۱ می‌خواهیم ظرفی به گنجایش ۹۰۰ سانتی‌متر مکعب را با آب تولید شده از ذوبِ یخ، پُر کنیم. برای این منظور باید چند سانتی‌متر مکعب یخ را ذوب نماییم؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱\frac{g}{cm^۳} \ , \ \rho_{\text{یخ}} = ۰/۹\frac{g}{cm^۳})$

۱) ۸۱۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۱۰۰

۲ آهنگ خروج آب از یک شیر آتش‌نشانی ۹۰ گالن بر دقیقه است. اگر با این شیر بخواهیم استخری به مساحت قاعدهٔ $(۲۲ \times ۵۰)\,m^۲$ را پُر کنیم، آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر برحسب $\frac{cm}{s}$ کدام است؟ (هر گالن معادل ۴/۴ لیتر است.)

۱) $۶/۶ \times ۱۰^{-۱}$ ۲) ۶×۱۰^{-۴} ۳) $۳/۶ \times ۱۰^{-۲}$ ۴) $۶/۶ \times ۱۰^{-۲}$

۳ جسمی به جرم $۰/۵kg$ که با سرعت $۲\frac{m}{s}$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حرکت است، به فنری برخورد می‌کند. اگر مسافتی که این جسم از لحظه‌ی برخورد به فنر تا فشرده شدن کامل فنر طی می‌کند، $۵cm$ باشد، اندازه‌ی نیروی متوسط فنر چند نیوتون است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

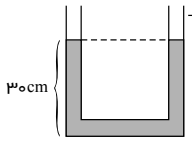
۴ یک پمپ آب قادر است $۴۰kg$ آب را توسط لوله از عمق ۱۰ متری، تا سطح زمین بالا آورده و آن را با تندی $۵\frac{m}{s}$ از دهانهٔ لوله خارج نماید. اگر بازده پمپ ۷۵% باشد، انرژی ورودی به پمپ چند کیلوژول است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۴ ۲) ۴/۵ ۳) ۶ ۴) ۷/۵

۵ در یک ظرف استوانه‌ای مقداری آب به جرم m و مقداری جیوه به جرم $۵m$ ریخته شده است. مجموع ارتفاع این دو مایع $۹۳cm$ است. فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف، چند کیلو پاسکال است؟ $(g = ۱۰m/s^۲$ و $\rho_{\text{آب}} = ۱gr/cm^۳$ و $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶gr/cm^۳)$

۱) ۶۷/۹ ۲) ۴۰/۸ ۳) ۳۰/۴ ۴) ۶/۸

۶ در یک لولهٔ U شکل که طول قسمت افقی آن $۲۰cm$ است، تا ارتفاع $۳۰cm$ آب می‌ریزیم. اگر لوله درجهت نشان داده شده با شتاب $۲/۵m/s^۲$ به حرکت درآید، اختلاف ارتفاع مایع در دو طرف لولهٔ U شکل چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$



۱) ۲/۵ ۲) ۵
۳) ۷/۵ ۴) ۱۵

۷ یک گرمکن برقی با توان $۱۰۰۰W$ و بازده ۸۴% در چند ثانیه می‌تواند ۵۰۰ گرم آب ۲۰° را به دمای ۷۰° برساند؟ $(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰\frac{kJ}{kg\cdot^\circ C}$ و ازاتلاف صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۸ دو میله یکی آلومینیمی با طول $۳m$ و دیگری فولادی با طول L متر در دمای یکسان در اختیار داریم. ضریب انبساط طولی آلومینیم $۲۳ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}$ و ضریب انبساط طولی فولاد $۱۲ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K}$ است. طول میلهٔ فولادی (L) چند متر باشد تا اختلاف طول دو میله در دماهای مختلف ثابت بماند؟

۱) ۵/۷۵ ۲) ۶/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۸/۲

۹ از بین عبارات زیر چند مورد صحیح است؟

۱) تابش گرمایی در دماهای زیر حدود $500^{\circ}C$ عمدتاً به صورت تابش فرابنفش است.

۲) تف سنج تابشی به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری دماهای بالای $1100^{\circ}C$ انتخاب شده است.

۳) تغییر کمیت دماسنجی، اساس کار دماسنج‌ها است.

۴) در دماسنج جیوه‌ای و الکلی، کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع دورن لولهٔ دماسنج است.

۵) گسترهٔ دماسنجی دماسنج‌تر موکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.

۶) دماسنج ترموکوپل جزو دماسنج‌های معیار است.

۷) نیروی بین مولکولی کوتاه‌بُرد بوده و این نیرو در مولکول‌های آب به صورت هم‌چسبی است.

۱) ۳ مورد ۲) ۴ مورد ۳) ۵ مورد
۴) ۶ مورد

۱۰ یک ماشین گرمایی با بازدهٔ ۰٫۶ در هر چرخه ۳۰۰۰۰ ژول گرما دریافت می‌کند. با این ماشین گرمایی چند یخچال با ضریب عملکرد ۴ را می‌توان روشن نگاه داشت. در صورتی که هر یخچال در هر چرخه $8000J$ گرما از داخل یخچال بیرون بکشد؟

۱) ۲ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۵

۱۱ مقدار گرمای لازم برای تبخیر یک مول آب در ظرف درباز (در فشار ثابت) برابر L است. تغییر انرژی درونی یک مول آب در این فرآیند ΔU است. در این‌صورت:

۱) $\Delta U < L$ ۲) $\Delta U = L$
۳) $\Delta U > L$ ۴) بستگی به مقدار آب موجود دارد.

۱۲ اگر به صورت بی‌دررو، حجم گاز کاملی کم شود:

۱) دمای گاز کم می‌شود. ۲) انرژی درونی گاز ثابت می‌ماند.
۳) متوسط انرژی جنبشی ذرات گاز زیاد می‌شود. ۴) فشار گاز کم می‌شود.

پاسخنامه تشریحی

۱ **گزینه ۳** با ذوب شدن یخ، جرم آن تغییر نمی‌کند. پس داریم:

$$m_{\text{یخ}} = m_{\text{آب}} \xrightarrow{m=\rho V} \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}}$$

$$\xrightarrow{V_{\text{آب}}=V_{\text{ظرف}}=۹۰۰cm^۳} \frac{۹}{۱۰} \times V_{\text{یخ}} = ۱ \times ۹۰۰ \rightarrow V_{\text{یخ}} = ۱۰۰۰cm^۳$$

۲ **گزینه ۲** ابتدا براساس محاسبات زیر رابطهٔ بین آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر و آهنگ خروج آب از شیر (آهنگ افزایش حجم آب) را به‌دست می‌آوریم:

$$V = A \times h \Rightarrow \Delta V = A \times \Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\Delta V}{A}$$

$$\text{آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر}: \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta V}{A}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta V}{\Delta t}}{A}$$

پس می‌توان گفت:

$$\text{آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر} = \frac{\text{آهنگ افزایش حجم آب}}{\text{مساحت قاعدهٔ استخر}}$$

$$\Rightarrow \text{آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر} = \frac{۹۰ \frac{Gal}{\min}}{(۲۲ \times ۵۰)\, m^۲} = \frac{۹}{۱۱۰} \frac{Gal}{\min \cdot m^۲}$$

و طبق روش تبدیل واحد زنجیره‌ای داریم:

$$\text{آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر} = \frac{۹}{۱۱۰} \frac{Gal}{\min \cdot m^۲} \times \left(\frac{۴٫۴L}{۱\, Gal}\right) \times \left(\frac{۱m^۳}{۱۰۰۰L}\right) \times \left(\frac{۱ \min}{۶۰\, s}\right)$$

$$= \frac{۹}{۱۱۰} \times ۴٫۴ \times ۱۰^{-۳} \times \frac{۱}{۶۰} \frac{m}{s} = ۶ \times ۱۰^{-۶} \frac{m}{s} \times \left(\frac{۱\, cm}{۱۰^{-۲} m}\right) = ۶ \times ۱۰^{-۴} \frac{cm}{s}$$

۳ **گزینه ۴** باتوجه به بدون اصطکاک بودن مسیر حرکت، براساس اصل پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow (\cancel{U_۱^{\circ}} + K_۱) = (U_۲ + \cancel{K_۲^{\circ}}) \Rightarrow \frac{۱}{۲} m v_۱^۲ = U_{\text{فنر } ۲} \Rightarrow U_{\text{فنر } ۲} = \frac{۱}{۲} \times ۰٫۵ \times ۲^۲ = ۱J$$

می‌دانیم، کار نیروی فنر برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل کشسانی سامانه‌ی جسم - فنر است، پس داریم:

$$W_{\text{فنر}} = -\Delta U_{\text{فنر}} = -(U_۲ - U_۱)_{\text{فنر}} = -(۱ - ۰) \Rightarrow W_{\text{فنر}} = -۱J$$

با کشیدن یا فشردن فنر به اندازه‌ی d از مکان تعادلش، نیرویی در خلاف جهت جابه‌جایی به دست یا جسمی که باعث این تغییر طول در فنر شود وارد می‌شود، پس داریم:

$$W_{\text{فنر}} = (F_{\text{فنر}} \cos ۱۸۰^{\circ}) d \Rightarrow -۱ = F_{\text{فنر}} \times (-۱) \times \frac{۵}{۱۰۰} \Rightarrow F_{\text{فنر}} = ۲۰N$$

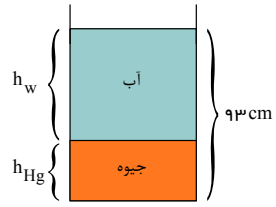
۴ **گزینه ۳**

$$W_t = \Delta K \rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{پمپ}} = \frac{۱}{۲} m V_۲^۲ - \frac{۱}{۲} m V_۱^۲$$

$$\xrightarrow{V_۱=۰} -۴۰ \times ۱۰ \times ۱۰ + W_{\text{پمپ}} = \frac{۱}{۲} \times ۴۰ \times ۵^۲ \rightarrow W_{\text{پمپ}} = ۵۰۰ + ۴۰۰۰ = ۴۵۰۰J \rightarrow W_{\text{خروجی}} = ۴۵۰۰J$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ \rightarrow ۷۵ = \frac{۴۵۰۰}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ \rightarrow \text{انرژی ورودی} = ۶۰۰۰J = ۶kJ$$

۵ گزینه ۲



$$m_{Hg} = ۵m_W$$

$$(\rho V)_{Hg} = ۵(\rho V)_W \xrightarrow[A=\text{ثابت}]{V=Ah} \rho_{Hg}h_{Hg} = ۵\rho_W h_W \rightarrow ۱۳٫۶h_{Hg} = ۵(۱)(h_W)$$

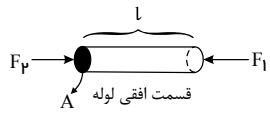
$$\rightarrow h_W = ۲٫۷۲h_{Hg} \xrightarrow{h_W+h_{Hg}} \begin{cases} h_{Hg} = ۲۵cm \\ h_W = ۶۸cm \end{cases}$$

کل از طرف دو مایع $P_T = P_W + P_{Hg} = \rho_W gh_W + \rho_{Hg}gh_{Hg} = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۶۸}{۱۰۰} + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۲۵}{۱۰۰}$

$$\rightarrow P_T = ۶۸۰۰Pa + ۳۴۰۰۰Pa = ۴۰٫۸_{kPa}$$

۶ گزینه ۲

قدم اول) قسمت افقی لوله را در نظر می گیریم و قانون دوم نیوتن را برای حجم مایع محصور شده در این قسمت می‌نویسیم:



$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = \rho AL$$

قدم دوم) $F_۱$ و $F_۲$ از طرف مایع در شاخه‌های قائم لولهٔ U شکل وارد شده است:

$$\begin{cases} F_۲ = P_{۲A} \\ F_۱ = P_{۱A} \end{cases} \rightarrow \Delta F = F_۲ - F_۱ = P_{۲A} - P_{۱A} = \Delta P_A = \rho g(h_۲ - h_۱)A$$

$$\begin{cases} \Delta F = ma \Rightarrow \Delta F = (\rho A\ell)a \\ \Delta F = \rho A\ell a = \rho g(h_۲ - h_۱)A \rightarrow \ell a = g\Delta h \end{cases} \rightarrow \Delta h = \frac{\ell a}{g} = \frac{۰٫۲ \times ۲٫۵}{۱۰} = \frac{۰٫۵}{۱۰} = \frac{۱}{۲۰}m = ۵cm$$

۷ گزینه ۱

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{۸۴}{۱۰۰} \times Pt = ۰٫۵ \times ۴۲۰۰ \times (۷۰ - ۲۰) \Rightarrow ۸۴۰t = ۲۱۰۰ \times ۵۰ \Rightarrow t = ۱۲۵s$$

۸ گزینه ۱

$$L_۲ = L_۱ + \Delta L \qquad L'_۲ = L'_۱ + \Delta L'$$

اختلاف طول‌ها ثابت است، پس:

$$L'_۲ - L'_۱ = L_۲ - L_۱ \Rightarrow L'_۲ - L_۲ = L'_۱ - L_۱$$

$$\Rightarrow \Delta L = \Delta L' \Rightarrow L_۱\alpha\Delta T = L'_۱\alpha'\Delta T \Rightarrow ۳ \times ۲۳ \times ۱۰^{-۶} = L \times ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow L = \frac{۲۳}{۴} = ۵٫۷۵m$$

۹ گزینه ۲ موارد (۱)، (۲) و (۶) نادرست بوده و باقی موارد درست هستند. بنابراین ۴ مورد صحیح است. یعنی گزینهٔ ۲ درست است.

۱	✗
۲	✗
۳	✓
۴	✓
۵	✓
۶	✗
۷	✓

۱۰ گزینه ۳ اول) ابتدا ببینیم که این ماشین در هر چرخه چند ژول کار خروجی دارد:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \rightarrow \frac{۶}{۱۰} = \frac{|W|}{۳۰۰۰۰} \rightarrow |W| = ۱۸۰۰۰J$$

دوم) اینکه محاسبه کنیم هر یخچال در هر چرخه چه مقدار کار نیاز دارد، که روشن بماند:

$$K=\frac{Q_c}{W'}\rightarrow ۴=\frac{۸۰۰۰}{W'}\rightarrow W'=۲۰۰۰J$$

و در نهایت محاسبه می کنیم هر ماشین کار مورد نیاز چند یخچال را تأمین می کند:

$$N=\frac{|W|}{W'}=\frac{۱۸۰۰۰}{۲۰۰۰}=۹$$ یخچال

۱۱ گزینه ۱ قدم اول: هنگامی‌که در فشار ثابت (فشار هوای محیط را که آب درحال تبخیر ناگریز در این محیط است ثابت است) یک مول آب را تبخیر می‌کنیم، حجم آن افزایش می‌یابد. بنابراین کار محیط (هوای محیط) روی آن منفی است. $W<۰$

قدم دوم: طبق قانون اول ترمودینامیک:

$$\begin{cases}\Delta U=Q+W=L+W\\ W<۰\rightarrow \Delta U=L-|W|\rightarrow \Delta U<L\end{cases}$$

۱۲ گزینه ۳ در فرآیند بی‌دررو: $Q=۰\ ,\ \Delta U=W$

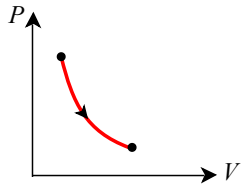
وقتی گاز منبسط می‌شود، کار انجام می‌دهد $(W<۰)$ و وقتی منقبض می‌شود، روی گاز کار انجام می‌شود $(W>۰)$

انرژی درونی گاز کامل تنها به دمای مطلق آن بستگی دارد. یعنی هر گاه دما زیادتر شود، انرژی درونی گاز کامل هم زیاد می‌شود و هر گاه دما کم شود، انرژی درونی گاز کامل هم کم می‌شود.

*دمای مطلق گاز با متوسط انرژی جنبشی ذرات آن متناسب است.

در این آزمایش:

دما و انرژی درونی زیاد شده است. $\Rightarrow \Delta U>۰\xrightarrow[\Delta U=W]{\text{بی دررو}}W>۰\Rightarrow$ انقباض گاز



*در فرآیند بی‌دررو با کاهش حجم فشار گاز زیاد می‌شود.

پاسخنامه کلیدی

۱	۳	۴	۳	۷	۱	۱۰	۳
۲	۲	۵	۲	۸	۱	۱۱	۱
۳	۴	۶	۲	۹	۲	۱۲	۳