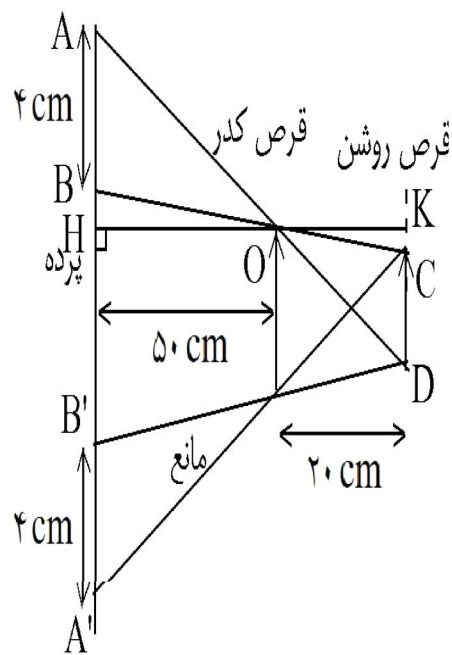


۲۶- اگر آینه ثابت باشد و جسم با سرعت V به آن نزدیک شود، تصویر با سرعت V به آینه نزدیک می‌شود. اگر جسم ثابت باشد و آینه با سرعت V' به طرف جسم حرکت کند، تصویر با سرعت $2V'$ به آن نزدیک می‌شود، بنابراین در این مسئله تصویر با سرعت $V + 2V'$ انتقال پیدا می‌کند. پس گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



۲۷- AB و $A'B'$ نیمسایه‌های روی پرده هستند که طولشان ۴ سانتی‌متر است. دو

مثلث OAB و OCD متشابه‌اند، پس:

$$\frac{DC}{AB} = \frac{OK}{OH} \Rightarrow \frac{DC}{4} = \frac{20}{50} \Rightarrow DC = \frac{4}{5} = 1/6 \text{ cm}$$

بنابراین گزینه‌ی ۳ پاسخ درست است.

۲۸- با توجه به شکل S' تصویر S نسبت به آینه تخت است بنابراین فاصله آن تا آینه تخت ۹ cm می‌باشد. حال نقطه S' برای آینه مقعر حکم یک شیء حقیقی را دارد که تصویر آن مجدداً بر روی S ایجاد می‌شود بنابراین فاصله S' تا آینه مقعر همان p است که برابر ۳۶ cm می‌باشد و فاصله S از آینه مقعر نیز حکم q را دارد پس داریم:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{36} + \frac{1}{18} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{18 \times 36}{18 + 36} = 12 \text{ cm}$$

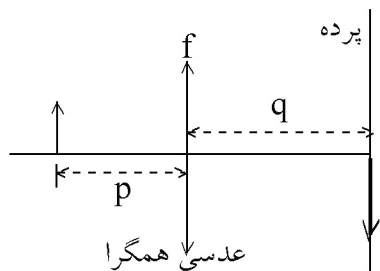
بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۲۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. تصویر اول حقیقی و تصویر دوم مجازی است.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{2p} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3}{2p} = \frac{1}{f} \Rightarrow 2p = 3f$$

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{2p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{2p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow 2p' = f \Rightarrow 2(p - 4) = f$$

$$\Rightarrow 2p - 8 = f \Rightarrow 3f - 8 = f \Rightarrow 2f = 8 \Rightarrow f = 4 \text{ cm}$$



$$\begin{cases} p + q = 24 \text{ cm} \Rightarrow q = 24 - p \\ \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{p+q}{pq} = \frac{1}{f} \end{cases} \Rightarrow \frac{24}{p(24-p)} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow p^2 - 24p + 24f = 0$$

اگر بخواهیم فقط در یک حالت تصویر واضحی از جسم بر روی پرده ایجاد شود، باید معادله درجه دوم بدست آمده فقط یک ریشه داشته باشد.

$$\Delta = 0 \Rightarrow (-24)^2 - 4 \times 1 \times (24f) = 0 \Rightarrow 24 - 4f = 0 \Rightarrow f = 6 \text{ cm}$$

پس ریشه مضاعف معادله مذکور چنین است:

$$p = -\frac{b}{2a} = \frac{-(-24)}{2 \times 1} = 12 \text{ cm}$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

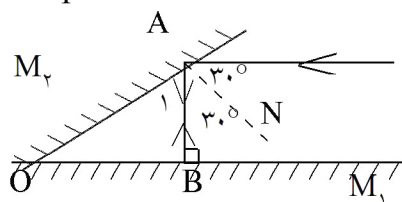
روش دوم:

اگر عدسی در حالتی که $p = a$ و $q = b$ هستند، تصویر واضحی از جسم را روی پرده ایجاد کند، با توجه به برگشت پذیری نور، اگر محل جسم و پرده را عوض کنیم، باز هم تصویر واضحی روی پرده ایجاد خواهد شد. یعنی در حالت $p = b$ و $q = a$. اگر بخواهیم این دو حالت یکسان باشند و طبق سؤال فقط در یک وضع از شیء تصویر واضحی روی پرده تشکیل شود باید داشته باشیم: $a = b$ و به عبارت دیگر: $p = q$ پس می توانیم بنویسیم:

$$\left. \begin{aligned} p &= q \\ p + q &= 24 \end{aligned} \right\} \Rightarrow p = q = 12 \text{ cm}$$

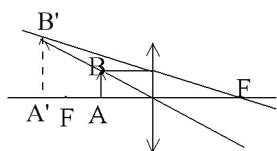
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} \Rightarrow f = 6 \text{ cm}$$

۳۱- گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.



چون پرتو بازتابش و پرتو تابش در آینه M_1 برهم منطبق هستند لذا باید پرتو تابش بطور قائم بر این آینه بتابد. پس با توجه به شکل می توان گفت که زاویه \hat{A}_1 برابر $90 - 30 = 60^\circ$ می باشد. بنابراین در مثلث OAB زاویه B برابر

90 درجه و زاویه A_1 برابر 60 درجه است پس زاویه O برابر 30 درجه خواهد بود.



۳۲- در عدسی همگرا وقتی تصویر مجازی باشد، q منفی است پس فاصله بین جسم و تصویر $-q - p = 5 \text{ cm}$ (۱)

$-q - p$ است. پس:

$$M = \frac{A'B'}{AB} = \left| \frac{q}{p} \right| \Rightarrow 2 = \frac{-q}{p} \Rightarrow q = -2p \quad (2)$$

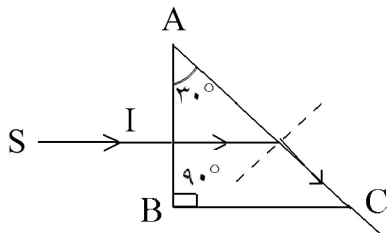
از طرفی داریم:

$$(1), (2) \Rightarrow \begin{cases} p = 5 \text{ cm} \\ q = -10 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{5} - \frac{1}{10} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 10 \text{ cm}$$

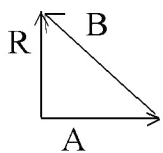
پس گزینه ۲ صحیح است.

۳۳- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. نور بدون انحراف از وجه AB می گذرد و با زاویه ی تابش ۳۰ درجه به وجه AC می تابد و ۳۰ درجه زاویه ی حد این منشور است، پس در خروج، موازی با سطح خارج می شود، یعنی با خط عمود بر سطح، زاویه ی ۹۰ درجه می سازد.



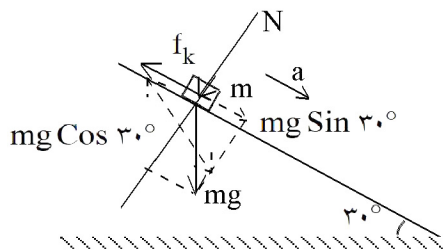
$$\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} \Rightarrow C = 30^\circ$$

۳۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر شکل مقابل را مطابق متن سوال رسم کنیم می توان نتیجه گرفت که:



$$|\vec{B}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{R}|^2} = \sqrt{2|\vec{A}|^2} = \sqrt{2}|\vec{A}| \Rightarrow \frac{|\vec{B}|}{|\vec{A}|} = \sqrt{2}$$

۳۵- راه حل اول:



$$V^2 - V_0^2 = 2ax \Rightarrow 6^2 - 0 = 2a \times 12 \Rightarrow a = 1/5 \text{ m/s}^2$$

$$mg \sin 30^\circ - f_k = ma \Rightarrow 5 \times 10 \times \frac{1}{2} - f_k = 5 \times 1/5 \Rightarrow$$

$$f_k = 17/5 \text{ N}$$

$$W_{f_k} = -f_k \cdot x = -17/5 \times 12 = -210 \text{ J}$$

راه حل دوم:

می دانیم تغییرات انرژی مکانیکی جسم برابر است با کار نیروی ناپایستار

$$(W'' = E_2 - E_1)$$

در این سوال، تنها نیروی ناپایستاری که روی جسم کار انجام می دهد، نیروی اصطکاک است.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{12} \Rightarrow h = 6 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} K_1 = 0 \text{ J} \\ U_1 = mgh = 5 \times 10 \times 6 = 300 \text{ J} \end{array} \right\} \Rightarrow E_1 = K_1 + U_1 = 300 \text{ J}$$

در لحظه شروع حرکت داریم:

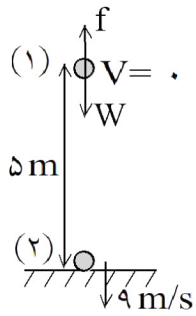
$$\left. \begin{array}{l} K_2 = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 6^2 = 90 \text{ J} \\ U_2 = 0 \text{ J} \end{array} \right\} \Rightarrow E_2 = K_2 + U_2 = 90 \text{ J}$$

در انتهای حرکت:

$$W_{f_k} = W'' = E_2 - E_1 = 90 - 300 = -210 \text{ J}$$

بنابراین گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.

۳۶- طبق قضیه ی کار و انرژی، برآیند کار کل نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است، پس:



$$\sum W = K_2 - K_1 \Rightarrow W_W + W_f = K_2 - K_1 \left. \vphantom{\sum W} \right\} \Rightarrow$$

وزن جسم: $W = mg = 10\text{ N}$

$$10 \times 5 + W_F = \frac{1}{2}(1)(4)^2 - \frac{1}{2}(1)(0) \Rightarrow W_F = 40/5 - 50 = -9/5\text{ J}$$

مقدار کار بدست آمده برابر با کار مقاومت هوا است که انرژی مکانیکی جسم را به اندازه ی $9/5\text{ J}$ کاهش داده است. بنابراین گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

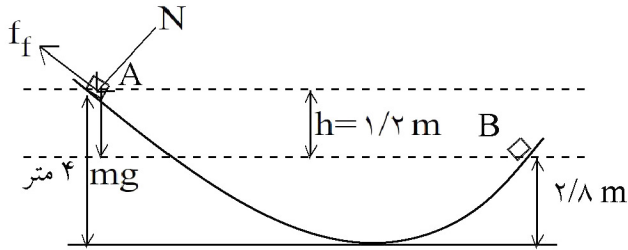
۳۷- چون بر جسم، هم نیروی پایستار وزن و هم نیروی غیرپایستار مقاومت هوا وارد می شود، تغییر انرژی مکانیکی برابر با کار نیروی غیرپایستار است، بنابراین:

$$W'' = E_2 - E_1 = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1) = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1)$$

تنها نیروی غیر پایستاری که بر جسم اثر می کند، نیروی مقاومت هوا (f) است. پس:

$$W_f = 25 + (-40) \Rightarrow -f \cdot h = -15 \Rightarrow f = \frac{15}{h} = \frac{15}{6} = 2/5\text{ N}$$

پس گزینه ۱ صحیح است.



۳۸- طبق قضیه ی کار و انرژی جنبشی، کار انجام شده توسط برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با تغییرات انرژی جنبشی جسم است. در هر لحظه بر جسم سه نیرو وارد می شود. نیروی عکس العمل سطح، همواره بر مسیر حرکت عمود است، لذا کاری روی جسم انجام نمی دهد. کار نیروی وزن مستقل از مسیر حرکت بوده و اندازه ی آن برابر با mgh می باشد که h اختلاف ارتفاع جسم است. بنابراین:

$$W_{f_f} + W_W + W_N = K_2 - K_1$$

$$W_{f_f} + mgh = 0 - 0 \Rightarrow W_{f_f} = -mgh = -4 \times 1/2 = -4/8\text{ J}$$

بنابراین گزینه ی ۲ پاسخ درست است.

۳۹- قطر گلوله آلومینیومی ۲ برابر قطر گلوله مسی است پس داریم:

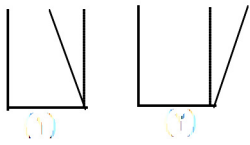
$$R_{Al} = 2R_{Cu} \Rightarrow V_{Al} = 8V_{Cu}$$

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{\rho_{Al} \cdot V_{Al}}{\rho_{Cu} \cdot V_{Cu}} = 0.3 \times 8 = 2/4$$

از طرفی طبق رابطه $m = \rho V$ داریم:

پس گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

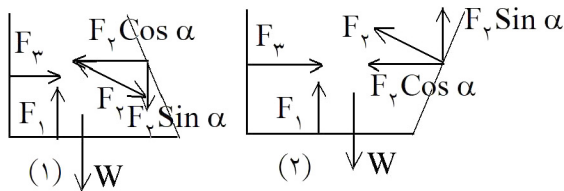
۴۰- راه حل اول:



ارتفاع آب در دو ظرف یکسان است و سطح قاعده ظرفها نیز با هم برابرند. لذا فشار در کف ظرف و نیروی وارد بر کف ظرف در هر دو ظرف یکسان است. و این نیرو برابر با وزن مایعی است که در ظرف استوانه ای شکل با همان سطح قاعده و ارتفاع ریخته شده است. پس این نیرو از وزن مایع ظرف (۲) کمتر و از وزن مایع (۱) بیشتر است و گزینه ۱ جواب صحیح است.

راه حل دوم:

در هر دو ظرف باید برآیند نیروهای وارد بر مایع صفر باشد تا مایع به حال تعادل بماند. لذا برآیند نیروها در راستای عمودی برای دو مایع باید صفر باشد. پس برای ظرف (۱) داریم:



$$W + F_2 \sin \alpha = F_1 \Rightarrow W < F_1$$

برای ظرف (۲) داریم:

$$F_2 \sin \alpha + F_1 = W \Rightarrow W > F_2$$

پس گزینه ۱ جواب صحیح است.

۴۱- برای یک استوانه با سطح مقطع A و ارتفاع h و جرم حجمی ρ ، فشار وارد بر سطح مقطع (P) بصورت زیر می باشد:

$$P = \frac{\text{وزن}}{\text{سطح مقطع}} = \frac{W}{A} = \frac{\rho V g}{A} = \frac{\rho A h g}{A} = \rho g h$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{استوانه اول: } P = \rho g h \\ \text{استوانه دوم: } P' = \rho' g h' \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{\rho h g}{\rho' h' g} \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{\rho h}{\rho' h'}$$

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۴۲- پیستون در حال تعادل است، پس مجموع نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است. P_0 فشار هوا، P_1 فشار P_0 ناشی از وزن پیستون و P_A فشار گاز درون پیستون فرض می شوند. پس:

$$P_0 A + P_1 A = P_A A \Rightarrow P_0 + P_1 = P_A \Rightarrow 10^5 + P_1 = \frac{21}{20} \times 10^5 \Rightarrow P_1 = \frac{10^5}{20} \text{ Pa}$$

$$\frac{W}{A} = \frac{10^5}{20} \Rightarrow \frac{W}{100 \times 10^{-4}} = \frac{10^5}{20} \Rightarrow W = \frac{10000}{20} = 500 \text{ N}$$

اما $P_1 = \frac{W}{A}$ است، پس:

بنابراین گزینه ۱ پاسخ درست است.

۴۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر سطح مقطعهای کوچک و بزرگ ظرف را به ترتیب با a و A نشان دهیم و افزایش نیرو بر سطح مقطع کوچک را با f افزایش نیروی وارد بر کف ظرف را با F نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = \frac{a}{A} F \Rightarrow f = \frac{2}{50} \times 1/5 \Rightarrow f = \frac{3}{50} = 0.06 \text{ N}$$

$$f = mg = (\rho V) g = (\rho a h) g$$

$$\rho = 0.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \left. \vphantom{\rho} \right\} \Rightarrow h = 5 \text{ cm}$$

$$a = 2 \text{ cm}^2 \quad v = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

۴۴- گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. سطح دو پیستون هم تراز است. پس فشار زیر پیستون کوچک نیز باید $۱۰^۵ \times ۸$ پاسکال باشد.

$$\Rightarrow \frac{F}{A} = ۸ \times ۱۰^۵ \Rightarrow \frac{mg}{A} = ۸ \times ۱۰^۵ \Rightarrow \frac{۹۶۰۰ \times ۱۰}{A} = ۸ \times ۱۰^۵ \Rightarrow A = \frac{۹۶۰۰۰}{۸} \times ۱۰^۵ = \frac{۹۶}{۸۰۰}$$

$$= ۰/۱۲ \Rightarrow A = ۰/۱۲ m^2$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow ۰/۱۲ = \pi r^2 \Rightarrow r^2 = ۰/۰۴ \Rightarrow r = ۰/۲ m = ۲۰ \text{ cm}$$

$$\text{قطر} = ۲r = ۴۰ \text{ cm}$$

۴۵- گرمایی که آب ۵ درجه سانتی گراد می گیرد تا به آب ۲۰°C تبدیل شود برابر گرمایی است که آب ۹۵°C از دست می دهد تا به آب ۲۰°C تبدیل شود پس داریم:

$$m_1 c_1 \Delta\theta_1 = m_2 c_2 \Delta\theta_2 \Rightarrow m_1 \times ۱ \times (۲۰ - ۵) = m_2 \times ۱ \times (۹۵ - ۲۰) \Rightarrow m_1 = ۵m_2$$

$$\begin{cases} m_1 + m_2 = ۱۵۰ \\ m_1 = ۵m_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1 = ۱۲۵ \text{ gr} \\ m_2 = ۲۵ \text{ gr} \end{cases} \quad \text{از طرفی داریم } m_1 + m_2 = ۱۵۰ \text{ لذا داریم:}$$

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

$$۴۶- \quad Q_1 = ۴۲۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۴۶۰ \times (۵۰ - ۲۵) \text{ J} \quad \text{مقدار گرمای داده شده از طرف آهن}$$

$$Q_2 = m \times ۱۰^{-۳} \times ۴۲۰۰ \times (۲۵ - ۱۵) \text{ J} \quad \text{مقدار گرمای دریافت شده توسط آب}$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow ۴۲۰ \times ۴۶۰ \times ۲۵ = m \times ۴۲۰۰ \times ۱۰ \Rightarrow m = ۱۱۵ \text{ gr}$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ درست است.

۴۷- اگر جرم آب را m_1 و جرم اولیه یخ را m_2 در نظر بگیریم، مجموعشان مقدار ثابتی است یعنی: $m_1 + m_2 = ۳۰۰$ از طرفی با استفاده از تبادل گرمایی داریم:

$$(m_1 c \Delta\theta) = m_2 L_f \Rightarrow ۴۰ m_1 = ۸۰ m_2 \Rightarrow m_1 = ۲m_2$$

$$\left. \begin{cases} m_1 + m_2 = ۳۰۰ \text{ gr} \\ m_1 = ۲m_2 \end{cases} \right\} \Rightarrow \begin{cases} m_2 = ۱۰۰ \text{ gr} \\ m_1 = ۲۰۰ \text{ gr} \end{cases}$$

در نتیجه:

بنابراین گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$m' = ۲ \text{ gr} : ۱۰۰^\circ \text{C} \text{ بخار} \rightarrow ۱۰۰^\circ \text{C} \text{ آب} \rightarrow ۰^\circ \text{C} \text{ آب}$$

$$۴۸- \quad ۰^\circ \text{C} \text{ یخ} \rightarrow ۰^\circ \text{C} \text{ آب} : m \text{ gr}$$

$$\left. \begin{aligned} m' L_v + m' c (۱۰۰ - ۰) &= ۲ \times ۵۴۰ + ۲ \times ۱ \times ۱۰۰ = ۱۲۸۰ \text{ cal} \\ m L_f &= m \times ۸۰ = ۸۰ m \text{ cal} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$۱۲۸۰ = ۸۰ m \Rightarrow m = \frac{۱۲۸۰}{۸۰} \Rightarrow m = ۱۶ \text{ gr}$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۴۹- گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. چون همه ی یخ ذوب نمی شود، پس دمای تعادل صفر درجه سانتی گراد است.

$$m C \Delta\theta (\text{آب}) = m' L_F (\text{یخ}) \Rightarrow ۱۷۰ \times ۴۲۰۰ \times (۳۰ - ۰) = m' \times \left(\frac{۳}{۴} \times ۱۰^۵ \right) \rightarrow m' = ۶۳ \text{ g}$$

$$\text{جرم یخ ذوب نشده} = ۸۰ - ۶۳ = ۱۷ \text{ g}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{ضریب انبساط حجمی} = \beta \Rightarrow V = V_0(1 + \beta \Delta\theta) \\ \rho = \frac{m}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V_0(1 + \beta \Delta\theta)} \Rightarrow$$

۵۰

$$\rho = \frac{\frac{m}{V_0}}{1 + \beta \Delta\theta} = \frac{\rho_0}{1 + \beta \Delta\theta} \xrightarrow{\Delta\theta = 50} \rho = \frac{\rho_0}{1 + 150\beta}$$

بنابراین گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

میزان افزایش حجم یک جسم جامد به حجم اولیه V_0 با مقدار افزایش دمای $\Delta\theta$ برابر $\Delta V = V_0 \beta \Delta\theta$ است. -۵۱

$$\Delta V = \beta \Delta\theta V_0 \Rightarrow \Delta V = 3 \times 12 \times 10^{-6} \times (70 - 20) \times 200 = 0.36 \text{ cm}^3$$

بنابراین گزینه ۱ پاسخ درست است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر صفحه‌ی بالایی ظرف برداشته شود، هوای سرد محفظه خارج نمی‌شود ولی با -۵۲

برداشتن هر صفحه‌ی دیگر، هوای سرد خارج شده و جای آن را هوای گرم می‌گیرد لذا یخ زودتر ذوب می‌شود.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. -۵۳

$$Q = \frac{KA\Delta\theta}{L} \Rightarrow Q = \frac{12 \times (20 \times 10^{-4}) \times (60)(100 - 0)}{1} \Rightarrow Q = 984 \text{ J}$$