فیزیک ۱

۱- گزینه «۳» ـ با قرار دادن گلوله درون مایع، مایع به اندازه حجم گلوله جابه‌جا می‌شود. ابتدا حجم گلوله را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{\text{گلوله}} = V_{\text{آب جابه جا شده}} = \pi R^2 \times \Delta h = 3 \times 2^2 \times (20-18) = 24\,cm^3$$

حال چگالی گلوله را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{گلوله}} = \frac{m_{\text{گلوله}}}{V_{\text{گلوله}}} = \frac{72\,g}{24\,cm^3} = 3\,\frac{g}{cm^3} = 3000\,\frac{kg}{m^3}$$

(حزنیان) (فصل اول ـ فیزیک و اندازه‌گیری ـ چگالی) (آسان)

۲- گزینه «۱» ـ فرض می‌کنیم که فشار درون مایع به‌ازای هر ۲۲ سانتی‌متر، P' اضافه می‌شود. با توجه به صورت سؤال، فشار درون مایع از عمق $22\,cm$ تا عمق $110\,cm\,(1/1m)$ به اندازه ۱۶ کیلوپاسکال اضافه شده است؛ یعنی وقتی درون مایع به اندازه ۸۸ سانتی‌متر پایین می‌رویم (۴ مرتبه ۲۲ سانتی‌متر) فشار ۱۶ کیلوپاسکال زیاد شده است؛ یعنی به ازای هر ۲۲ سانتی‌متر ۴ کیلوپاسکال.

$$4P' = 16\,kpa \Rightarrow P' = 4\,kpa$$

بنابراین وقتی از سطح آزاد مایع به اندازه ۲۲ سانتی‌متر پایین آمده‌ایم، فشار ۴ کیلوپاسکال زیاد می‌شود و به ۱۰۲ کیلوپاسکال می‌رسد، بنابراین فشار هوا برابر ۹۸ کیلوپاسکال بوده است. (حزنیان) (فصل دوم ـ ویژگی‌های فیزیکی مواد ـ فشار در شاره‌ها) (متوسط)

۳- گزینه «۱» ـ در دو نقطه از لوله U شکل که در طرفین لوله و در یک ارتفاع قرار دارند، فشار نقطه‌ای بیش‌تر است که در چگالی کم‌تری قرار داشته باشد و اختلاف فشار بین دو نقطه از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta P = \Delta\rho \times g \times h$$

که در این رابطه h فاصله نقاط تا نقاط هم‌فشار در طرفین لوله است. فشار در نقطه A بیش‌تر از فشار در نقطه B است.

$$200 = (1000-\rho_2) \times 10 \times \frac{1}{10} \Rightarrow \rho_2 = 800\,\frac{kg}{m^3}$$

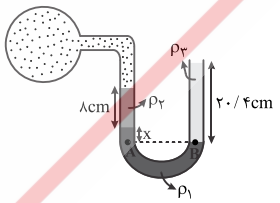
نقطه C در مرز مشترک بین دو مایع قرار دارد و فشار این نقطه با نقطه مقابل در طرف راست لوله U شکل برابر است که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_C = P_0 + \rho_1 g h' = 10^5 + 1000 \times 10 \times \frac{2}{10} = 102000\,pa = 102\,kpa$$

(حزنیان) (فصل دوم ـ ویژگی‌های فیزیکی مواد ـ لوله‌های U شکل) (دشوار)

۴- گزینه «۲» ـ با توجه به این‌که فشار پیمانه‌ای گاز $-4\,cm-Hg$ است، فشار گاز برابر است با:

$$P_{\text{گاز}} = -4 + 76 = 72\,cm - Hg$$



به کمک رابطه زیر، فشار هریک از ستون‌های مایع را برحسب سانتی‌متر جیوه به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{مایع}} h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$3/4\,\frac{g}{cm^3}$: فشار ستون ۸ سانتی‌متری مایع با چگالی $h_{\text{جیوه}} = 13/6 \times h = 3/4 \times 8$

$$\Rightarrow P_2 = 2\,cm - Hg$$

$2\,\frac{g}{cm^3}$: فشار ستون ۲۰/۴ سانتی‌متری مایع با چگالی $h_{\text{جیوه}} = 13/6 \times h = 2 \times 20/4$

$$\Rightarrow P_3 = 3\,cm - Hg$$

از طرفی می‌دانیم که فشار در نقاط A و B برابر است.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_2 + P_1 = P_3 + P_0 \Rightarrow 72 + 2 + x = 3 + 76 \Rightarrow x = 5\,cm$$

بنابراین اختلاف ارتفاع مایع‌ها در طرفین لوله برابر است با:

$$\Delta h = 20/4 - (8+5) = 7/4\,cm$$

(حزنیان) (فصل دوم ـ ویژگی‌های فیزیکی مواد ـ مانومتر) (دشوار)

۵- گزینه «۳» ـ در حالت شناوری، نیروی شناوری برابر با نیروی وزن است:

$$F_b = w$$

از آن‌جایی‌که جرم و در نتیجه وزن دو جسم با یکدیگر برابر است، پس داریم:

$$(F_b)_A = (F_b)_B$$

از طرفی می‌دانیم برای اجسامی که در حالت شناوری قرار دارند، هر چقدر چگالی آن‌ها بیش‌تر باشد، درصد بیش‌تری از حجم آن‌ها درون مایع قرار می‌گیرد؛ بنابراین با توجه به شکل صورت سوال متوجه می‌شویم که:

$$\rho_A > \rho_B$$

(حزنیان) (فصل دوم ـ ویژگی‌های فیزیکی مواد ـ نیروی شناوری) (آسان)

۶- گزینه «۲» ـ طبق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{\text{کل}} = W_F + W_f = \Delta k = \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 \Rightarrow$$

$$(110 \times 5) + (-f_{\text{اصطکاکی}} \times 5) = \frac{1}{2} \times 50 \times 4^2 - \frac{1}{2} \times 50 \times 0^2 = 400$$

$$550 - (f_{\text{اصطکاکی}}) \times 5 = 400 \Rightarrow 5 \times f_{\text{اصطکاکی}} = 150 \Rightarrow f_{\text{اصطکاکی}} = 30\,N$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ کار و انرژی جنبشی) (متوسط)

۷- گزینه «۲» ـ از آن‌جایی‌که در شرایط خلأ گلوله به سمت بالا پرتاب می‌شود، انرژی مکانیکی گلوله در تمامی نقاط ثابت است، بنابراین انرژی جنبشی گلوله در نقطه پرتاب برابر با انرژی پتانسیل گرانشی در نقطه اوج است، بنابراین داریم:

$$k = \frac{1}{2}mV^2 = U_{max} = \text{انرژی پتانسیل در نقطه اوج} \quad \text{در لحظه پرتاب}$$

از طرفی می‌دانیم که انرژی پتانسیل گرانشی جسم در هر ارتفاع از رابطه $U = mgh$ به‌دست می‌آوریم و این یعنی میزان انرژی پتانسیل گرانشی جسم در هر نقطه با ارتفاع جسم از نقطه پرتاب رابطه مستقیم دارد، بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی جسم در ارتفاع ۴۵ متری، $\frac{3}{4}$ انرژی پتانسیل گرانشی جسم در نقطه اوج است و مابقی (یعنی $\frac{1}{4}U_{max}$) برابر با انرژی جنبشی جسم است.

$$k = \frac{1}{2}mV'^2 = \frac{1}{4}U_{max} = \frac{1}{4}(\frac{1}{2}mV^2) \Rightarrow V' = \frac{1}{4}V^2 \Rightarrow V' = \frac{1}{2}v \quad \text{در نقطه موردنظر}$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ پایستگی انرژی مکانیکی) (متوسط)

۸- گزینه «۳» ـ ابتدا توان مفید پمپ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{مصرفی}}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{P_{\text{مفید}}}{5\,kw} \times 100 \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 4\,kw$$

حال باید دید در یک ساعت، پمپ چند کیلوگرم آب را $60\,m$ به بالا می‌کشد.

$$P_{\text{مفید}} = \frac{mg\Delta h}{t} \Rightarrow 4000 = \frac{m \times 10 \times 60}{60 \times 60\,s} \Rightarrow m = 24000\,kg$$

حالا باید دید ۲۴۰۰۰ کیلوگرم آب، چند مترمکعب حجم دارد.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1000\,\frac{kg}{m^3} = \frac{24000\,kg}{V} \Rightarrow V = 24\,m^3$$

(حزنیان) (فصل سوم ـ کار، انرژی و توان ـ بازده و توان) (متوسط)

۹- گزینه «۲» ـ با توجه به این‌که ضریب انبساط خطی فلز A بیش‌تر از B است و این‌که طول اولیه میله‌ها با هم برابر است، می‌توان گفت که افزایش طول میله A بیش‌تر از افزایش طول میله B است و داریم:

$$\Delta L_A - \Delta L_B = 0/225\,m \Rightarrow L_{1A}\alpha_A\Delta\theta - L_{2B}\alpha_B\Delta\theta = 0/225\,mm$$

$$\xrightarrow{L_{1A}=L_{1B}=L_1} L_1(\alpha_A - \alpha_B)\Delta\theta = 0/225\,m$$

$$\Rightarrow (1200\,mm)(17/6 \times 10^{-6} \frac{1}{k} - 15/1 \times 10^{-6} \frac{1}{k})(\Delta\theta) = 0/225\,mm$$

$$12 \times 10^2 \times 2/5 \times 10^{-6} \times \Delta\theta = 0/225 \Rightarrow \Delta\theta = \frac{0/225 \times 10^4}{12 \times 2/5} = 75^\circ C$$

حال می‌توان افزایش دمای میله‌ها را برحسب درجه فارنهایت به‌دست آوریم:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta = \frac{9}{5} \times 75 = 135^\circ F$$

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ انبساط گرمایی) (متوسط)

۱۰- گزینه «۳» ـ به کمک رابطه نسبتی می‌توان افزایش دمای جسم A به B را به‌دست آوریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\xrightarrow{m=\rho V} \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{V_A}{V_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{4}{3}$$

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ گرما) (آسان)

۱۱- گزینه «۱» ـ در طی رسیدن به تعادل گرمایی، قطعه فلزی گرما از دست می‌دهد و آب به همین میزان گرما می‌گیرد.

$$Q_{\text{آب}} \text{ دریافتی از دست داده آلومینیوم} = |Q|$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} = |m_{Al} c_{Al} \Delta\theta_{Al}| \Rightarrow$$

$$m_{\text{آب}} \times ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot °C} \times ۶°C = ۰/۴ \times ۹۰۰ \frac{J}{kg \cdot °C} \times ۲۱°C$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} = ۰/۳ kg = ۳۰۰ g$$

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ تعادل گرمایی) (متوسط)

۱۲- گزینه «۴» ـ طبق رابطه گاز کامل ابتدا باید تعداد مول‌های درون محفظه را به‌دست آوریم:

$$T = ۷ + ۲۷۳ = ۲۸۰ k$$

$$P = ۱/۴ atm = ۱/۴ \times ۱۰^{۵} pa, V = ۳/۲ lit = ۳/۲ \times ۱۰^{-۳} m^{۳}$$

$$PV = nRT \Rightarrow (۱/۴ \times ۱۰^{۵} pa)(۳/۲ \times ۱۰^{-۳} m^{۳}) = n \times ۸ \times ۲۸۰$$

$$\Rightarrow n = ۰/۲ mol$$

$$\text{جرم گاز اکسیژن } m = ۰/۲ \times ۳۲ = ۶/۴ g$$

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ گاز کامل) (آسان)

۱۳- گزینه «۴» ـ در طی فرآیند حجم گاز ۶۰ درصد کاهش می‌یابد:

$$V_۲ = ۰/۴ V_۱$$

دمای گاز از $۱۸۲°C$ به $۹۱°C$ می‌رسد:

$$T_۱ = ۱۸۲ + ۲۷۳ = ۴۴۵ = ۵ \times ۹۱ k$$

$$T_۲ = ۹۱ + ۲۷۳ = ۳۶۴ = ۴ \times ۹۱ k$$

از رابطه مقایسه‌ای قانون گاز کامل داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{۵ \times ۹۱} = \frac{P_۲ \times ۰/۴ V_۱}{۴ \times ۹۱} \Rightarrow P_۲ = ۲P_۱$$

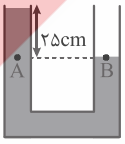
(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ گاز کامل) (آسان)

۱۴- گزینه «۴» ـ در حالت اولیه، فشار گاز محبوس برابر با فشار هوا؛ یعنی داریم:

$$P_{\text{گاز}} = ۷۵ cmHg$$

پس از اضافه کردن جیوه به شاخه سمت چپ لوله، اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لوله به ۲۵ سانتی‌متر می‌رسد، بنابراین داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\circ} + ۲۵ cmHg = P'_{\text{گاز}} \Rightarrow P'_{\text{گاز}} = ۱۰۰ cmHg$$



فرایند در دمای ثابت انجام می‌شود، بنابراین داریم:

$$P_{\text{گاز}} V_۱ = P'_{\text{گاز}} V_۲ \Rightarrow (۷۵ cmHg)(۲۰ \times A) = (۱۰۰ cmHg)(h_{\text{نهایی}} A)$$

$$\Rightarrow h_{\text{نهایی}} = ۱۵ cm$$

(حزنیان) (فصل چهارم ـ دما و گرما ـ گاز کامل) (دشوار)

۱۵- گزینه «۴» ـ در طی فرآیند A تا B حجم گاز کاهش می‌یابد، بنابراین کار انجام شده روی گاز مثبت است؛ از این رو کار انجام شده توسط گاز منفی است.

انرژی درونی گاز تابعی از دمای مطلق گاز است؛ از طرفی حاصل‌ضرب فشار گاز در حجم گاز با دمای مطلق گاز رابطه مستقیم دارد، بنابراین دمای گاز در طی فرآیند A به B کاهش می‌یابد، چرا که در طی این فرآیند حاصل‌ضرب فشار در حجم کاهش می‌یابد. حال می‌توان گفت با کاهش دمای گاز، انرژی درونی گاز نیز کاهش می‌یابد.

(حزنیان) (فصل پنجم ـ ترمودینامیک ـ تغییر انرژی درونی) (آسان)

۱۶- گزینه «۳» ـ با توجه به اطلاعات صورت سؤال و قانون گاز کامل می‌توان دریافت که دمای مطلق گاز چند برابر می‌شود.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$$

در حالت اولیه فشار پیمانه‌ای گاز $۰/۵ atm$ است، بنابراین فشار گاز در حالت اولیه $۱/۵ atm$ بوده است.

$$P_۱ = ۱/۵ atm$$

در حالت نهایی، فشار پیمانه‌ای دو برابر می‌شود؛ یعنی $۱ atm$؛ پس فشار گاز در حالت نهایی $۲ atm$ است.

$$P_۲ = ۲ atm$$

برای فرایند طی شده داریم:

$$\frac{۱/۵ \times V_۱}{T_۱} = \frac{۲ \times ۲V_۱}{T_۲} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۸}{۳}$$

انرژی درونی گاز با دمای مطلق آن رابطه مستقیم دارد.

$$\frac{U_۲}{U_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{U_۲}{۶۰۰} = \frac{۸}{۳} \Rightarrow U_۲ = ۱۶۰۰ J$$

(حزنیان) (فصل پنجم ـ ترمودینامیک ـ انرژی درونی) (متوسط)

۱۷- گزینه «۲» ـ مقدار کار انجام شده روی گاز را به کمک روابط زیر به‌دست می‌آوریم:

$$W = -p\Delta V = -nR\Delta T$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{۱۰}{۲} = ۵ mol$$

$$W = -۵ \times ۸ \times ۵۰ = -۲۰۰۰ J = -۲ kJ$$

(حزنیان) (فصل پنجم ـ ترمودینامیک ـ کار در فشار ثابت) (متوسط)

۱۸- گزینه «۱» ـ تغییر انرژی درونی در یک چرخه صفر است، پس داریم:

$$\Delta U = Q + w = ۰ \Rightarrow Q = -w$$

بنابراین گرمایی که گاز دریافت می‌کند، قرینه کار انجام شده روی آن است، از طرفی می‌دانیم که کار انجام شده روی گاز در یک چرخه را می‌توان به کمک مساحت سطح داخلی نمودار $P - V$ به‌دست آورد.

$$|W| = S = \frac{(۱ + ۰/۵) \times ۱۰^{۵}}{۲} \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = ۳۰۰$$

با توجه به جهت پادساعتگرد چرخه، کار انجام شده روی گاز مثبت است.

$$W = +۳۰۰ J \Rightarrow Q = -۳۰۰ J$$

(حزنیان) (فصل پنجم ـ ترمودینامیک ـ چرخه) (آسان)

۱۹- گزینه «۳» ـ با توجه به بازده ۶۰ درصدی ماشین گرمایی داریم:

$$۶۰ = \frac{Q_H - |Q_L|}{Q_H} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶۰ = \frac{Q_H - ۲۴}{Q_H} \times ۱۰۰ \Rightarrow Q_H = ۶۰ kJ$$

و این یعنی ماشین گرمایی در هر چرخه $۶۰ kJ$ انرژی مصرف می‌کند.

با توجه به این‌که مدت زمان هر چرخه $۰/۵ s$ است، این ماشین گرمایی در مدت ۱۰ دقیقه تعداد چرخه‌ای را که طی می‌کند به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{دور } n = \frac{۱۰ \times ۶۰ s}{۰/۵ s} = ۱۲۰۰$$

بنابراین میزان انرژی مصرفی کل این ماشین گرمایی در مدت ۱۰ دقیقه برابر است:

$$U = ۱۲۰۰ \times ۶۰ kJ = ۷۲۰۰۰ kJ$$

با توجه به این‌که گرمای حاصل از سوختن یک گرم از سوخت برابر $۳۶ kJ$ است، باید $۲۰۰۰ g$ از ماده سوختنی مصرف شود:

$$\frac{۷۲۰۰۰ kJ}{۳۶ \frac{kJ}{g}} = ۲۰۰۰ g = ۲ kg$$

(حزنیان) (فصل پنجم ـ ترمودینامیک ـ ماشین گرمایی) (متوسط)

۲۰- گزینه «۲» ـ مقدار گرمای لازم برای تبدیل $۲ kg$ آب با دمای $۱۶°C$ یخ $-۸°C$ برابر است با:

$$Q = (۲ \times ۴۲۰۰ \times ۱۶) + (۲ \times ۳۳۶۰۰۰) + (۲ \times ۲۱۰۰ \times ۸) = ۸۴ \times ۱۰^{۴} J$$

با توجه به ضریب عملکرد یخساز می‌توان کار انجام شده توسط آن را به‌دست آورد.

$$k = \frac{Q_L}{w} \Rightarrow w = \frac{۸۴ \times ۱۰^{۴} J}{۳/۵} = ۲۴ \times ۱۰^{۴} J$$

با توجه به توان مصرفی یخساز می‌توان مدت زمان لازم برای یخ بستن آب را محاسبه کرد.

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{w}{t} \Rightarrow ۴۰۰ = \frac{۲۴ \times ۱۰^{۴}}{t} \Rightarrow t = \frac{۲۴ \times ۱۰^{۴}}{۴ \times ۱۰^{۲}} = ۶۰۰ s = ۱۰ min$$

(حزنیان) (فصل پنجم ـ ترمودینامیک ـ یخچال) (دشوار)