



## پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۱۴۰۱

در حالت دوم هم جرم نیتروژن، هلیوم به مخزن اضافه شده، مول هلیوم اضافه شده را به دست می‌آوریم:

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} \xrightarrow{n_{N_2}=1} \frac{m_{N_2}}{28} \Rightarrow m_{N_2} = 28g$$

$$n_{He} = \frac{m_{He}}{M_{He}} = \frac{28}{4} = 7mol$$

پس در حالت ثانویه تعداد مول درون مخزن برابر  $1+7=8mol$  می‌شود:

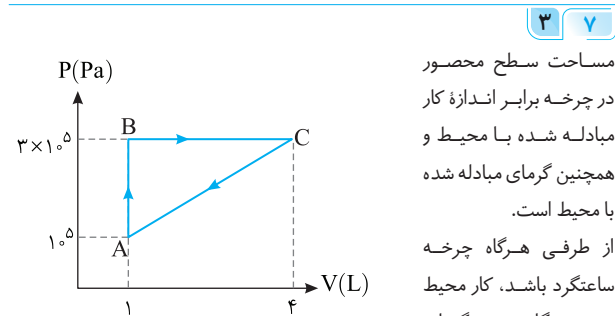
$$P'V = n'RT \Rightarrow P' \times V = 8RT \quad (II)$$

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

$$\frac{(II)}{(I)}: \frac{P'V}{P_0V} = \frac{8RT}{RT} \Rightarrow P' = 8P_0$$

دقت کنید فشار  $P'$  به دست آمده فشار مطلق است نه فشار پیمانه‌ای پس:

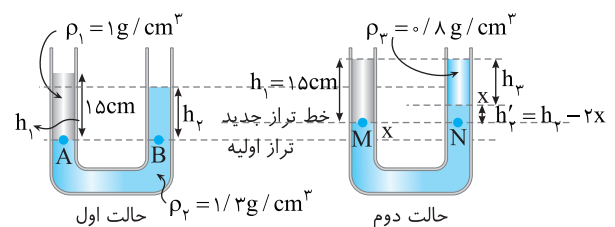
$$P' = 8P_0 \xrightarrow{P' = P_{\text{پیمانه‌ای}} + P_0} P'_{\text{پیمانه‌ای}} + P_0 = 8P_0 \Rightarrow P'_{\text{پیمانه‌ای}} = 7P_0$$



مبادله شده مثبت است بنابراین کافی است سطح مثلث ABC را حساب کنیم:

$$|Q| = S = \frac{(4-1) \times 10^5 - 3 \times 10^5 \times (3 \times 10^5 - 10^5)}{2} = \frac{3 \times 10^5 \times 2 \times 10^5}{2} \Rightarrow |Q| = 3 \times 10^5 J$$

**خط فکری** شکل دو حالت مسئله را کنار هم رسم می‌کنیم. در حالت اول خط تراز را می‌کشیم تا ارتفاع  $h_p$  را حساب کنیم. وقتی مایع  $\rho_p$  را به شاخه سمت راست اضافه می‌کنیم، مایع  $\rho_p$  به اندازه  $x$  در سمت راست پایین می‌رود و به همین اندازه مطابق شکل در سمت چپ بالا می‌رود. از این‌جا به بعد شما با مقایسه دو شکل باید مقدار  $x$  و  $h_p$  را حساب کنید.



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

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow 1 \times 15 = \frac{1}{3} h_2 \Rightarrow h_2 = 45 cm$$

۲. مایع  $\rho_p$  به شاخه سمت راست اضافه شده تا سطح آزاد مایع در دو شاخه برابر شود. در این حالت مجدداً خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقاط M و N برابر است. فشار در نقطه M، فشار ستون ۱۵cm مایع  $\rho_1$  است و فشار در نقطه N مجموع فشار ستون

$h_p$  مایع  $\rho_p$  و فشار ستون  $h'_p = \frac{15}{3} - 2x$  مایع  $\rho_p$  است از این‌رو می‌توان نوشت:

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

$$216 \frac{km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1mi}{1800m} = 120 \frac{mi}{h}$$

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

$$120 \frac{mi}{h} \times \frac{1h}{60min} = 2 \frac{mi}{min}$$

ضریب انبساط طولی  $(\alpha)$ ،  $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$  داده شده پس ضریب انبساط حجمی یعنی

$3\alpha$  برابر  $\frac{1}{C} \times 10^{-5}$  می‌شود، همچنین تغییرات دما  $200^\circ C$  است. چون در سؤال

گفته شده، دما  $200^\circ C$  افزایش یافته است.

**یادآوری** درصد تغییرات حجمی برابر  $3\alpha \Delta \theta \times 100$  است:

$$\text{درصد تغییرات حجمی} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییرات حجمی} = \frac{V_1 3\alpha \Delta \theta}{V_1} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییرات حجمی} = 1/8\% = 9 \times 10^{-5} \times (200) \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییرات حجمی} = 1/8\%$$

**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 کار عمودی سطح و کار نیروی اصطکاک است و چون مسیر دارای اصطکاک بوده پس کار نیروی اصطکاک داشته و گزاره (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:

$$E = K + U \xrightarrow{U \text{ کم شده}} E \xrightarrow{K \text{ ثابت مانده}} \downarrow E$$

گزاره (ب) درست است.

پ) با توجه به قضیه 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 گزاره (پ) نادرست است.

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

**یادآوری** کار انجام شده در فرایند فشار ثابت از رابطه  $W = -P\Delta V = -nR\Delta T$  به دست می‌آید.

تغییرات حجم و فشار داده شده پس:

$$W = -P\Delta V \xrightarrow{P=10^5 Pa, V_f-V_i=1/5-2=-9/5 L} W = -10^5 (-9/5 \times 10^{-3}) = 18 J$$

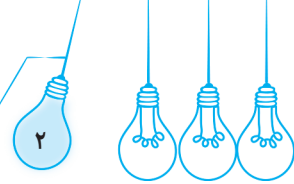
فشار برحسب سانتی‌متر جیوه برابر است با:

$$P = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow 68 \times 10^3 = 13600 \times 10 \times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 0.5 m = 50 cm$$

بنابراین فشار ۶۸kPa معادل ۵۰ سانتی‌متر جیوه است.

با توجه به معادله حالت داریم:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{P}{P_0} \times V = 1 \times R \times T \quad (I)$$



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

$$W_f = -\frac{1}{\lambda} K \Rightarrow W_f = -\frac{1}{\lambda} \left( \frac{1}{2} m v_f^2 \right) \Rightarrow W_f = -\frac{1}{16} m (\lambda)^2 \Rightarrow W_f = -4m$$

۴ قانون پایستگی انرژی را نوشته و  $v_f$  را حساب می‌کنیم.

$$E_f - E_i = W_f \Rightarrow K_f + U_f - E_i = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_f^2 + mgh_f - E_i = -4m \Rightarrow \frac{1}{2} m v_f^2 + 30m - 52m = -4m$$

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

۱۱ B

**خط‌نکری** طول اولیه 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 میله مس بیشتر از میله آهنی خواهد شد و برای اینکه اختلاف طول دو میله  $3 \text{ mm}$  باشد باید افزایش طول میله مس  $3/3$  میلی‌متر بیشتر از افزایش طول میله آهنی باشد: افزایش طول هر دو میله را  $(\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta)$  حساب کنید و تفاضل آن‌ها را برابر  $3 \text{ mm}$  قرار دهید.

۱ معادله افزایش طول میله مس را می‌نویسیم. برای آن که این افزایش برحسب میلی‌متر به‌دست آید طول اولیه مس را برحسب میلی‌متر ( $500 \text{ mm} = 500 \times 10^{-3} \text{ m}$ ) قرار می‌دهیم:

$$\Delta L_{Cu} = L_{Cu} \alpha_{Cu} \Delta \theta \Rightarrow \Delta L_{Cu} = 500 \times 10^{-3} \times 10^{-5} \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta L_{Cu} = 9 \times 10^{-3} \Delta \theta$$

۲ معادله افزایش طول میله آهن را می‌نویسیم:

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

۳ اختلاف  $\Delta L_{Fe}$  و  $\Delta L_{Cu}$  برابر  $3 \text{ mm}$  است:

$$\Delta L_{Cu} - \Delta L_{Fe} = 3 \text{ mm} \Rightarrow 9 \times 10^{-3} \Delta \theta - 6 \times 10^{-3} \Delta \theta = 3$$

$$\Rightarrow 3 \times 10^{-3} \Delta \theta = 3 \Rightarrow \Delta \theta = 1000^\circ \text{C}$$

۱۲ B

**خط‌نکری** در این فرآیند یخ از آب  $2^\circ \text{C}$  گرمای می‌گیرد. ابتدا یخ  $1^\circ \text{C}$  به یخ  $0^\circ \text{C}$  تبدیل می‌شود، سپس یخ  $0^\circ \text{C}$  با دریافت گرما از آب، ذوب می‌شود و به آب  $0^\circ \text{C}$  تبدیل شده و سرانجام دمای آن  $5^\circ \text{C}$  می‌شود. در این مدت، آب  $2^\circ \text{C}$  با از دست دادن گرما به آب  $5^\circ \text{C}$  تبدیل می‌شود. گرمایی که یخ  $1^\circ \text{C}$  می‌گیرد تا به آب  $5^\circ \text{C}$  تبدیل شود و هم‌چنین گرمایی که آب  $2^\circ \text{C}$  از دست می‌دهد تا دمایش  $5^\circ \text{C}$  شود را حساب کنید و برابر قرار دهید تا بتوانید جرم آب  $2^\circ \text{C}$  را به‌دست بیاورید.

۱ گرمای لازم برای رسیدن یخ  $1^\circ \text{C}$  به آب  $5^\circ \text{C}$  را حساب می‌کنیم:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg} &\xrightarrow[\text{یخ } -1^\circ \text{C}]{Q_1} 1 \text{ kg} && \xrightarrow[\text{یخ } 0^\circ \text{C}]{Q_2} 1 \text{ kg} && \xrightarrow[\text{آب } 5^\circ \text{C}]{Q_3} 1 \text{ kg} \\ m'c_{\text{یخ}} \Delta \theta_1 &&& m'c_{\text{یخ}} \Delta \theta_2 && m'c_{\text{آب}} \Delta \theta_3 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{یخ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m'c_{\text{یخ}} \Delta \theta_1 + m'c_{\text{یخ}} \Delta \theta_2 + m'c_{\text{آب}} \Delta \theta_3$$

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

۲ گرمایی که آب  $2^\circ \text{C}$  از دست می‌دهد تا به آب  $5^\circ \text{C}$  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:

$$Q_{\text{یخ}} = Q_{\text{آب}} \rightarrow 2100 \times 1 + 336000 + 4200 \times 5 = m \times 4200 \times 15$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را بر}} 10 + 160 + 10 = 30m \rightarrow 180 = 30m \rightarrow m = 6 \text{ kg}$$

**میانبر** می‌توان  $c$  که برابر  $2100$  است را به‌عنوان  $c$  گرفت در این صورت:

آب  $c$  که برابر  $4200$  است برابر  $2c$  و  $L_F$  که برابر  $336000$  بوده برابر  $160c$  می‌شود:

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

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

$$\rho_M = \rho_N \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3 \Rightarrow 1 \times 15 = 0 / \lambda h_p + 1 / 3 (15 - 2x)$$

$$15 = 0 / \lambda h_p + 15 - 2 / 3 x \Rightarrow 0 / \lambda h_p = 2 / 3 x \Rightarrow x = \frac{4}{13} h_p$$

۳ اکنون باید به دقت به شکل حالت دوم و اعداد روی شاخه راست و چپ دقت کنید.  $h_1$  با مجموع  $h_p$  و  $h'_p$  برابر است.

$$h_1 = h'_p + h_p \Rightarrow 15 = \left( \frac{15}{13} - 2x \right) + h_p \Rightarrow h_p - 2x = 15 - \frac{15}{13} = \frac{45}{13}$$

۴ از رابطه (I) در رابطه بالا جایگذاری می‌کنیم

$$\frac{45}{13} = h_p - \frac{4}{13} h_p \Rightarrow \frac{5}{13} h_p = \frac{45}{13} \Rightarrow h_p = 9 \text{ cm}$$

$$V_p = Ah_p = 1 \times 9 = 9 \text{ cm}^3$$

حجم مایع اضافه شده خواهد شد:

بالا خمره تموم شد. عجب محاسبات عددی و حشت‌ناکی! پس باید محاسبات عددی خورمون رو به‌شدت تقویت کنیم.

۹ B

**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.

$$K_1 = 0 \quad W_g = mgh \Rightarrow W_g = \frac{50}{1000} \times 10 \times \frac{8}{100} = 4 \text{ J}$$

$$U_g = 0 \quad U_p = 0$$

$$U_g = 0 \quad U_p = 0$$

$$U_g = 0 \quad U_p = 0$$

$$U_g = 0 \quad U_p = 0$$

$$E_f - E_i = W_f \Rightarrow U_f + K_f - (U_i + K_i) = W_f$$

$$h_1 = 0 / \lambda m \quad \text{پس } U_1 \text{ برابر } mgh_1 \text{ بوده که } 8 \text{ cm}$$

است و  $K_1$  برابر صفر است. هنگام رسیدن به زمین  $U_p$  صفر است. بنابراین:

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

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times 9 - \frac{5}{1000} \times 10 \times \frac{8}{100} = W_f \Rightarrow 2 / 25 - 4 = W_f \Rightarrow W_f = -1 / 75 \text{ J}$$

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

۱۰ B

۱ انرژی مکانیکی در لحظه پرتاب را به‌دست می‌آوریم:

(سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم.)

$$E_i = K_i + U_i \Rightarrow E_i = \frac{1}{2} m v_i^2 + mgh_i$$

$$E_o = K_o + U_o \Rightarrow E_o = \frac{1}{2} m \times 6^2 + m \times g \times 2$$

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

$$E_o = K_o + U_o \Rightarrow E_o = \frac{1}{2} m \times 6^2 + m \times g \times 2$$

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

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

$$E_f = K_f + U_f \Rightarrow E_f = \frac{1}{2} m \times v_f^2 + mg \times 3$$

$$\Rightarrow E_f = \frac{1}{2} m v_f^2 + 30m$$

$$\Rightarrow E_f = \frac{1}{2} m v_f^2 + 30m$$

$$\Rightarrow E_f = \frac{1}{2} m v_f^2 + 30m$$

$$\Rightarrow E_f = \frac{1}{2} m v_f^2 + 30m$$



نیروی وارد بر قایق برابر است اما جرم قایق اول ۴ برابر قایق دوم است ( $m_1 = 4m_2$ ) و بنا به قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F = ma \xrightarrow{F_1 = F_2} m_1 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow 4m_2 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{4} a_2 \quad (1)$$

با توجه به رابطه مستقل از زمان می‌توان نوشت:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{\Delta x_1 = \Delta x_2 = d} \begin{cases} v_1^2 - 0 = 2a_1 d \\ v_2^2 - 0 = 2a_2 d \end{cases}$$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{a_1}{a_2} \xrightarrow{(1)} \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{a_1}{\frac{1}{4}a_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$$

### ۱۷ یادآوری

به حاصل ضرب جرم جسم ( $m$ ) در گرمای ویژه جسم ( $c$ ) ظرفیت گرمایی گویند.

در ابتدا ظرفیت گرمایی جسم برابر  $m_1 c = 2100 \text{ J/K}$  بوده و با کم کردن جرم به اندازه  $1 \text{ kg}$  ( $m_2 = m_1 - 1$ ) ظرفیت گرمایی  $20\%$  کاهش یافته بنابراین:

$$m_2 c = \frac{\lambda}{100} m_1 c \Rightarrow m_2 - 1 = \frac{\lambda}{100} m_1 \Rightarrow \frac{1}{100} m_1 = 1 \Rightarrow m_1 = 100 \text{ kg}$$

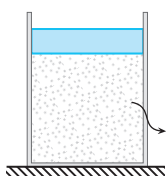
گرمای ویژه خواهد شد:

$$m_1 c = 2100 \Rightarrow \lambda c = 2100 \Rightarrow c = 420 \text{ J/kgK}$$

### ۱۸

**خط فقری:** فشار گاز برابر مجموع فشار هوا  $P_0$  و فشار ناشی از وزن پیستون است که در دو حالت قبل و بعد از افزایش دما، یکسان است ( $P_1 = P_2$ ) اکنون کافی است با توجه به این مطالب به کمک قانون گازها مسئله را حل کنید.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$$



در کسر بالا تفصیل نسبت در صورت انجام می‌دهیم.

$$\frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \quad (I)$$

دمای اولیه گاز برحسب کلوین برابر

$$T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\Delta V = A \times \Delta h \xrightarrow{\substack{A = 50 \text{ cm}^2 \\ h = 2 \text{ cm}}} \Delta V = 50 \times 2 = 100 \text{ cm}^3$$

در رابطه (I) جایگذاری می‌کنیم.

$$\frac{\Delta T}{300} = \frac{100}{2000} \Rightarrow \Delta T = 15 \text{ K}$$

### ۱۹

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:

$$|W| = S = \frac{2 \times 10^5 + 3 \times 10^5}{2} \times (4 - 1) \times 10^{-3} \Rightarrow |W| = 750 \text{ J}$$

$$\xrightarrow{W < 0} W = -750 \text{ J}$$

انرژی درونی یک گاز کامل فقط تابع دمای گاز است. بنابراین ( $U \propto T$ )

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (I)$$

خواهیم داشت:

### ۱۳

به کمک تبدیلات زنجیره‌ای جرم  $182$  قیراط را به کیلوگرم تبدیل می‌کنیم.

$$182 \times \underbrace{\frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}}}_{\text{ضریب تبدیل}} \times \underbrace{\frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}}}_{\text{ضریب تبدیل}} \times \underbrace{\frac{10^{-3} \text{ kg}}{1 \text{ g}}}_{\text{ضریب تبدیل}} = 182 \times 200 \times 10^{-6} \text{ kg} = 36400 \times 10^{-6} \text{ kg} = 3/64 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$\Rightarrow 182 \times 200 \times 10^{-6} \text{ kg} = 36400 \times 10^{-6} \text{ kg} = 3/64 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

### ۱۴

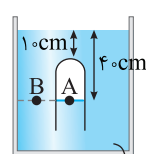
بنا به قانون اول ترمودینامیک مجموع گرمایی که ماشین به منبع دما پایین ( $Q_L$ ) می‌دهد و کار تولیدشده توسط ماشین ( $W$ ) برابر گرمایی است که ماشین از منبع دما بالا ( $Q_H$ ) دریافت می‌کند. از این رو:

$$Q_H = |W| + |Q_L| \xrightarrow{\substack{Q_H = 100 \text{ J} \\ |Q_L| = 60 \text{ J}}} 100 = |W| + 60 \Rightarrow |W| = 40 \text{ J}$$

توان خروجی: آهنگ انجام کار است از این رو:

$$P = \frac{|W|}{t} \xrightarrow{t = 0.5 \text{ s}} P = \frac{40}{0.5} \Rightarrow P = 80 \text{ W}$$

### ۱۵



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

$$P_A = P_B$$

۲ فشار در نقطه B برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون  $40 \text{ cm}$  مایع است و فشار در نقطه A برابر فشار گاز محبوس در لوله است.

$$P_B = P_A \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_{\text{گاز}} \quad (1)$$

۳ فشار پیمانه‌ای ( $P_g$ ) برابر تفاضل فشار مخزن (گاز) و فشار هوای محیط است.

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho gh \Rightarrow P_g = 1700 \times 10 \times \frac{4}{10} = 6800 \text{ Pa}$$

بنابراین:

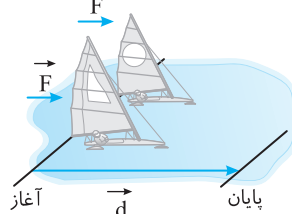
فشار را برحسب  $\text{cmHg}$  به دست می‌آوریم.

$$\rho h = \rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}} \Rightarrow 17 \times 40 = 13/6 h_{\text{Hg}} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 5 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow P_g = 5 \text{ cmHg}$$

### ۱۶

روش اول: استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی:



۱ نیروی وارد بر هر دو قایق یکسان و جابه‌جایی آن‌ها نیز یکسان است، بنابراین کار نیروی باد بر هر دو قایق یکسان است.

$$W = Fd \Rightarrow W_1 = W_2$$

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

۲ با توجه به قضیه کار و انرژی خواهیم داشت:

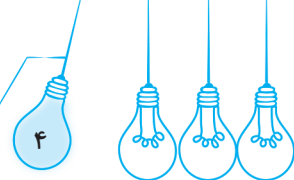
$$W = \Delta K \xrightarrow{W_1 = W_2} \Delta K_1 = \Delta K_2 \Rightarrow K_1 = K_2$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2 \xrightarrow{m_1 = 4m_2} \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow \frac{1}{2} (4m_2) v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow v_2 = 2v_1$$

$$\frac{1}{2} (4m_2) v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow v_2 = 2v_1$$

بنابراین تندی قایق سبک‌تر دو برابر قایق سنگین‌تر است.

روش دوم: استفاده از روابط حرکت‌شناسی و دینامیک



۳. بنا به قانون گازها می توان نوشت:

$$P_1 V_1 = nRT_1 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-3}}{3 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-3}}$$

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

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{8}{3} \Rightarrow U_2 = 2000 \text{ J}$$

۴. از رابطه (I) و (II) نتیجه می شود که:

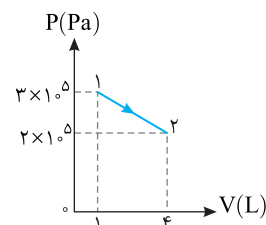
۵. با توجه به قانون اول ترمودینامیک

گرمای مبادله شده را به دست می آوریم.

$$\Delta U = Q + W$$

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

$$\Rightarrow Q = 2000 \text{ J}$$



۲۰. B

تغییر حجم جسم جامد از رابطه  $\Delta V = V_1 \times \alpha \times \Delta \theta$  به دست می آید که  $\alpha$  ضریب انبساط طولی است:

$$\Delta V = V_1 \times \alpha \times \Delta \theta \Rightarrow \frac{V_1 = 1000 \text{ cm}^3}{\Delta V = 8 \text{ cm}^3} \rightarrow \alpha = \frac{1}{1000} \times \alpha \times 120$$

$$\alpha = \frac{8}{1000 \times 3 \times 120} = \frac{8}{360000} = \frac{2}{90000} = \frac{1}{45000} = 2.2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$\Rightarrow \alpha = 2.2 \times 10^{-5} \text{ (K}^{-1}\text{)}$$

۲۱. B

۱. مسیر بدون اصطکاک است، پس از A تا B انرژی مکانیکی ثابت است. جسم از نقطه A، رها شده و انرژی جنبشی در A صفر است: (سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می کنیم.)

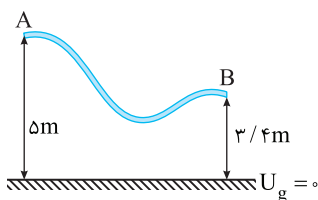
$$E_A = E_B$$

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

از دو طرف معادله را ساده می کنیم

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

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



۲. مسیر A تا C بدون اصطکاک است:

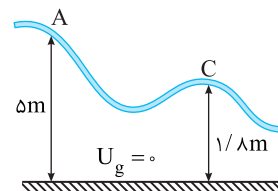
$$E_A = E_C$$

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

از دو طرف معادله را ساده می کنیم

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

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



۳. حال نسبت  $\frac{v_C}{v_B}$  را حساب می کنیم:

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

۲۲. B

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

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \rho_{\text{الکل}} + \rho_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = 1/\rho_{\text{الکل}} \rightarrow \rho_{\text{الکل}} = 8 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 8 \text{ g/cm}^3$$

۲. چگالی مخلوط برابر است با:

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

۳. جرم یک لیتر آب  $(V = 1000 \text{ cc})$  برابر  $m = 1000 \text{ g}$  است. در رابطه چگالی

مخلوط جای گذاری می کنیم:

$$8 = \frac{1000 + m_{\text{الکل}}}{1000 + V_{\text{الکل}}} \rightarrow 8(1000 + V_{\text{الکل}}) = 1000 + m_{\text{الکل}}$$

$$8800 + 8V_{\text{الکل}} = 1000 + m_{\text{الکل}} \Rightarrow 8V_{\text{الکل}} = 1200$$

$$\Rightarrow V_{\text{الکل}} = \frac{1200}{8} = 150 \text{ cm}^3$$

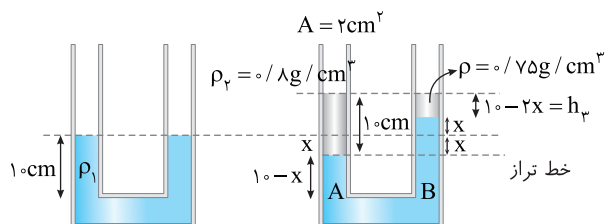
۲۳. C

۱. ارتفاع مایع  $\rho_p$  را حساب می کنیم.

$$V_p = Ah_p \rightarrow V = 2 \text{ cm}^3 \rightarrow 2 = 2h_p \Rightarrow h_p = 1 \text{ cm}$$

۲. اکنون با دقت به شکل سمت راست نگاه کنید. وقتی مایع  $\rho_p$  را اضافه می کنیم

مایع  $\rho_1$  از سمت چپ به اندازه  $x$  پایین می آید و از سمت راست به اندازه  $x$  بالا می رود.



۳. اگر خط تراز را رسم کنید. فشار در نقاط A و B برابر است. فشار در نقطه A ناشی

از ارتفاع ۱۰ cm مایع  $\rho_p$  و فشار در نقطه B ناشی از ارتفاع  $2x$  آب و از ارتفاع

$(10 - 2x)$  مایع  $\rho_3$  است. بنابراین می توان نوشت:

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

$$\Rightarrow 8 \times 10 = 1 \times 2x + 7 \times (10 - 2x)$$

$$\Rightarrow 80 = 2x + 70 - 14x \Rightarrow 10 = -12x \Rightarrow x = 1 \text{ cm}$$

۴. ارتفاع ستون  $h_p$  خواهد شد.

۵. حجم مایع  $\rho_p$  خواهد شد:

$$V_p = Ah_p = 2 \times 8 = 16 \text{ cm}^3$$

۲۴. B

خط فکری بازده یعنی نسبت کار مفید به کل کار داده شده به تلمبه. کار داده

شده به تلمبه را به کمک توان ورودی آن حساب می کنیم  $(W = Pt)$  و کار مفیدی که

تلمبه انجام می دهد بالا بردن آب به ارتفاع  $10 \text{ m}$  است  $(W_{\text{مفید}} = mgh)$  بنابراین

مسئله قابل حل است.

۱. کار ورودی به تلمبه خواهد شد:

$$W = Pt \rightarrow P = 5 \times 10^3 \text{ W} \text{ و } t = 6 \text{ s} \rightarrow W = 5 \times 10^3 \times 6 \Rightarrow W = 3 \times 10^4 \text{ J}$$

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

$$W_{\text{مفید}} = mgh \rightarrow \frac{m = 120 \text{ kg}, h = 10 \text{ m}}{g = 10 \text{ N/kg}} \rightarrow W_{\text{مفید}} = 120 \times 10 \times 10 = 12000 \text{ J}$$

۳. بازده تلمبه را به دست می آوریم.

$$Ra = \frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{ورودی}}} \times 100 \Rightarrow Ra = \frac{12000}{30000} \times 100 \Rightarrow Ra = 40\%$$



گرمایی که آلومینیوم از دست می‌دهد تا دمایش از  $\theta_1 = 94^\circ\text{C}$  به  $\theta_e = 52^\circ\text{C}$  برسد برابر گرمایی است که  $4/5\text{kg}$  آب  $\theta_p = 50^\circ\text{C}$  دریافت می‌کند تا دمای آن نیز به دمای تعادل  $\theta_e = 52^\circ\text{C}$  برسد از این رو خواهیم داشت.

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

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

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