت است. جسم از نقطهٔ A، رها شده و انرژی جنبشی در A صفر است:

(سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.)

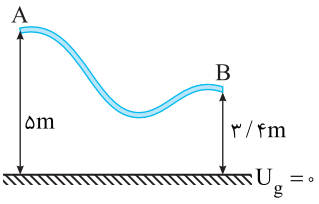
$$E_A=E_B$$

$$mgh_A=mgh_B+\frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\xrightarrow[m\text{ را ساده می‌کنیم}]{\text{از دو طرف معادله}}$$

$$50=34+\frac{v_B^2}{2}\Rightarrow v_B^2=32$$

$$\Rightarrow v_B=4\sqrt{2}\,m/s$$



۲ مسیر A تا C بدون اصطکاک است:

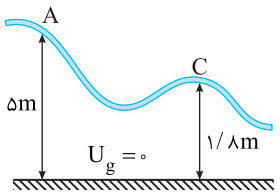
$$E_A=E_C$$

$$mgh_A=mgh_C+\frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\xrightarrow[\text{را ساده می‌کنیم}]{\text{از دو طرف معادله } m}$$

$$50=18+\frac{v_C^2}{2}\Rightarrow\frac{v_C^2}{2}=32$$

$$\Rightarrow v_C^2=64\Rightarrow v_C=8m/s$$



۳ حال نسبت $\frac{v_C}{v_B}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{v_C}{v_B}=\frac{8}{4\sqrt{2}}\Rightarrow\frac{v_C}{v_B}=\frac{2}{\sqrt{2}}\Rightarrow\frac{v_C}{v_B}=\sqrt{2}$$

۲۲ B

۱ قرار است با ریختن الکل درون یک لیتـر آب، چگالی مخلوط ۱۰ درصد از چگالی الکل بیشتر شود، بنابراین:

$$\rho_{مخلوط}=\rho_{الکل}+0/1\rho_{الکل}\Rightarrow\rho_{مخلوط}=1/1\rho_{الکل}\xrightarrow{\rho_{الکل}=0/8g/cm^3}$$

$$\rho_{مخلوط}=0/88g/cm^3$$

۲ چگالی مخلوط برابر است با:

$$\rho_{مخلوط}=\frac{m_{آب}+m_{الکل}}{V_{آب}+V_{الکل}}$$

۳ جـرم یک لیتـر آب $(V=1000cc)$ برابر $m=1000g$ اسـت. در رابطه چگالی مخلوط جای‌گذاری می‌کنیم:

$$0/88=\frac{1000+m_{الکل}}{1000+V_{الکل}}\xrightarrow{m_{الکل}=\rho_{الکل}V_{الکل}}0/88=\frac{1000+0/8V_{الکل}}{1000+V_{الکل}}$$

$$880+0/88V_{الکل}=1000+0/8V_{الکل}\Rightarrow0/08V_{الکل}=120$$

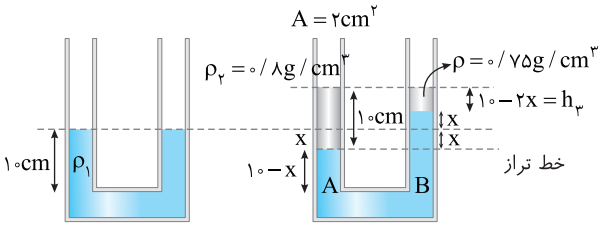
$$\Rightarrow V_{الکل}=\frac{120}{0/08}=1500cm^3$$

۲۳ C **۴**

۱ ارتفاع مایع ρ_2 را حساب می‌کنیم.

$$V_2=Ah_2\xrightarrow{V=20cm^3}20=2h_2\Rightarrow h_2=10cm$$

۲ اکنون با دقت به شـکل سمت راست نگاه کنید. وقتی مایع ρ_2 را اضافه می‌کنیم مایع ρ_1 از سمت چپ به اندازه x پایین می‌آید و از سمت راست به اندازهٔ x بالا می‌رود.



۳ اگر خط تراز را رسم کنید. فشار در نقاط A و B برابر است. فشار در نقطهٔ A ناشی از ارتفـاع 10cm مایـع ρ_2 و فشـار در نقطـهٔ B ناشـی از ارتفـاع 2x آب و از ارتفـاع $(10-2x)$ مایع ρ_3 است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_2h_2=\rho_1(2x)+\rho_3(10-2x)$$

$$\Rightarrow0/8\times10=1\times2x+0/75(10-2x)$$

$$\Rightarrow8=2x+7/5-1/5x\Rightarrow0/5=0/5x\Rightarrow x=1cm$$

۴ ارتفاع ستون h_3 خواهد شد.

$$h_3=10-2x=10-2\times1\Rightarrow h_3=8cm$$

۵ حجم مایع ρ_3 خواهد شد:

$$V_3=Ah_3=2\times8=16cm^3$$

۲۴ B **۱**

خط فکری بازده یعنی نسـبت کار مفید به کل کار داده شـده بـه تلمبه. کار داده شده به تلمبه را به کمک توان ورودی آن حساب می‌کنیم $(W=Pt)$ و کار مفیدی که تلمبـه انجام می‌دهد بـالا بردن آب به ارتفاع 15m اسـت $(W_{مفید}=mgh)$ بنابراین مسئله قابل حل است.

۱ کار ورودی به تلمبه خواهد شد:

$$W=Pt\xrightarrow{P=5\times10^3W\text{ و }t=60s}W=5\times10^3\times60\Rightarrow W=3\times10^5J$$

۲ کار مفید تلمبه را حساب می‌کنیم. (جرم هر لیتر آب، یک کیلوگرم است)

$$W_{مفید}=mgh\xrightarrow[g=10N/kg]{m=1200kg,\,h=15m}W_{مفید}=1200\times10\times15=18\times10^4J$$

۳ بازده تلمبه را به دست می‌آوریم.

$$Ra=\frac{W_{مفید}}{W_{ورودی}}\times100\Rightarrow Ra=\frac{18\times10^4}{30\times10^4}\times100\Rightarrow Ra=\%60$$

B ۲۵ ۴

گرمایی که آلومینیوم از دست می‌دهد تا دمایش از $\theta_1 = 94^\circ C$ به $\theta_e = 52^\circ C$ برسد برابـر گرمایی اسـت که $4/5kg$ آب $\theta_2 = 50^\circ C$ دریافت می‌کند تـا دمای آن نیز به دمای تعادل $\theta_e = 52^\circ C$ برسد از این رو خواهیم داشت.

$$Q_{Al} + Q_W = 0 \Rightarrow m_{Al} c_{Al} (\theta_e - \theta_{1Al}) + m_W c_W (\theta_e - \theta_{1W}) = 0$$

$$\xrightarrow{c_{Al} = 900 J/kg^\circ C \, , \, c_W = 4200 J/kg^\circ C}$$

$$m \times 900 (52 - 94) + 4/5 \times 4200 (52 - 50) = 0 \Rightarrow 2m \times (42) = 42 \times 2 \Rightarrow m = 1kg$$