۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مایع با چگالی بیشتر در عمق بیشتر قرار دارد. پس میان این سه مایع، A ، بیشترین چگالی و مایع C کمترین چگالی را دارد:

$$\frac{\rho_C}{\rho_A} = \frac{۱/۲}{۷/۲} = \frac{۱}{۶}$$

۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نیروی هم‌چسبی میان اتم‌های جیوه از نیروی دگرچسبی میان جیوه و شیشه بیشتر است. این باعث می‌شود که در وسط سطح آزاد جیوه، حالات تحدب ایجاد شود.

۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به معادله پیوستگی، هرگاه در ناحیه‌ای مساحت مقطع تغییر کند، تندی حرکت شاره تغییر می‌کند به‌طوری که $V\alpha\frac{۱}{A}$. در عبور مایع از دو ناحیه B و C، مساحت مقطع تغییر نکرده است پس تندی مایع در این دو ناحیه ثابت می‌ماند. اما در ناحیه A مساحت مقطع در حال کاهش است. در نتیجه تندی مایع در هنگام عبور از این قسمت افزایش می‌یابد.

۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دماسنج‌های گازی، مقاومت پلاتینی و تَف‌سنج، سه دماسنج معیار هستند.

۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اندازهٔ تغییر دما در دو مقیاس سلسیوس و کلوین یکسان است $\Delta T = \Delta\theta$ و رابطه تغییر دما در دو مقیاس فارنهایت و سلسیوس به صورت $\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta$ است:

$$\Delta F = \frac{۹}{۵} \times ۳۰^{۶۰} = ۵۴۰^\circ F$$

۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای تعیین اندازه تغییر چگالی با دما، از رابطهٔ $\Delta\rho = -\rho_۱\beta\Delta t$ استفاده می‌کنیم:

$$\text{تغییر چگالی برحسب درصد} = \frac{\Delta\rho}{\rho_۱} \times ۱۰۰ = -\beta\Delta T \times ۱۰۰ = -(۳\alpha)\Delta T \times ۱۰۰$$

$$= -۳ \times ۳ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰ \times ۱۰۰ = -\%۰/۴۵$$

۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. آب $۳۰^\circ C$ به آب $۰^\circ C$ تبدیل می‌شود و مقداری از یخ (x گرم) را ذوب می‌کند:

$$x L_F = mc_{H_۲O}\Delta\theta \rightarrow x(۸۰ c_{H_۲O}) = ۱۶۰۰ c_{H_۲O} \times ۳۰ \rightarrow x = ۶۰۰ g$$

پس تمام یخ ذوب نمی‌شود. در نتیجه دمای مشترک (تعادل) آب و یخ $۰^\circ C$ خواهد بود. با آب شدن $۶۰۰ g$ از یخ جرم آب موجود $۱۶۰۰ + ۶۰۰ = ۲۲۰۰ g$ خواهد شد.

۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش خون مثالی از همرفت واداشته است.

۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به کمک معادله حالت داریم:

$$PV = nRT \rightarrow ۱/۲ \times ۱۰^{۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = n \times ۸ \times (۲۷۳ + ۱۲۷) \rightarrow n = ۰/۱۵\,mol$$

$$n = \frac{N}{N_A} \rightarrow N = ۰/۱۵ \times ۶ \times ۱۰^{۲۳} = ۹ \times ۱۰^{۲۲}$$

۱۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مساحت زیر نمودار $P - V$ معرف اندازهٔ کاری است که گاز با محیط مبادله کرده است. با توجه به انبساطی بودن فرایند $W < ۰$ است:

$$W = -\frac{۳/۲ \times ۱۰^{۵} + ۵ \times ۱۰^{۵}}{۲} \times \left(۱ \times ۱۰^{-۳}\right) = -۴۱۰\,J$$

اکنون با به‌کارگیری قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \rightarrow -۱۸۰ = -۴۱۰ + Q \rightarrow Q = +۲۳۰\,J$$

۱۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در فرایند هم‌فشار علامت ΔU و Q یکسان است، اما علامت W با هر دو متفاوت است. در این سؤال $Q < ۰$ است، پس $\Delta U < ۰$ و $W > ۰$ است. در فرایند هم‌فشار گرما، کار و تغییر انرژی درونی از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

$$Q = nC_P\Delta T \xrightarrow{C_P = \frac{۷}{۲}R} \frac{۷}{۲}nR\Delta T \xrightarrow{nR\Delta T = P\Delta V} \frac{۷}{۲}P\Delta V \rightarrow P\Delta V = \frac{-۲۴۵}{\frac{۷}{۲}} = -۷۰\,J$$

$$W = -P\Delta V = +۷۰\,J$$

$$\Delta U = nC_V\Delta T \xrightarrow{C_V = \frac{۵}{۲}R} \frac{۵}{۲}nR\Delta T \xrightarrow{nR\Delta T = P\Delta V} \frac{۵}{۲}P\Delta V = \frac{-۲۴۵}{\frac{۷}{۲}} = -۱۷۵\,J$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ماشین استرلینگ یک ماشین برون‌سوز است. در ماشین‌های بنزینی با افزایش نسبت تراکم، بازده افزایش می‌یابد. در ماشین‌های درون‌سوز دیزلی بازده در حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد است.

۱۳- گزینه ۴ درست است. به کمک رابطه ضریب عملکرد داریم:

$$K = \frac{Q_L}{W} = \frac{۶۰۰}{۱۵۰} = ۴$$

۱۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
زیرا می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} x_A = -۲t + ۱۶ = ۰ \Rightarrow t = ۸s \\ x_B = ۴t - ۸ = ۰ \Rightarrow t = ۲s \end{cases} \Rightarrow (۸ - ۲)s = ۶s$$

۱۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.
زیرا خواهیم داشت:

$$\Delta x = \left(\frac{v_2 + v_1}{2}\right)t \Rightarrow 64 = \left(\frac{24 + v_1}{2}\right)4 \Rightarrow v_1 = 8\frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \left(\frac{24 - 8}{4}\right)\frac{m}{s^2} = 4\frac{m}{s^2}$$

۱۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر جهت مثبت محور y به طرف بالا اختیار شود، داریم:

$$V_0 = 0 \Rightarrow \Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 = \left(-\frac{1}{2} \times 9/8 \times 4\right)m = -19/6m$$

$$h = (20/4 + 19/6)m = 40m$$

$$v^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v^2 = -2 \times 9/8 \times (-40) \Rightarrow v = -28\frac{m}{s} \Rightarrow |v| = 28\frac{m}{s}$$

۱۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق نمودار در بازهٔ زمانی $5s$ تا $20s$، شتاب حرکت ثابت و علامت آن منفی است. اگر لحظهٔ تغییر جهت حرکت در این بازهٔ زمانی را t بنامیم، با استفاده از تشابه دو مثلث ایجاد شده در این بازهٔ زمانی، داریم:

$$\frac{16}{12} = \frac{20 - t}{t - 5} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{20 - t}{t - 5} \Rightarrow t - 5 = 40 - 2t \Rightarrow 3t = 45 \Rightarrow t = 15s$$

بازهٔ زمانی ۱۵ تا ۲۰ ثانیه حرکت تندشونده و خلاف جهت محور x است و بزرگی جابه‌جایی برابر مساحت سطح زیر نمودار است.

$$|\Delta x| = \left(\frac{5 \times 6}{2}\right)m = 15m$$

۱۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در نمودار گزینه ۲ اندازهٔ سرعت در حال افزایش است، پس حرکت تند شونده می‌باشد.

۱۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون جسم در حال تعادل است، پس برایند نیروهای وارد برد آن صفر است. لذا داریم:

$$T_1 \cos 60^\circ = T_2 \cos 30^\circ \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۲۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
زیرا می‌توان نوشت:

$$w = mg \Rightarrow \frac{w'}{w} = \frac{g'}{g} \Rightarrow \frac{w'}{w} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \Rightarrow \frac{81}{100} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{10} = \frac{R_e}{R_e + h} \Rightarrow h = \frac{1}{9}R_e$$

۲۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
زیرا خواهیم داشت:

$$T = \frac{۶۰}{۹۰۰}\,s = \frac{۱}{۱۵}\,s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{۱}{۱۵}}\,\frac{rad}{s} = ۳۰\pi\,\frac{rad}{s}$$

$$v = r\omega = (۲\times ۳۰\pi)\frac{m}{s} = ۶۰\pi\,\frac{m}{s}$$

۲۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
طبق تعریف ثابت فنر، خواهیم داشت:

$$k\Delta l = mg \Rightarrow \begin{cases} k(۰/۲۲ - l_۰) = ۰/۲\times ۱۰ \\ k(۰/۲۳ - l_۰) = ۰/۳\times ۱۰ \end{cases} \Rightarrow l_۰ = ۰/۲m = ۲۰cm$$

۲۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.
طبق قانون دوم نیوتون، داریم:

$$|F_{net}| = m\,|a| = (۵۰\times ۲)N = ۱۰۰N$$

۲۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.
اگر جهت برخورد اتومبیل به دیواره، جهت مثبت فرض شود، خواهیم داشت:

$$|F_{av} = \left|\frac{m\Delta V}{\Delta t}\right| = \left|\frac{۱۰۰۰\times(-۵ - ۱۵)}{۰/۲}\right| N = ۱۰^{۵}N$$

۲۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
طبق قانون گرانش نیوتون و قاعدهٔ تخمین مرتبهٔ بزرگی، خواهیم داشت:

$$F_G = \frac{Gm_۱ m_۲}{r^۲} = \left[\frac{۶/۶۷\times ۱۰^{-۱۱}\times ۵/۹۸\times ۱۰^{۲۴}\times ۷/۳۶\times ۱۰^{۲۲}}{(۳/۸۴\times ۱۰^{۸})}\right] N$$

$$\cong \left(\frac{۷\times ۶\times ۷\times ۱۰^{۳۵}}{۱۶\times ۱۰^{۱۶}}\right)N = \left(\frac{۲/۹۴\times ۱۰^{۳۷}}{۱/۶\times ۱۰^{۱۷}}\right)N \cong ۱۰^{۲۰}\ N$$

$۱۰^{۲۰}N$ = مرتبه بزرگی نیروی گرانش ماه و زمین

۲۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.
بر اساس قانون کولن، داریم:

$$F = k\,\frac{|q||q'|}{r^۲} \Rightarrow \frac{F_۱}{F_۲} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{F}{\frac{۱}{۴}F} = \left(\frac{r_۲}{r}\right)^۲ \Rightarrow \frac{r_۲}{r} = ۲ \Rightarrow r_۲ = ۲r$$

۲۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۲$ برابر صفر است، باید دو نیروی الکتریکی وارد بر این بار، هم اندازه و در خلاف جهت هم باشند، لذا لازم است دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۳$ هم نام باشند، پس خواهیم داشت:

$$F_{۱۲} = F_{۳۲} \Leftrightarrow \frac{k\,|q_۱||q_۲|}{(۲d)^۲} = \frac{k\,|q_۳||q_۲|}{d^۲} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{۴d^۲} = \frac{|q_۳|}{d^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۳|} = ۴ \xrightarrow{q_۱ \text{ و } q_۳ \text{ هم نام هستند.}} \frac{q_۱}{q_۳} = ۴$$

۲۸- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای آن‌که برایند دو نیرویی که دو بار هم‌نام $q_۱$ و $q_۲$ بر بار $q_۳$ وارد می‌کنند برابر صفر باشد، لازم است که بار $q_۳$ روی پاره‌خط واصل این دو بار و در فاصلهٔ بین دو بار و نزدیک‌تر به بار $q_۲$ قرار گیرد. لذا اگر فاصلهٔ $q_۳$ تا $q_۲$ را X بنامیم، خواهیم داشت:

$$r_{۱۲} = AB = \sqrt{(-۰/۳ - ۰/۶)^۲ + (-۰/۴ - ۰/۸)}\ m = \sqrt{۲/۲۵}\ m = ۱/۵m$$

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{r_{۲۳}^۲} \Rightarrow \frac{۱۲}{(۱/۵ - x)^۲} = \frac{۳}{X^۲} \Rightarrow ۲X = ۱/۵ - X \Rightarrow X = ۰/۵m$$

فاصلهٔ محل بار $q_۲$ یعنی نقطهٔ B از مبدا مختصات برابر $۰/۵m$ است که برابر X می‌باشد، پس بار $q_۳$ را باید در مبدا مختصات قرار دهیم.

۲۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل داده شده و با استفاده از قانون کولن، خواهیم داشت:

$$F_{۱۲} = F_{۳۲} = \left(\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۲\times۵\times۱۰^{-۱۲}}{۹\times۱۰^{-۲}}\right)N = ۱N$$

$$F_{۴۲} = \left(\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۴\times۵\times۱۰^{-۱۲}}{۹\times۲\times۱۰^{-۲}}\right)N = ۱N$$

اگر برایند دو نیروی هم‌اندازه و عمود بر هم $\vec{F}_{۱۲}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ را $\vec{F}'$ بنامیم، خواهیم داشت:

$$F' = \left(\sqrt{۱^۲ + ۱^۲}\right)N = \sqrt{۲}N$$

$\vec{F}'$ بر $\vec{F}_{۴۲}$ عمود است، لذا خواهیم داشت:

$$F_{net} = \left(\sqrt{\left(\sqrt{۲}\right)^۲ + ۱^۲}\right)N = \sqrt{۳}N$$

۳۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.
اگر ۵۰ درصد از $2q$ برداریم و آن را به $-2q$ اضافه کنیم، خواهیم داشت:

$$q'_1 = (2q - 0/5 \times 2q) = q, q'_2 = (-2q + 0/5 \times 2q) = -q$$

$$F = \frac{K|q||q'|}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q \times q}{2q \times 2q} = \frac{1}{4}$$

۳۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون نیروی برایند زاویهٔ مساوی با هر یک از نیروها می‌سازد، باید دو نیروی وارد بر بار q_3 هم اندازه باشند. و با تجزیه نیروی برایند مشخص می‌شود که بار q_3 مثبت است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$F_T = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2} \Rightarrow 50\sqrt{2} = \sqrt{2E_{13}^2} \Rightarrow F_{13} = 50N$$

یا $F_{13} = F_{23} = F_T \cos 45^\circ = \left(50\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2}\right)N = 50N$

$$F_{13} = \frac{kq_3q_1}{r^2} \Rightarrow 50 = \frac{9 \times 10^9 \, 4 \times 10^{-6} \times q_3}{72 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_3 = 10^{-5}C = 10\mu C$$

۳۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.
طبق قانون کولن، خواهیم داشت:

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \Rightarrow 16 = \left(\frac{r}{r-2}\right)^2 \Rightarrow 4 = \frac{r}{r-2} \Rightarrow r = \frac{8}{3}\,m$$

۳۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.
بر اساس قانون کولن، می‌توان نوشت:

$$\frac{F'}{F} = \frac{3q_1 \times 3q_2}{q_1 \times q_2}\left(\frac{r}{\frac{r}{2}}\right)^2 = 9 \times 4 = 36 \Rightarrow F' = 36F$$

۳۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.
با توجه به هم‌فشار بودن هر یک از دو فرایند AB و CD و تک اتمی بودن گاز کامل، خواهیم داشت:

$$Q_{AB} = \frac{5}{2}R\Delta T = \left(\frac{5}{2} \times 1 \times 8 \times 400\right)J = 8000J$$

$$W_{CD} = -p\Delta V = -nR\Delta T = -1 \times 8 \times (200 - 400)J = 1600J$$

۳۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

قدر مطلق کار انجام شده برابر مساحت سطح زیر نمودار است، ولی چون در فرایند انبساطی $W < ۰$ است، خواهیم داشت:

$$|W_{AB}| = \left[\frac{(۳ + ۸)۱۰^{۵} \times ۴ \times ۱۰^{-۳}}{۲}\right] J = ۲۲۰۰J \Rightarrow W_{AB} = -۲۲۰۰J$$

$$\Delta U = nC_v\Delta T \Rightarrow \Delta U_{AB} = \frac{۳}{۲} nR\Delta T = \frac{۳}{۲}(P_۲V_۲ - P_۱V_۱)$$

$$= \frac{۳}{۲}(۸ \times ۱۰^{۵} \times ۶ \times ۱۰^{-۳} - ۳ \times ۱۰^{۵} \times ۲ \times ۱۰^{-۳})J$$

$$\Delta U_{AB} = ۶۳۰۰J$$

۳۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

بر اساس تعریف ضریب عملکرد یخچال و قانون اول ترمودینامیک برای چرخهٔ یخچال، می‌توان نوشت:

$$k = \frac{Q_L}{W} = \frac{|Q_H| - W}{W} \Rightarrow ۴ = \frac{۵۰ - W}{W} \Rightarrow W = ۱۰kJ$$

$$|Q_H| - W = Q_L \Rightarrow Q_L = (۵۰ - ۱۰)kJ = ۴۰kJ$$

$$\text{انرژی الکتریکی مصرفی} = \left(۱۰ \times \frac{۱۰۰}{۴۰}\right)kJ = ۲۵kJ$$

۳۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

طبق تعریف بازده ماشین گرمایی و قانون اول ترمودینامیک برای چرخهٔ ماشین گرمایی، خواهیم داشت:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{۲/۵ \times ۱۰^{۳}}{Q_H} \Rightarrow Q_H = ۱۰^{۴}J$$

$$Q_H - |W| = |Q_L| \Rightarrow |Q_L| = (۱۰^{۴} - ۲/۵ \times ۱۰^{۳})J = ۷/۵ \times ۱۰^{۳}J$$

۳۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

برای ماشین گرمایی کارنو، می‌توان نوشت:

$$T_L T_H = \frac{|Q_L|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۳۰۰}{۳۶۰} = \frac{|Q_L|}{۶۰۰} \Rightarrow |Q_L| = ۵۰۰J$$

۳۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. سطح زیر نمودار شتاب - زمان برابر تغییرات سرعت است.

$$|a_{av}| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|۲t_۱ + (-۶t_۱)|}{۳t_۱}\frac{m}{s^۲} = \frac{۴}{۳}\frac{m}{s^۲}$$

۴۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

اگر سرعت در ۳ ثانیه قبل از توقف را v_0، در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -5 \times 3 + v_0 \Rightarrow v_0 = 15\frac{m}{s}$$

$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2} = \left(\frac{0 + 15}{2}\right)\frac{m}{s} = 7/5\frac{m}{s}$$

۴۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

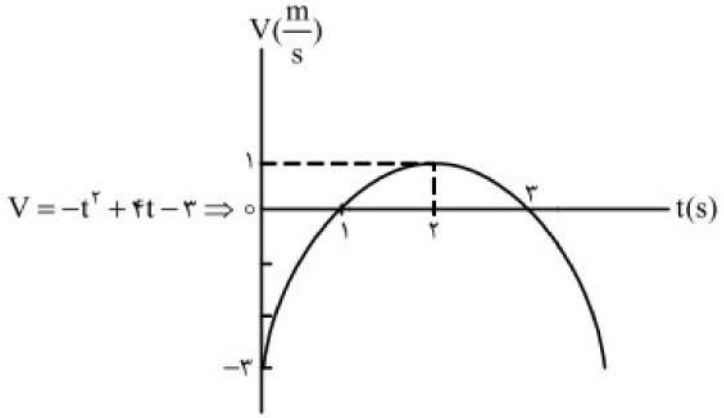
اگر جهت مثبت در راستای قائم و به طرف بالا اختیار شود، خواهیم داشت:

$$v_0 = 0 \Rightarrow \Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -20 = -5t^2 \Rightarrow t = 2s \Rightarrow t_2 = 2s, t_1 = t + t_2 = (2 + 2)s = 4s$$

$$v_0 = 0 \Rightarrow V = -gt \Rightarrow \begin{cases} v_1 = (-10 \times 4)\frac{m}{s} = -40\frac{m}{s} \\ v_2 = (-10 \times 2)\frac{m}{s} = -20\frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{-40}{-20} = 2 \Rightarrow v_1 = 2v_2$$

۴۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر نمودار سرعت - زمان را مطابق شکل روبه‌رو رسم کنیم، مشخص می‌شود که در بازهٔ زمانی $1s$ تا $3s$، حرکت ابتدا تندشونده و سپس کند شونده است.



۴۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

اگر جهت مثبت به طرف بالا و سطح زمین مبداء مکان اختیار شود، خواهیم داشت:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + y_0 \xrightarrow{V_0 = 0} \begin{cases} h_1 = -5t^2 + h \\ h_2 = -5(t + 2)^2 + h \end{cases} \Rightarrow h_1 = h_2 = 20t + 20$$

بنابراین نتیجه می‌شود که اختلاف h_1 و h_2 به t بستگی دارد.

۴۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

چون جسم ساکن است، می‌توان نوشت:

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \begin{cases} N = F = 10N \\ f_s = mg = 10N \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \left(\sqrt{10^2 + 10^2}\right)N = 10\sqrt{2}N$$

۴۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با توجه به داده‌های سوال، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} \vec{v}_1 = 10\vec{i}N \\ \vec{v}_2 = -6\vec{i}N \end{cases} \Rightarrow \Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -16\vec{i}$$

$$\Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v} = 0/5\left(-16\vec{i}\right) = -8\vec{i}$$