۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

گزینه (۱): یکای فرعی نیرو $kg\frac{m}{s^2}$ است که به افتخار نیوتن نام‌گذاری شده و در SI یکای نیرو نیوتن است.

گزینه (۲): هر یکای طول ابتدا به‌صورت کسری از فاصله استوا تا قطب شمال بوده و سپس به‌صورت دو خط حک شده دو سر میله از جنس پلاتین-ایریدیوم شده است، بنابراین این گزینه نادرست است.

گزینه (۳): یکای مقدار ماده، مول می‌باشد و نه جرم، اما در این گزینه از تعریف یکای جرم استفاده شده و نادرست است.

۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گزینه (۱) $۵km = ۵km \times \frac{۱۰^۳ m}{۱km} \times \frac{۱۰^۲ cm}{۱m} = ۵ \times ۱۰^۵ cm$

گزینه (۲): $۴۰ms = ۴۰ms \times \frac{۱s}{۱۰^۶ ms} = ۴ \times ۱۰^{-۵} s$

گزینه (۳): $۸۴mg = ۸۴mg \times \frac{۱g}{۱۰^۳ mg} = ۸/۴ \times ۱۰^{-۲} g$

گزینه (۴): $۲۸۰cm^۲ = ۲۸۰cm^۲ \times \frac{۱m^۲}{(۱۰^۲)^۲} = ۲۸۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲ = ۲/۸ \times ۱۰^{-۲} m^۲$

۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون $AB^۲$ و VB با هم جمع شده‌اند باید یکای آن‌ها با هم یکسان و برابر متر باشد.

$$m = [v][B] \Rightarrow [B] = \frac{m}{[V]} = \frac{m}{\frac{m}{s}} = s$$

$$m = [A][B^۲] \Rightarrow [A] = \frac{m}{[B]^۲} \Rightarrow [A] = \frac{m}{s^۲}$$

۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کمینه تقسیم‌بندی خط‌کش ۰/۵cm است، پس خطای آن ۰/۲۵cm بوده و اگر خطای آن را گرد کنیم، خطا ۰/۳cm می‌شود، پس:

$$\text{عدد گزارش شده} = ۲/۷ \pm ۰/۳\,\text{cm}$$

۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف عدد سوم و آخر گزارش شده از بقیه اندازه‌گیری‌ها زیاد بوده و در محاسبات حذف می‌شود، پس عدد گزارش شده برابر میانگین نتایج اندازه‌گیری‌ها است.

$$\frac{۵/۵ + ۵/۲ + ۵/۸ + ۵/۲}{۴} = \frac{۲۱/۷}{۴} = ۵/۴۲۵$$

چون دقت دستگاه ۱kg است و دستگاه مدرج می‌باشد، پس خطا به‌صورت ۰/۵kg می‌شود و عدد گزارش شده باید یک رقم بعد از اعشار داشته باشد یعنی عدد گزارش شده ۵/۴kg می‌باشد.

۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا محاسبه می‌کنیم که ۲۴۰۰ سال برابر چند ثانیه است:

$$\text{۲۴۰۰ سال} = ۲۴۰۰ \times \frac{\text{۳۶۵ روز}}{\text{۱ سال}} \times \frac{\text{۲۴ ساعت}}{\text{۱ روز}} \times \frac{\text{۶۰ دقیقه}}{\text{۱ ساعت}} \times \frac{\text{۶۰ ثانیه}}{\text{۱ دقیقه}}$$

$$= ۲۴۰۰ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰$$

از آن‌جایی که هدف محاسبهٔ مرتبهٔ بزرگی عدد نهایی است، کافی است به‌جای هر عدد، مرتبهٔ بزرگی آن را محاسبه کنیم:

$$\text{۲۴۰۰ سال} = ۱۰۰۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰۰ \times ۱۰۰ = ۱۰^{۱۰}\,\text{s}$$

که نزدیک‌ترین عدد به آن گزینه (۲) یعنی $۱۰^{۱۱}\,\text{s}$ است.

۸- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چگالی از ویژگی‌های ماده می‌باشد و با تغییر حجم، تغییر نمی‌کند.

۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. حجم بخش توپر کره را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{حجم بخش توپر} = \text{حجم ظاهری} - \text{حجم حفره} = \frac{۴}{۳}\pi r^{۳} - \frac{۴}{۳}\pi r'^{۳}$$

$$= \frac{۴}{۳}\times ۳\times ۱۰^{۳} - \frac{۴}{۳}\times ۳\times ۵^{۳} = ۴۰۰۰ - ۵۰۰ = ۳۵۰۰\,cm^{۳} = ۳/۵\,lit$$

$$m = \rho V \Rightarrow m = ۸\times ۳/۵ = ۲۸\,kg$$

۱۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا حجم آبی که جابه‌جا شده است را محاسبه می‌کنیم:

$$V_{آب} = A\times h = ۱۰\times ۱/۲ = ۱۲\,cm^{۳}$$

حجم آب جابه‌جا شده برابر حجم قطعه فلز است:

$$V_{آب} = V_{فلز} = ۱۲\,cm^{۳}$$

حالا می‌توانیم چگالی فلز را محاسبه کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۹۰\,g}{۱۲\,cm^{۳}} = ۷/۵\,\frac{g}{cm^{۳}}$$

۱۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا حجم هریک را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{۱} = \frac{m_{۱}}{\rho_{۱}} = \frac{۴۰۰}{۱۰} = ۴۰\,cm^{۳}$$
$$V_{۲} = \frac{m_{۲}}{\rho_{۲}} = \frac{۳۰۰}{۱۲} = ۲۵\,cm^{۳}$$
$$\Rightarrow V_{۱} + V_{۲} = ۶۵\,cm^{۳}$$

از حجم کل $۱۵\,cm^{۳}$ کاسته شده است، بنابراین:

$$V_{مخلوط} = ۶۵ - ۱۵ = ۵۰\,cm^{۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۴۰۰ + ۳۰۰}{۵۰} = ۱۴\,\frac{g}{cm^{۳}} = ۱۴۰۰۰\,\frac{kg}{m^{۳}}$$

۱۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. قطر گلولهٔ آلومینیومی ۲ برابر قطر گلولهٔ مسی است، پس داریم:

$$R_{Al} = ۲R_{Cu} \Rightarrow V_{Al} = ۸V_{Cu}$$

از طرفی طبق رابطهٔ $m = \rho V$ داریم:

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{\rho_{Al}\cdot V_{Al}}{\rho_{Cu}\cdot V_{Cu}} = ۰/۳\times ۸ = ۲/۴$$

۱۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا جرم جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \Rightarrow ۴ = \frac{۱}{۲}m \times ۴^۲ \Rightarrow m = ۰/۵kg$$

حالا می‌توانیم سرعت در حالت دوم را به‌دست آوریم:

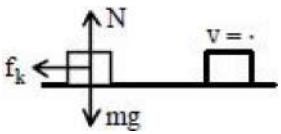
$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow ۵ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۵ \times v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۲۰} = ۲\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$

۱۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. انرژی جنبشی در نقطهٔ B، ۱۹% کاهش یافته، پس: $K_B = \frac{۸۱}{۱۰۰}K_A$

$$\cancel{\frac{۱}{۲}}mv_B^۲ = \frac{۸۱}{۱۰۰} \times \cancel{\frac{۱}{۲}}mv_A^۲ \Rightarrow v_B = \frac{۹}{۱۰} \times ۲۰ = ۱۸\frac{m}{s}$$

در انرژی جنبشی v، تندی بوده و به جهت آن بستگی ندارد.

۱۵-



گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

هر دو جسم با شرایط یکسان پرتاب شده‌اند و روی سطح فقط نیروی اصطکاک به آن وارد می‌شود تا متوقف شوند و بنا به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_T = \Delta K \xrightarrow[W_g = ۰]{W_N = ۰} W_f = \Delta K \xrightarrow{\Delta K_۱ = \Delta K_۲} W_{f_۱} = W_{f_۲}$$

پس کار نیروی صطکاک در دو سطح یکسان است.

۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر تندی A و B را در حالت اول V بگیریم، داریم: $V_A = V_B$

بعد از کاهش سرعت B خواهیم داشت:

$$K_A = K'_B \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_A^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۴m \times (v_A - ۱۲/۵)^۲$$

$$\Rightarrow v_A^۲ = ۴(v_A - ۱۲/۵)^۲ \Rightarrow v_A = ۲(v_A - ۱۲/۵) \Rightarrow v_A = ۲v_A - ۲۵ \Rightarrow v_A = ۲۵\frac{m}{s}$$

۱۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. انرژی کل تولید شده نیم لیتر بنزین برابر است با:

$$E_{کل} = ۰/۵ \times ۳/۲ \times ۱۰^{۴} = ۱/۶ \times ۱۰^{۴} kJ = ۱/۶ \times ۱۰^{۷} J$$

تنها ۱۰ درصد از این انرژی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود:

$$K = \frac{۱۰}{۱۰۰} E_{کل} = \frac{۱}{۱۰} \times ۱/۶ \times ۱۰^{۷} = ۱/۶ \times ۱۰^{۶} J$$

$$K = \frac{۱}{۲} mv^{۲} \Rightarrow ۱/۶ \times ۱۰^{۶} = \frac{۱}{۲} \times ۲۰۰۰ \times v^{۲} \Rightarrow v^{۲} = ۱۶۰۰ \Rightarrow v = ۴۰ \frac{m}{s}$$

۱۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ $W = FdCos\alpha$، کار نیروی اصطکاک و کار کل را محاسبه می‌کنیم:

$$W_t = (F_۱ Cos ۳۷ + F_۲ Cos ۰ + f_k Cos ۱۸۰) d = (۴۰ + ۲۰ - ۱۵) \times ۱۰ = ۴۵۰ J$$

$$W_{fx} = fx\, d Cos ۱۸۰ = ۱۵ \times ۱۰ \times (-۱) = -۱۵۰ J$$

$$\frac{W_{fx}}{W_t} = \frac{-۱۵۰}{۴۵۰} = -\frac{۱}{۳}$$

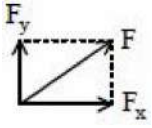
۱۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون جسم با تندی ثابت در حال حرکت است، پس $F_{کل} = ma = ۰$ می‌باشد.

$$F - mg = ۰ \Rightarrow F = mg = ۴۰N$$

جابه‌جایی در دو ثانیه برابر است با $d = v\Delta t = ۲ \times ۲ = ۴m$ و چون حرکت رو به پایین است، زاویهٔ بین راستای نیرو و جابه‌جایی ۱۸۰° می‌باشد:

$$W_F = FdCos ۱۸۰^{\circ} = ۴۰ \times ۴ \times -۱ = -۱۶۰ J$$

۲۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از قضیهٔ فیثاغورس نیروی F_x را به‌دست می‌آوریم:



$$F^{۲} = F_x^{۲} + F_y^{۲} \Rightarrow ۱۰۰ = F_x^{۲} + ۶^{۲}$$

$$\Rightarrow F_x^{۲} = ۶۴ \Rightarrow F_x = ۸N$$

$$W_{Fx} = F_x d = ۸ \times ۸ = ۶۴ J$$

۲۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی، کار کل (مجموع کار F_1 و F_2 را به‌دست می‌آوریم):

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_1} + W_{F_2} = \frac{1}{2}m\left(v_2^2 - v_1^2\right)$$

$$\Rightarrow 30 + W_{F_2} = \frac{1}{2} \times 2 \times \left(5^2 - \left(\sqrt{13}\right)^2\right) \Rightarrow 30 + W_{F_2} = 12 \Rightarrow W_{F_2} = -18J$$

۲۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به تندی و انرژی جنبشی در نقطهٔ پرتاب داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 5 = \frac{1}{2}m \times 25 \Rightarrow m = \frac{10}{25} = 0/4kg$$

حال با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

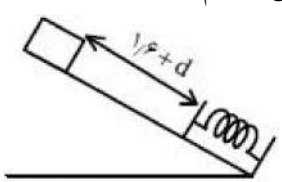
$$W_{mg} + W_f = \Delta K \Rightarrow 48 - 45/8 = \frac{1}{2} \times 0/4 \times \left(v^2 - 25\right)$$

$$\Rightarrow 2/2 = 0/2\left(v^2 - 25\right) \Rightarrow 11 = v^2 - 25 \Rightarrow v^2 = 36 \Rightarrow v = 6\frac{m}{s}$$

۲۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جسم رو به پایین حرکت کرده و کار نیروی وزن برابر $W_{mg} = mgh$ است:

$$\begin{cases} h_A = 4m \\ h_B = 2m \end{cases} \Rightarrow W_{mg} = mg\left(h_A - h_B\right) = 0/5 \times 10 \times 2 = 10J$$

۲۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر فشردگی فنر را d فرض کنیم، طبق قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:



$$W_{mg} + W_{\text{فنر}} = 0 \Rightarrow mg(1/6 + d)\sin 30^\circ = 2$$

$$\Rightarrow 0/2 \times 10(1/6 + d) \times \frac{1}{2} = 2$$

$$\Rightarrow d = 0/4 \Rightarrow d = 40cm$$

۲۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دستگاه اندازه‌گیری (دماسنج) مدرج بود و با کمینهٔ اندازه‌گیری $۵^\circ C$ می‌باشد، پس خطای این دستگاه برابر است با: $\frac{۵}{۲} = ۲/۵^\circ C$ و داریم: $۵۵ \pm ۲/۵^\circ C$، که برای این‌که عدد گزارش شده و خطا از نظر فیزیکی مشکلی نداشته باشند باید خطا را گرد کرد: $۵۵ \pm ۳^\circ C$.

۲۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به جرم و چگالی آلیاژ داده شده، حجم آن را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{کل} = \frac{m_۱ + m_۲}{v} \Rightarrow v = \frac{۳۶۰}{۷/۲} = ۵۰\,cm^۳$$

با توجه به یکسان بودن جرم هر دو ماده:

$$m_۱ = m_۲ \Rightarrow \rho_۱ V_۱ = \rho_۲ V_۲ \Rightarrow V_۱ = ۲V_۲$$

$$m_۱ + m_۲ = ۳۶۰ \Rightarrow ۴v_۱ + ۸v_۲ = ۳۶۰ \Rightarrow ۱۶v_۲ = ۳۶۰$$

$$\Rightarrow v_۲ = ۲۲/۵ \,,\, v_۱ = ۴۵ \Rightarrow v_۱ + v_۲ = ۴۵ + ۲۲/۵ = ۶۷/۵$$

$$v = v_۱ + v_۲ - v_{کاسته\ شده} = ۵۰ \Rightarrow v_{کاسته\ شده} = ۱۷/۵\,cm^۳$$

۲۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروهای وارد بر جسم، نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا می‌باشند. چون جسم به محل اولیهٔ خود برگشته پس کار نیروی وزن صفر است، بنابراین کار نیروی مقاومت هوا برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

$$W = \Delta K = K_۲ - K_۱$$

$$W = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲\left(۴^۲ - ۵^۲\right) = -۹\,J$$

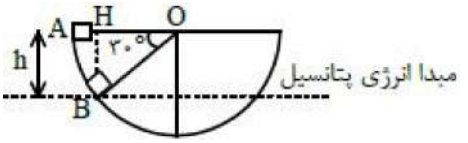
لذا اتلاف انرژی یا کار مقاومت هوا صرف‌نظر از علامت آن ۹ ژول است.

۲۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow \begin{cases} \text{جسم ۱}: W_f = \Delta K \\ \Rightarrow f \times x \times \cos ۱۸۰^\circ = \frac{۱}{۲}m\left(۰ - v_۰^۲\right) \Rightarrow x = \frac{mv_۰^۲}{f} \\ \text{جسم ۲}: W_f = \Delta K \\ \Rightarrow ۲f \times X \times \cos ۱۸۰^\circ = \frac{۱}{۲}(۲m)\left(۰ - v_۰^۲\right) \Rightarrow X = \frac{mv_۰^۲}{f} \end{cases}$$

بنابراین: $x = X$

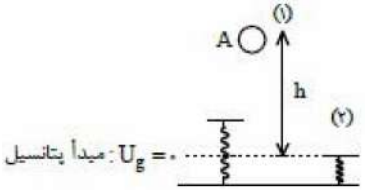
۲۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم کار نیروی وزن در جابه‌جایی از نقطهٔ A به نقطهٔ B، با علامت منفی برابر تفاوت انرژی پتانسیل گرانشی این دو نقطه است. با توجه به مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی که انتخاب کرده‌ایم، داریم:



$$U_B = ۰\,J\ ,\ U_A = mgh\ ,\ h = BH = R\,Sin۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}R \Rightarrow U_A = \frac{۱}{۲}mgR$$

$$W_{mg} = -\Delta U = -(U_B - U_A) = U_A - U_B \Rightarrow W_{mg} = \frac{۱}{۲}mgR$$

۳۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قانون پایستگی را در هر دو حالت می‌نویسیم:



$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow mgh = \left(\frac{۱}{۲}mv^۲ + U_{فنر}\right)$$

$$\Rightarrow mgh = ۲\left(\frac{۱}{۲}mv^۲\right) \Rightarrow ۱۰ \times h = ۲/۲۵$$

$$\Rightarrow h = ۰/۲۲۵\,m = ۲۲/۵\,cm$$

فاصله از سطح زمین برابر است با:

$$۳۰ - ۲۲/۵ = ۷/۵\,cm$$

۳۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون یک وزنهٔ ۱۰ کیلوگرمی دو متر پایین رفته و وزنهٔ دیگر روی سطح افقی حرکت کرده است:

$$\Delta U = -۱۰ \times ۱۰ \times ۲ = -۲۰۰\,J$$

$$\Delta K = \frac{۱}{۲}mV^۲ - ۰ = \frac{۱}{۲} \times ۲۰ \times ۹ = ۹۰\,J$$

$$\Delta E = \Delta U + \Delta K = -۱۱۰\,J$$

۳۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ توان داریم:

$$P = \frac{W_{کل}}{\Delta t} = \frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{\frac{۱}{۲} \times m\left(v_۲^۲ - v_۱^۲\right)}{\Delta t} = \frac{\frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰ \times (۱۶ - ۴)}{۲} = ۱۲۵ \times ۱۲\,W$$

هر اسب بخار تقریباً معادل $۷۵۰\,W$ می‌باشد، پس:

$$۱۲\,۵ \times ۱۲W \times \frac{۱hp}{۷۵۰W} = ۲hp$$

۳۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$W_f = E_B - E_A = mgh_B - mgh_A = ۴ \times ۲/۸ - ۴ \times ۴ = ۱۱/۲ - ۱۶ = -۴/۸J$$

۳۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. توان مصرفی عبارت است از نسبت کار نیروی محرک (انرژی ورودی) بر مدت زمان انجام کار یعنی:

$$P = W + \frac{F}{t} = \frac{(F.x)}{t} = F.\left(\frac{x}{t}\right) = F.V$$

که در آن v سرعت حرکت کامیون است، پس:

$$P = F.V = ۱۲ \times ۱۰^{۳} = F \times ۲۰ \Rightarrow F = ۶۰۰N$$

که در آن F نیروی محرک کامیون است. از آن‌جا که کامیون با سرعت ثابت حرکت می‌کند، پس برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است یعنی برآیند نیروهای مقاوم برابر است با نیروی محرک یعنی برآیند نیروهای مقاوم ۶۰۰ نیوتن است.

۳۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$P_A = \frac{E}{t} = \frac{۲۰}{۱} = ۲۰\frac{kJ}{h}, \; P_B = \frac{E}{t} = \frac{۴۰}{۱} = ۴۰\frac{kJ}{h} \Rightarrow P_A < P_B$$

$$Ra_A = \frac{۱۵}{۲۰} = ۰/۷۵, \; Ra_B = \frac{۲۸}{۴۰} = ۰/۷ \Rightarrow Ra_A > Ra_B$$

۳۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در فاصله‌های بسیار کوتاه، نیروی مولکولی رانشی است و در فاصله‌های بیشتر، این نیرو ربایشی است.

۳۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. علت تراکم‌پذیری گازها نسبت به مایع‌ها آن است که مولکول‌ها آزادانه در حرکت هستند و فاصلهٔ بین آن‌ها نسبت به حالت مایع چند ده برابر است.

۳۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آب در لولهٔ موئین بالا رفته و به سطحی می‌رسد که بالاتر از سطح آب در بیرون لوله است. هر قدر لوله باریک‌تر باشد، اختلاف سطح آب در لوله و در ظرف بیش‌تر است. این پدیده را می‌توان چنین توجیه کرد که وزن آن مقدار آب که بالاتر از سطح آب در بیرون لوله با دگرچسبی آب با اطراف لوله خنثی می‌شود.

۳۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی وارد بر کف ظرف معادل وزن مایع داخل آن است و چون در هر سه ظرف، مقدار مساوی از مایع ریخته‌ایم، پس نیروی وارد بر کف هر سه ظرف، مقداری مساوی است.

۴۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$P = P_۰ + \rho gh$$

$$\Rightarrow ۱/۷۸ \times ۱۰^{۵} = P_۰ + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۱}{۲} = P_۰ + ۰/۶۸ \times ۱۰^{۵} \Rightarrow P_۰ = ۱/۱ \times ۱۰^{۵}Pa$$

۴۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر سطح مقطع کوچک را با a و سطح قاعدهٔ بزرگ را با A نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\frac{mg}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow mg = F \times \frac{a}{A} \Rightarrow m \times ۱۰ = ۸ \times \frac{۲}{۲۰۰} \Rightarrow m = \frac{۸}{۱۰۰۰} Kg = ۸gr$$

۴۲- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$P = \rho gh + P_{۰}$$

$$\Rightarrow ۱/۵ \times ۱۰^{۵} = ۱۰۰۰ \times ۱۰h + ۱۰^{۵} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{۴} = ۱۰^{۴}h \Rightarrow h = ۵m$$

۴۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فشار حاصل از وزن مایع در کف ظرف برابر است با:

$$P = \rho gh = ۲ \times g \times ۲/۷۲ \times ۱۰^{۳} = ۲ \times ۲۷۲۰g$$

این فشار برحسب سانتی‌متر جیوه برابر ارتفاع ستون جیوه در این فشار است:

$$P = \rho_{Hg} . g . h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = \frac{P}{(\rho_{Hg} . g)} = \frac{(۲ \times ۲۷۲۰g)}{(۱۳/۶g \times ۱۰^{۳})} = ۰/۴m = ۴۰cm$$

فشار کل در کف ظرف برابر فشار هوا به‌علاوه فشار حاصل از وزن مایع است:

$$P_{کل} = ۴۰ + P_{۰} = ۴۰ + ۷۶ = ۱۱۶ cmHg$$

۴۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بر مایع سه نیروی $(\vec{W})$، نیروی وارد از طرف کف ظرف $(\vec{N})$ و نیروی وارد از طرف بدنهٔ جانبی ظرف $(\vec{F})$ وارد می‌شود. چون مایع در حال تعادل است، برآیند این نیروها برابر با صفر است و بنابراین داریم:

$$\vec{W} + \vec{N} + \vec{F} = ۰ \Rightarrow \vec{F} = -(\vec{W} + \vec{N}) \Rightarrow F = |\vec{W} + \vec{N}| \quad (I)$$

نیروی وزن به طرف پایین به مایع وارد می‌شود و اندازهٔ آن برابر است با:

$$W = mg = \rho Vg = ۱۰^{۳} \times ۲/۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow W = ۲۵N$$

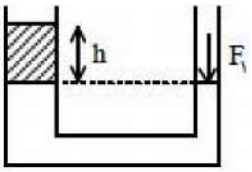
نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند به طرف بالا است و اندازهٔ آن برابر با اندازهٔ نیرویی است که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$N = PA = \rho ghA \Rightarrow N = ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۲} \times ۴۰ \times ۱۰^{-۴} \Rightarrow N = ۲۰N$$

چون دو نیروی $\vec{W}$ و $\vec{N}$ در خلاف جهت هم هستند، برآیند آن‌ها به سمت نیروی بزرگ‌تر یعنی به سمت پایین می‌باشد و اندازهٔ آن برابر است با:

$$|\vec{W} + \vec{N}| = W - N = ۲۵ - ۲۰ = ۵N$$

۴۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. باید فشار حاصل از پیستون و فشار حاصل از مایع جدید برابر شود تا جیوه در دو طرف هم‌تراز شود.



$$pgh = \frac{F_1}{A_1} \Rightarrow ۴۰۰۰ \times ۱۰ \times h = \frac{۲۰}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow ۴۰۰h = ۲۰ \Rightarrow h = \frac{۱}{۲۰}m = ۵cm$$

$$V = A.h = ۳۰۰ \times ۵ = ۱۵۰۰ cm^۳$$

۴۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{array}{l} A_1 V_1 = A_2 V_2 \\ A_1 = \dfrac{A_2 V_2}{V_1} \\ V'_2 = V_2 + \dfrac{۱}{۴}V_2 \end{array}\right\} \Rightarrow A'_1 = \frac{۵}{۴}A_1 \Rightarrow r'_1 = \frac{\sqrt{۵}}{۲}v_1$$

۴۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی سنگ وارد مایع می‌شود، از طرف ظرف مایع (آب) بر سنگ، نیروی ارشمیدس رو به بالا وارد می‌شود. طبق قانون عمل و عکس‌العمل نیز همان مقدار نیرو بر آب رو به پایین وارد می‌کند، بنابراین مایع (آب) دارای وزن بیش‌تری خواهد شد و باید به طرف دیگر ترازو وزنه اضافه کنیم، ولی چون چگالی آب کم‌تر از سنگ است، وزن وزنه‌ها باید کم‌تر از وزن سنگ باشد.

۴۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کمیت A انرژی می‌باشد و یکای SI آن ژول و یکای فرعی آن $\frac{kgm^۲}{s^۲}$ می‌باشد و یکای C برابر متر است، بنابراین:

$$A = BC^۲ \Rightarrow B = \frac{A}{C^۲} \Rightarrow [B] = \frac{\frac{kgm^۲}{s^۲}}{m^۲} = \frac{kg}{s^۲}$$

۴۹- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا آهنگ آب شدن را با استفاده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$\text{آهنگ آب شدن شمع}: \frac{\text{طول شمع}}{\text{مدت زمان آب شدن}} = \frac{۱۸\text{cm}}{۲\text{h}} = ۹\frac{\text{cm}}{\text{h}}$$

حال با تبدیل واحد زیر، یکا را به $\frac{\mu\text{m}}{\text{ms}}$ تبدیل می‌کنیم:

$$۹\frac{\text{cm}}{\text{h}} \times \frac{۱\text{m}}{۱۰^{+۲}\text{cm}} \times \frac{۱۰^{+۶}\mu\text{m}}{۱\text{m}} \times \frac{۱\text{h}}{۳۶۰۰\text{s}} \times \frac{۱\text{s}}{۱۰^{۳}\text{ms}} = \frac{۱۰\,\mu\text{m}}{۴۰۰\,\text{ms}} = \frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۱}$$

$$= ۰/۲۵ \times ۱۰^{-۱} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۲}\frac{\mu\text{m}}{\text{ms}}$$

دقت کنید که در نماد علمی، عدد به‌صورت ضرب $a \times ۱۰^{n}$ که در آن $۱ \leqslant a < ۱۰$ و n یک عدد صحیح است.

۵۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با روش تبدیلات زنجیره‌ای:

$$۸ \times ۱۰^{۸}\frac{\text{mg}}{\text{m(ms)}^{۲}} \times \frac{۱\text{g}}{۱۰^{۳}\text{mg}} \times \frac{۱\text{kg}}{۱۰^{۳}\text{g}} \times \left(\frac{۱۰^{۳}\text{ms}}{۱\text{s}}\right)^{۲} = ۸ \times ۱۰^{۸}\frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}^{۲}} = ۸ \times ۱۰^{۸}\,\text{Pa}$$

اما چرا $\frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}^{۲}}$ برابر پاسکال است؟ اگر صورت و مخرج را در یکای m ضرب کنیم خواهیم داشت $\frac{\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}^{۲}}}{\text{m}^{۲}}$، یکای شتاب و $\text{kg}\frac{\text{m}}{\text{s}^{۲}}$ یکای نیرو است، بنابراین:

$$\frac{\text{kg}}{\text{ms}^{۲}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^{۲}} = \text{Pa}$$

۵۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تصویر به مهارت شخص آزمایشگر مربوط می‌شود که شخص باید عمود به وسیله نگاه کند تا اندازه‌گیری دقیق باشد. اگر شخص در وضعیت A نگاه کند، عدد بیش‌تری و اگر در وضعیت C نگاه کند، عدد کم‌تری گزارش می‌شود، پس رضا که بیش‌ترین عدد را گزارش کرده، در وضعیت A و علی که کم‌ترین عدد را گزارش کرده، در وضع C بوده و امیر در وضعیت B قرار دارد.

۵۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بین هر دو دما به ۱۰ قسمت تقسیم شده، بنابراین کمینهٔ درجه‌بندی دماسنج مدرج ۰/۱ می‌باشد، پس خطای این وسیله برابر است با:

$$\frac{۰/۱}{۲} = ۰/۰۵$$

در وسایل رقمی خطا یک واحد از اولین رقم سمت راست می‌باشد، پس خطای دماسنج رقمی برابر ۰/۰۱ بوده که همان دقت دستگاه می‌باشد، بنابراین:

$$\frac{۰/۰۵}{۰/۰۱} = ۵$$

۵۳- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر با آجرها با مساحت سطح $(۱۵ \times ۱۵)\text{cm}^۲$ بچینیم، تعداد آجرهای مصرف شده برای سطح مقاطع ستون برابر است با:

$$\frac{۹ \times (۱۰^۲)^۲}{۱۵ \times ۱۵} = \frac{۱۰^۵}{۱۰^۲} = ۱۰^۳$$

حال با آجرهایی به ارتفاع ۵cm باید ستونی به ارتفاع ۱۲m بسازیم، پس تعداد آجرها می‌شود:

$$\frac{۱۲ \times ۱۰^۲}{۵} = ۱۰^۳$$

$$۱۰^۳ \times ۱۰^۳ = ۱۰^۶$$

بنابراین تعداد کل آجرها برابر است با:

حال وزن کل ستون را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{تعداد کل آجرها} = \text{تعداد آجر} \times \text{وزن هر آجر} = ۲ \times ۱۰^۶ \approx ۱۰^۶\text{kg} \approx ۱۰^۳\text{Ton}$$

حال اگر آجرها را با مساحت $۵ \times ۱۵\text{cm}^۲$ بچینیم، تعداد آجرهای مصرف شده برای سطح مقاطع برابر است با:

$$\frac{۹ \times (۱۰^۲)^۲}{۵ \times ۱۵} \approx \frac{۱۰^۵}{۱۰^۲} \approx ۱۰^۳$$

در این حالت ارتفاع آجرها ۱۵cm می‌باشد که باید مجموع ارتفاع آن‌ها ۱۲m شود، بنابراین تعداد این آجر برای رسیدن به این ارتفاع برابر است با:

$$\frac{۱۲ \times ۱۰^۲}{۱۵} \approx \frac{۱۰^۳}{۱۰} \approx ۱۰^۲$$

$$۱۰^۲ \times ۱۰^۳ = ۱۰^۵$$

پس تعداد کل آجرهای مصرفی برابر است با:

$$۱۰^۵ \times ۲۳۱۰^۵ \times ۱۰^۰ = ۱۰^۵\text{kg} = ۱۰^۲\text{Ton}$$

بنابراین وزن ستون برابر است با:

۵۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با توجه به جرم و چگالی آب داده شده، حجم آب که همان حجم ظرف است را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{آب} = \frac{m_{آب}}{V_{آب}} \Rightarrow ۱۰۰۰ = \frac{۲۰۰۰ \times ۱۰^{-۳}}{V} \Rightarrow V_{آب} = ۲ \times ۱۰^{-۳} m^۳$$

حداکثر روغن یعنی حجم کل ظرف را روغن پر کند، بنابراین:

$$V_{روغن} = ۲ \times ۱۰^{-۳} m^۳$$

حال با توجه به چگالی روغن، جرم را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m_{روغن} = \rho_{روغن} V = ۰/۸ \times ۱۰^۳ \times ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱/۶ kg$$

۵۵- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا حجم فلز این کره را به‌دست می‌آوریم:

$$V = \frac{۴}{۳}\pi r^۳_{خارجی} - \frac{۴}{۳}\pi r^۳_{داخلی} \Rightarrow V = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times (۶۴ - ۲۷) \Rightarrow V = ۴ \times ۳۷ cm^۳$$

جرم خواهد شد.

$$m = \rho V = ۵ \times ۴ \times ۳۷ \Rightarrow m = ۷۴۰ g = ۰/۷۴ kg$$

۵۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی جنبشی در ابتدا برابر $K_۱ = \frac{۱}{۲}mv^۲$ است. با برداشتن وزنهٔ $m_۱$ از روی $m_۲$ جرم $\frac{۴}{۵}$ حالت قبل می‌شود و اگر جرم در حالت اول را m بگیریم، در این حالت $\frac{۴}{۵}m$ می‌شود.

$$K_۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۸۰}{۱۰۰} \times m\left(\frac{۱۲۰}{۱۰۰}v\right)^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۴}{۵}m \times \frac{۱۴۴}{۱۰۰}v^۲ \Rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵۷۶}{۵۰۰}mv^۲$$

$$\Rightarrow \Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۵۷۶}{۵۰۰} \times \frac{۱}{۲}m \times v^۲ - \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۷۶}{۵۰۰}\left(\frac{۱}{۲}mv^۲\right) \Rightarrow \Delta K = \frac{۱۵/۲}{۱۰۰} \times \frac{۱}{۲} \times mv^۲$$

بنابراین انرژی جنبشی ۱۵/۲ درصد افزایش می‌یابد.

۵۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. انرژی جنبشی در دو حالت را به‌دست می‌آوریم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m(۱۰)^۲ = ۵۰m$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲}m(۸)^۲ = ۳۲m$$

حال درصد تغییرات را به‌دست می‌آوریم:

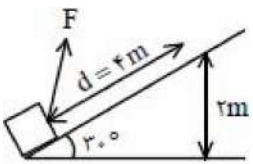
$$\frac{\Delta K}{K_۱} \times ۱۰۰ = \frac{-۱۸m}{۵۰m} \times ۱۰۰ = -۳۶\%$$

۵۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مدت زمانی که متحرک A، d متر را می‌پیماید، متحرک B، ۴d طی کرده، پس تندی متحرک B، ۴ برابر متحرک A می‌باشد، بنابراین:

$$v_B = ۴v_A$$

$$\left.\begin{array}{l} K_B = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ = \frac{۱}{۲}m \times ۱۶v_A^۲ = ۸mv_A^۲ \\ K_A = \frac{۱}{۲}mv_A^۲ \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{K_B}{K_A} = \frac{۸mv_A^۲}{\frac{۱}{۲}mv_A^۲} = ۱۶ \Rightarrow K_B = ۱۶K_A$$

۵۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جسم روی سطح به اندازهٔ ۴m جابه‌جا می‌شود و کار نیروی F خواهد شد.



$$W_F = FdCos\theta \Rightarrow W_F = ۱۵ \times ۴ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۳۰\sqrt{۲}J$$

۶۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به اندازه‌های نیرو و جابه‌جایی و زاویه ٔ بین نیرو و جابه‌جایی، کار نیروها را به‌دست می‌آوریم.

$$W_{F_۱} = F_۱ dCos\theta_۱ = ۱۰ \times ۲ \times Cos۳۷° = ۱۶J$$

$$W_{F_۲} = F_۲ dCos\theta_۲ = ۲۰ \times ۲ \times Cos۵۳° = ۲۴J$$

$$W_{F_۳} = F_۳ dCos\theta_۳ = ۱۰ \times ۲ \times Cos(۶۷° + ۱۶° + ۳۷°) = -۲۰ \times \frac{۱}{۲} = -۱۰J$$

کار کل برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروها پس:

$$W_T = W_{F_۱} + W_{F_۲} + W_{F_۳} = ۱۶ + ۲۴ - ۱۰ = ۳۰J$$

۶۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطهٔ کار داریم: $W = FdCos\theta$

برای خودروها نیروی وارده F و جابه‌جایی d با هم برابر است، پس:

$W_۱ = FdCos\theta_۱ \qquad W_۲ = FdCos\theta_۲$

و می‌دانیم هرچه θ کوچک‌تر باشد، $Cos\theta$ بزرگ‌تر می‌شود، پس: $W_۲ > W_۱$.

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم: $W_۲ > W_۱ \Rightarrow \Delta K_۲ > \Delta K_۱$

سرعت اولیه هر دو متحرک صفر می‌باشد، پس:

$$K_۰ = ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ > \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \Rightarrow v_۲^۲ > v_۱^۲ \Rightarrow v_۲ > v_۱$$

۶۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر جسم از حال سکون به حرکت درآید، در هر بازه‌ای که می‌گذرد، سرعت آن افزایش می‌یابد و در هر بازه نسبت به بازهٔ قبل، مسیرطولانی‌تری را طی می‌کند (d بزرگ‌تر می‌شود) و کار نیروی F افزایش می‌یابد.

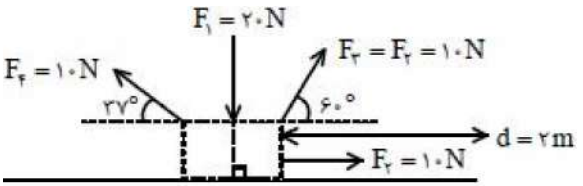
اگر جسم از ابتدا در جهت نیروی F دارای سرعت باشد، به دلیل افزایش سرعت کار نیروی F در بازه‌های متوالی افزایش می‌یابد، بنابراین گزینه (۱) درست است.

اگر جسم دارای سرعت اولیهٔ رو به سمت چپ باشد، نیروی F که باعث کاهش سرعت آن می‌شود و در بازه‌های متوالی کار نیروی F به دلیل کاهش جابه‌جایی کم‌تر می‌شود تا جسم متوقف شود، بنابراین گزینه (۲) درست است.

اگر نیرو پس از توقف جسم هم‌چنان به جسم وارد شود، جسم که ابتدا دارای حرکت کندشونده بود، دارای حرکت تندشونده می‌شود و کار نیروی F در بازه‌های زمانی t افزایش می‌یابد یعنی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۶۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کار یک نیروی ثابت از رابطهٔ $W = FdCos\theta$ به‌دست می‌آید که θ زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی می‌باشد.

الف) کار نیروی F_3 و F_2 را محاسبه می‌کنیم.



$$W_{F_2} = F_2 d Cos\theta \xrightarrow{\theta = 0} W_{F_2} = 20J$$

$$W_{F_3} = F_3 d Cos\theta \xrightarrow{\theta = 60^\circ} W_{F_3} = 10J$$

بنابراین این گزاره درست می‌باشد.

ب) نیروی F_1 بر مسیر حرکت عمود می‌باشد، پس $\theta = 90^\circ$ و $Cos90^\circ = 0$ می‌شود، پس $W_{F_1} = 0$ است و این گزاره درست است.

پ) کار نیروی F_4 را به‌دست آورده و کارها را با هم جمع می‌کنیم:

$$W_{F_4} = 10 \times 2 \times Cos143^\circ \Rightarrow W_{F_4} = 10 \times 2 \times Cos(180^\circ - 37^\circ) = -16J$$

$$W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} + W_{F_4} = 20 + 10 - 16 = 30 - 16 = 14J$$

بنابراین کار کل برابر $54J$ نمی‌باشد و این گزاره نادرست است. در نتیجه دو گزاره درست است و گزینه (۳) پاسخ است.

۶۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر هواپیما در حال توقف (ترمز گرفتن) باشد یعنی $v_1 > v_2$ باشد، $\Delta K < 0$ بوده و $W_{کل} = \Delta K$، پس $W_{کل} < 0$ می‌شود.

$$W_{کل} < 0 \Rightarrow W_F - W_f < 0 \Rightarrow W_F < W_f$$

اگر تندی هواپیما ثابت باشد $V_1 = V_2$ است و $\Delta K = 0$ بوده و $W_{کل} = 0$ می‌شود.

$$W_{کل} = 0 \Rightarrow W_F - W_f = 0 \Rightarrow W_F = W_f$$

اگر تندی هواپیما در حال افزایش باشد، $v_1 < v_2$ است و $\Delta K > 0$ بوده و $W_{کل} > 0$ می‌شود.

$$W_{کل} > 0 \Rightarrow W_F - W_f > 0 \Rightarrow W_F > W_f$$

بنابراین هر سه حالت ممکن بوده و پاسخ گزینه (۴) می‌شود.

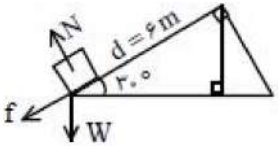
۶۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. آهنگ تغییر تندی به معنای شتاب حرکت است. از این‌رو می‌توان به کمک قانون دوم نیوتن، نیروی خالص را به‌دست آورد.

$$F_{\text{خالص}} = ma \Rightarrow F_{\text{خالص}} = ۱۰ \times (-۱۰) = -۱۰۰N$$

کار نیروی خالص برابر است با:

$$W_T = F_{\text{خالص}} d = -۱۰۰ \times ۶ = -۶۰۰J$$

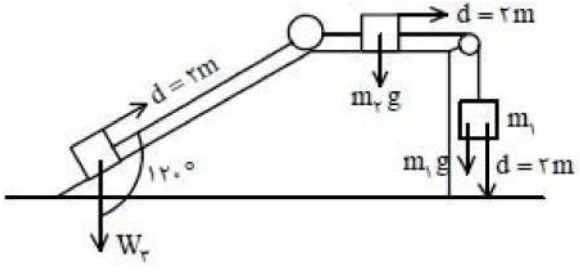
با توجه به این‌که کار کل برابر مجموع جبری تک‌تک نیروها است، می‌توان نوشت:



$$W_T = W_{mg} + W_{\text{اصطکاکی}} + \cancel{W_N}^{\,۰}$$
$$\Rightarrow -۶۰۰ = mgd\cos(۹۰ + ۳۰) + W_{\text{اصطکاکی}}$$
$$\Rightarrow -۶۰۰ = ۱۰ \times ۱۰ \times ۶ \times \left(-\frac{۱}{۲}\right) + W_{\text{اصطکاکی}} \Rightarrow W_{\text{اصطکاکی}} = -۳۰۰$$

۶۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جسم‌های $m_۱$، $m_۲$ و $m_۳$ به وسیلهٔ طناب به هم متصل‌اند و زمانی که $m_۱$، ۲ متر پایین بیاید، $m_۲$، ۲ متر به سمت راست و $m_۳$ نیز ۲ متر روی سطح شیبدار حرکت می‌کند:

$$W_{m_۱ g} = m_۱ gd\cos ۰ \Rightarrow W_{m_۱ g} = m_۱ gh = ۱۰ \times ۲ = ۲۰J$$
$$\theta = ۱۲۰° \Rightarrow W_{m_۳ g} = m_۳ gd\cos ۱۲۰° = -۱۰ \times ۱ = -۱۰J$$
$$\theta = ۹۰° \Rightarrow W_{m_۲ g} = m_۲ gd\cos ۹۰° = m_۲ gd(۰) = ۰$$



۶۷- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow \begin{cases} W_{t_۱} = \frac{۱}{۲}mv^۲ - ۰ \\ W_{t_۲} = \frac{۱}{۲}m(۲v)^۲ - \frac{۱}{۲}mv^۲ = ۳\left(\frac{۱}{۲}mv^۲\right) \end{cases}$$

در این‌صورت:

$$\frac{W_{t_۱}}{W_{t_۲}} = \frac{۱}{۳}$$

۶۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. سرعت جسم قبل از پاره شدن نخ صفر است و پس از توقف در ماسه نیز صفر است، از این‌رو $\Delta K = ۰$ است، با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_{وزن} + W_{اصطکاک} = \Delta K \Rightarrow W_{وزن} + W_{اصطکاک} = ۰ \Rightarrow W_{اصطکاک} = -W_{وزن}$$

$$W_{اصطکاک} = -mg(\Delta h) \Rightarrow W_{اصطکاک} = -۲ \times ۱۰ \times \frac{۲۵}{۱۰۰} = -۵J$$

۶۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسته هنگام رها شدن دارای سرعت $۴۰\frac{m}{s}$ است. با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{وزن} + W_{اصطکاک} = \Delta K$$

$$\Rightarrow mg\Delta h - ۱۰۰۰ = \frac{۱}{۲}m\left(v_۲^۲ - v_۱^۲\right)$$

$$\Rightarrow ۵ \times ۱۰ \times ۱۰۰ - ۱۰۰۰ = \frac{۱}{۲} \times ۵\left(v_۲^۲ - ۱۶۰۰\right) \Rightarrow ۱۶۰۰ = v_۲^۲ - ۱۶۰۰$$

$$\Rightarrow v_۲^۲ = ۳۲۰۰ \Rightarrow v_۲ = ۴۰\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

۷۰- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر $\Delta U = mg\Delta h$ است و برای هر دو گلوله Δh یا تغییرات ارتفاع مشابه می‌باشد. چون از یک ارتفاع مشخص به زمین می‌رسند و چون گلوله‌ها مشابه هستند، پس $m_۱ = m_۲$ بوده و در نتیجه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برای هر دو گلوله یکسان می‌باشد. اما کار اصطکاک به مسیر بستگی دارد و هرچه مسیر طولانی‌تر باشد، کار اصطکاک بیش‌تر می‌شود، پس کار اصطکاک گلولهٔ (۱) بیش‌تر از گلولهٔ (۲) می‌باشد.

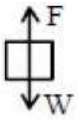
۷۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. آسانسور در حال پایین آمدن است و نیروی کابل رو به بالا است، بنابراین $\theta = ۱۸۰^\circ$ و کار نیروی کابل منفی است.

جسم در حال حرکت رو به پایین است. نیروی وزن و جابه‌جایی هم‌جهت بوده، کار نیروی وزن مثبت است. از طرفی کار نیروی وزن برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی است.

$$\Delta U_g = -W_g \xrightarrow{W_g > ۰} \Delta U_g < ۰$$

جسم دارای تندی ثابت است، بنابراین نیروی خالص وارد بر m صفر است یعنی نیروی کشسانی فنر رو به بالا نیروی وزن را خنثی کرده است. در این صورت کار نیروی کشسانی فنر منفی است.

$$\Delta U_{\text{کشسانی}} = -W_{\text{فنر}} \xrightarrow{W_{\text{فنر}} < ۰} \Delta U_{\text{کشسانی}} > ۰$$



۷۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مساحت را به‌دست می‌آوریم:

$$A = \pi r^۲ = ۳/۱۴ \times (۳ \times ۱۰^{-۳})^۲ = ۳/۱۴ \times ۹ \times ۱۰^{-۶} = ۲۸/۲۶ \times ۱۰^{-۶} = ۲/۸۳ \times ۱۰^{-۵}\,mm^۲$$

حال تبدیل واحدهای گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

$$\text{برحسب } cm^۲ : ۲/۸۲۶ \times ۱۰^{-۵} \times \left(\frac{۱cm}{۱۰mm}\right)^۲ = ۲/۸۳ \times ۱۰^{-۷}\,cm^۲$$

$$\text{برحسب } m^۲ : ۲/۸۲۶ \times ۱۰^{-۵} \times \left(\frac{۱cm}{۱۰^۳mm}\right)^۲ = ۲/۸۳ \times ۱۰^{-۱۱}\,m^۲$$

$$\text{برحسب } nm^۲ : ۲/۸۲۶ \times ۱۰^{-۵} \times \left(\frac{۱۰^۶nm}{۱mm}\right)^۲ = ۲/۸۳ \times ۱۰^{۷}\,nm^۲$$

۷۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دقت برابر کمینهٔ درجه‌بندی یک وسیله می‌باشد که برابر است با:

$$\frac{۱۰}{۴} = ۲/۵\frac{km}{h} \xrightarrow{\text{خطا}} \frac{۲/۵}{۲} = ۱/۲۵\frac{km}{h}$$

چون دقت یک رقم بعد از اعشار دارد باید خطا نیز یک رقم بعد اعشار داشته باشد، پس خطا برابر است با:

$$۱/۲۵ \approx ۱/۳\frac{km}{h}$$

در این‌صورت گزینه (۲) پاسخ صحیح است.

۷۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در اثر آلیاژ شدن $۱۰cm^۳$ از حجم ماده کاهش یافته، پس:

$$V_۱ + V_۲ = ۵۰ + ۱۰ = ۶۰cm^۳ \quad (۱)$$

با توجه به جرم و چگالی مواد داریم:

$$m_۱ + m_۲ = ۱۸۰g \Rightarrow \rho_۱ V_۱ + \rho_۲ V_۲ = ۱۸۰ \Rightarrow ۲V_۱ + ۴V_۲ = ۱۸۰ \quad (۲)$$

حال با حل معادلهٔ (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} (v_۱ + v_۲ = ۶۰) \times (-۲) \\ ۲v_۱ + ۴v_۲ = ۱۸۰ \end{cases} \Rightarrow ۲v_۲ = ۶۰ \Rightarrow v_۲ = ۳۰cm^۳ \, , \, v_۱ = ۳۰cm^۳$$

۷۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا کل ساعات روشن بودن لامپ‌ها در یک ماه را محاسبه می‌کنیم:

$$۶ \times ۶ \times ۳۰ \approx ۱۰ \times ۱۰ \times ۱۰ = ۱۰^۳$$

$$۱۰^۳ \times \frac{۱۰^۳ \times \boxed{۳۶۰۰s}}{۱h} \approx ۱۰^۶ s$$

لامپ $۱۰۰W$ می‌باشد، پس:

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = Pt = ۱۰^۲ \times ۱۰^۶ = ۱۰^۸ J$$

بنابراین کل انرژی مصرفی در لامپ‌ها برابر $۱۰^۸ J$ می‌باشد که این انرژی $\frac{۹۰}{۱۰۰}$ انرژی کلی است که از طریق کابل برق به ما رسیده که تخمین $\frac{۹۰}{۱۰۰}$ برابر ۱ می‌باشد، پس انرژی کل در خطوط نیز برابر $۱۰^۸ J$ می‌باشد که این انرژی حاصل $\frac{۳۵}{۱۰۰}$ انرژی داده شده از نیروگاه می‌باشد.

$$۱۰^۸ = \frac{۳۵}{۱۰۰} E_{کل} \Rightarrow \frac{۱۰^{۱۰}}{۳۵} = E_{کل} \Rightarrow E_{کل} \cong ۱۰^۹ J$$

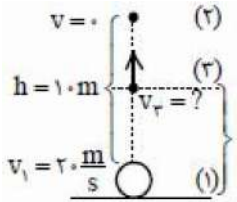
بنابراین انرژی کل داده شده از مرتبهٔ $۱۰^۹ J$ می‌باشد. می‌دانیم به ازای هر لیتر $۳۵ \times ۱۰^۶ J$ انرژی تولید می‌شود که تخمین آن برابر $۱۰^۷ J$، پس برای تولید $۱۰^۹ J$ انرژی باید $۱۰۰lit$ گازوییل مصرف شود.

۷۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$\left.\begin{matrix} W_1 = \Delta k_1 \\ W_2 = \Delta k_2 \end{matrix}\right\} \xrightarrow{W_1 = W_2} \Delta k_1 = \Delta k_2$$

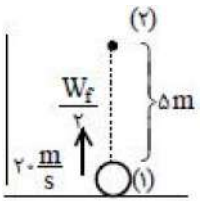
$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(2m)v_2^2 \Rightarrow v_1^2 = 2v_2^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2}v_2$$

۷۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:



$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow mgh - \frac{1}{2}mv_1^2 = W_f$$
$$\Rightarrow 200 - 400 = W_f \Rightarrow W_f = -200J$$

سرعت در نیمهٔ مسیر در نقطهٔ $\left(\frac{h}{2}\right)$ خواسته شده. نیروی مقاومت هوا در طول مسیر ثابت فرض شده، بنابراین کار نیروی اصطکاک در نصف مسیر برابر $\frac{W_f}{2} = -100J$ می‌شود.

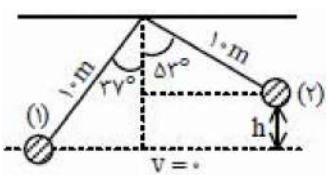


$$E_3 - E_1 = \frac{W_f}{2} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_3^2 + mg\left(\frac{h}{2}\right) - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{W_f}{2}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 2v_3^2 + 20 \times 5 - \frac{1}{2} \times 2 \times 400 = -100$$
$$v_3^2 + 100 - 400 = -100 \Rightarrow v_3^2 = 200 \Rightarrow v_3 = 10\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

۷۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بر ماهواره تنها نیروی وزن وارد می‌شود که چون بر مسیر حرکت ماهواره عمود می‌باشد، پس کار انجام شده بر ماهواره صفر می‌شود و طبق رابطهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{کل} = \Delta K \xrightarrow{W_{کل}=۰} \Delta K = ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = ۰ \Rightarrow v_۱ = v_۲$$

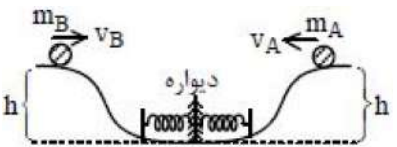
۷۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گوی به دیوار برخورد نکند یعنی در لحظهٔ رسیدن گوی به دیوار سرعت آن صفر باشد از این‌رو:



$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = mgh$$
$$h = ۱۰\cos ۳۷^\circ - ۱۰\cos ۵۳^\circ = ۸ - ۶ = ۲m$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_۱^۲ = ۲۰ \Rightarrow v_۱^۲ = ۴۰ \Rightarrow v_۱ = ۲\sqrt{۱۰}\frac{m}{s}$$

۸۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در انتهای مسیر انرژی مکانیکی هر دو گوی برابر انرژی پتانسیل کشسانی فنر می‌شود و چو ن این انرژی برای هر دو گوی برابر می‌شود، داریم:

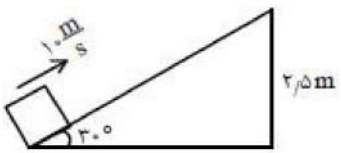
$$E_{۱A} = E_{۲A} \Rightarrow E_{۱A} = U_{کشسانی}$$
$$E_{۱B} = E_{۲B} \Rightarrow E_{۱B} = U_{کشسانی}$$
$$E_{۱A} = E_{۱B} \Rightarrow m_A gh + k_A = m_B gh + k_B$$



با توجه به $m_A > m_B$ نتیجه می‌شود:

$$k_A < k_B \xrightarrow{k = \frac{۱}{۲}mv^۲} v_A < v_B$$

۸۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$E_۲ - \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰۰ = -۵ \times ۵$$

$$E_۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲ + mgh$$

$$\Rightarrow ۲ \times ۱۰ \times ۲/۵ + \frac{۱}{۲} \times ۲ = v^۲ \Rightarrow v^۲ = ۲۵ \Rightarrow v = ۵\frac{m}{s}$$

۸۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا توان را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{W_{کل}}{t} = \frac{\Delta k}{t} = \frac{\frac{۱}{۲} \times ۱۰۰\left((۲۰)^۲ - (۱۰)^۲\right)}{۴} = \frac{۵۰ \times ۳۰۰}{۴} = ۷۵ \times ۵۰W$$

حال با توجه به تبدیل واحد که در متن کتاب هست، داریم:

$$۱hP = ۷۴۶W \Rightarrow ۱hP \cong ۷۵۰W \Rightarrow ۷۵ \times ۵۰ \times \frac{۱hP}{۷۵۰W} = ۵hP$$

۸۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. توان ورودی هر دو تلمبه یکسان است، بنابراین انرژی ورودی هر دو با هم برابر است. این انرژی ورودی باعث می‌شود تلمبهٔ اول $۷۰lit$ یا $۷۰kg$ آب را به ارتفاع ۱۰ متری ببرد، در این‌صورت:

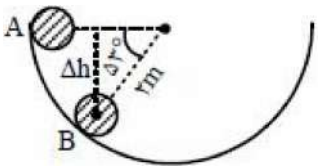
$$(R_a)_A = \frac{(E_A)_{مفید}}{(E_{JA})_{کل}} = \frac{m_A gh_A}{E_{کل}} = \frac{۷۰ \times ۱۰ \times ۱۰}{E_{کل}}$$

انرژی ورودی در تلمبهٔ دوم، $۵۰lit$ یا $۵۰kg$ آب را به ارتفاع ۱۴ متری می‌برد، پس:

$$(R_a)_B = \frac{(E_B)_{مفید}}{(E_B)_{کل}} = \frac{m_B gh_B}{E_{کل}} = \frac{۵۰ \times ۱۰ \times ۱۴}{E_{کل}}$$

$$\frac{R_{a_A}}{R_{a_B}} = \frac{\frac{۷۰ \times ۱۰ \times ۱۰}{E_{کل}}}{\frac{۵۰ \times ۱۰ \times ۱۴}{E_{کل}}} = ۱$$

۸۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جابه‌جایی جسم در راستای قائم را به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta h = ۲ \times \sin^{۵۳^\circ} = ۱/۶\,m$$
$$W_{mg} = mg(\Delta h) = ۲ \times ۱۰ \times ۱/۶ = ۳۲J$$

۸۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گزارهٔ «الف»: بنزین به دلیل چگالی کم‌تر روی آب قرار می‌گیرد و این پدیده به پدیدهٔ پخش ارتباطی ندارد.

گزارهٔ «ب»: به دلیل پدیدهٔ پخش در مایعات، قطرهٔ جوهر درون یک لیوان شیر پخش می‌شود.

گزارهٔ «پ»: به دلیل پدیدهٔ پخش در گازها باعث می‌شود بوی عطر در کل اتاق پخش شود.

گزارهٔ «ت»: پخش شدن آب روی سطح شیشهٔ تمیز به‌خاطر بیش‌تر بودن نیروی دگرچسبی آب و شیشه از نیروی هم‌چسبی آب می‌شود.

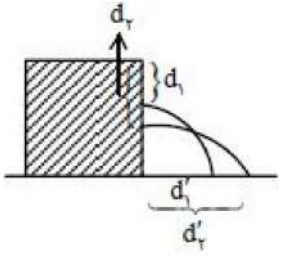
بنابراین گزاره‌های «ب» و «پ» مربوط به پدیدهٔ پخش است.

۸۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ویژگی‌های فیزیکی تمام مواد در مقیاس نانو تغییر می‌کند. به‌علاوه لازم نیست که همهٔ ابعاد یک ماده در مقیاس نانو باشد و تنها لازم است که یکی از ابعاد آن نانو باشد، پس گزینه (۳) درست است.

در مورد گزینه (۱): دقت کنید که در گزینه (۱) بیان شده که حجم الزاماً بر حسب nm^3 باشد در حالی که حجم می‌تواند بر حسب m^3 باشد، اما یکی از ابعاد آن در مقیاس نانو بوده اما حجم برحسب m^3 بیان شود، بنابراین یکای حجم در تغییر فیزیکی تأثیری ندارد.

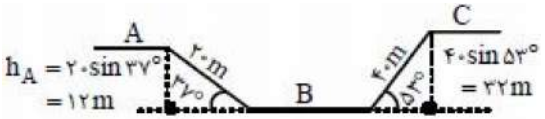
۸۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروهای افقی در یک عمق با هم برابرند و در امتداد قائم در عمق بیش‌تر نیرو بزرگ‌تر است، بنابراین گزینه (۳) درست است.

۸۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هرچه سوراخ پایین‌تر باشد، آب با فشار بیش‌تری خارج می‌شود و آب خروجی فاصلهٔ بیش‌تری از ظرف می‌گیرد:



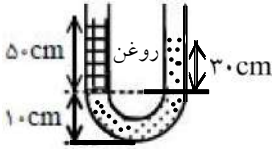
$$d_۲ > d_۱ \Rightarrow d'_۲ > d'_۱$$

۸۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



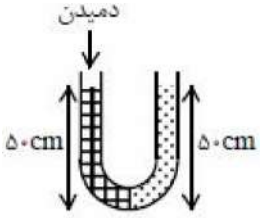
$$P_C - P_A = \rho g(h_C - h_A) = ۱/۲ \times ۱۰(۳۲ - ۱۲) = ۲۴۰Pa$$

۹۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا چگالی روغن را به‌دست می‌آوریم:



$$\rho_{.}h_{.} = \rho_W h_W$$
$$\Rightarrow \rho_{.} \times ۵۰ = ۱ \times ۳۰$$
$$\Rightarrow \rho_{.} = ۰/۶\frac{g}{cm^۳}$$

بعد از دمیدن:



$$P_{ریه} + \rho_{.}gh_{.} = \rho_W gh_W + P_{.}$$
$$\Rightarrow P_{ریه} - P_{.} = \rho_W gh_W - \rho_{.}gh_{.}$$
$$\Rightarrow P_g = ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ - ۶۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۲۰۰۰Pa$$

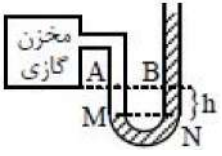
۹۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فشار حاصل از مایع‌های ۱ و ۲ را به $cmHg$ تبدیل می‌کنیم.

$$P_۱ = \frac{\rho_۱}{\rho_{Hg}} \times h = \frac{۶/۸}{۱۳/۶} \times ۱۰ = ۵cmHg$$

$$P_۲ = \frac{\rho_۲}{\rho_{Hg}} \times h = \frac{۳/۴}{۱۳/۶} \times ۱۶ = ۴cmHg$$

$$P_{کف} = P_۱ + P_۲ + P_{.} = ۴ + ۵ + ۷۵ = ۸۴cmHg$$

۹۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. C و D هم‌تراز بوده و در یک مایع قرار دارند، پس $P_C = P_D$ می‌باشد. نقطهٔ A تنها فشار مخزن را تحمل می‌کند:



$$P_M = P_N$$
$$P_M = P_{\text{مخزن}} = P_A$$
$$P_B = P_N - \rho gh = P_A - \rho gh$$
$$\Rightarrow P_A > P_B$$

۹۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فشار وارد ده بر کف برابر فشار وارد شده به سطح A' می‌باشد، پس:

$$\Delta P = \frac{\Delta E}{A} = \frac{\Delta W}{A} = \frac{\rho g \Delta v}{A'} \Rightarrow ۴۰۰ = \frac{۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۳}}{A'} \Rightarrow A' = ۲/۵ \times ۱۰^{-۲}\, m^۲$$

حال با توجه به حجم اولیه داریم:

در حالت اول: $V_{\text{کل}} = A' \times ۲ \times ۱۰^{-۲} + A \times ۷/۲ \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۳}$

$$\Rightarrow ۰/۵ \times ۱۰^{-۳} + A \times ۵ \times ۱۰^{-۲} = ۲ \times ۱۰^{-۳}$$
$$\Rightarrow A \times ۵ \times ۱۰^{-۲} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow A = ۳ \times ۱۰^{-۲}\, m^۲$$
$$\frac{A}{A'} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۲}}{۲/۵ \times ۱۰^{-۲}} = ۱/۲$$

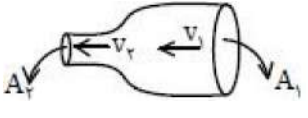
۹۴- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در شکل (۱) جسم در مایع B بیش‌تر فرو رفته، پس $\rho_B < \rho_A$ می‌باشد. در شکل (۲) جسم D بیش‌تر از جسم C در مایع فرو رفته، پس $\rho_C < \rho_D$ می‌باشد.

۹۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با وارد کردن جسم در هر دو مایع، حجم مایع‌ها به اندازهٔ حجم ماده جابه‌جا می‌شود، پس:

$$\Delta V_A = \Delta V_B$$

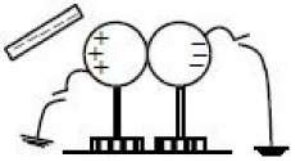
با توجه به شکل (۳)، $\rho_A > \rho_B$ می‌باشد، بنابراین وزن مایع جابه‌جا شده در شکل (۱) بیش‌تر است.
می‌دانیم با توجه به اصل ارشمیدس وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیروی بالاسو به آن وارد می‌کند که با وزن شارهٔ جابه‌جا شده توسط جسم برابر است و چون وزن جابه‌جا شدهٔ مایع A بیش‌تر بوده، پس نیروی بالای سوی بیش‌تری به گوی وارد می‌کند و F_1 عدد کوچک‌تری می‌شود.

۹۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به معادلهٔ پیوستگی می‌توان نوشت:



$$A_1 v_1 = A_1 v_2 \Rightarrow \pi r_1^2 \times v_1 = r_2^2 v_2$$

$$\Rightarrow 16 \times 9 = 2/25 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 16 \times 4 = 64 \frac{cm}{s}$$



۹۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. میلهٔ باردار نزدیک کرهٔ A بوده و هر طور که این دو کره را به زمین وصل کنیم، بار کرهٔ A تغییری نخواهد کرد، بنابراین بار کرهٔ A در هر صورت مثبت می‌ماند.

۹۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با تماس میله به الکتروسکوپ مقداری از بار میله به الکتروسکوپ منتقل می‌شود، الکتروسکوپ دارای بار منفی شده و ورقه‌ها از هم فاصله می‌گیرند. حال با نزدیک شدن میلهٔ (۱) که دارای بار منفی است به کلاهک الکتروسکوپ، بارهای منفی بیش‌تر از کلاهک به ورقه‌ها منتقل می‌شود و فاصلهٔ بین ورقه‌ها افزایش می‌یابد، بنابراین $\beta > \alpha$ است.

۹۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای این‌که بار از $+۷\mu C$ به $-۹\mu C$ برسد باید $-۱۶\mu C$ بار الکتریکی به جسم داده شود که تعداد الکترون‌های لازم برای ایجاد این بار از رابطهٔ $q = -ne$ محاسبه کنیم.

$$-۱۶ \times ۱۰^{-۶} = -n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow ۱۰ \times ۱۰^{۱۳} = n \Rightarrow n = ۱۰^{۱۴}$$

۱۰۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون گوی‌های (۲) و (۳) مشابه‌اند، بنابراین بعد از تماس بارآن‌ها با هم برابر می‌شود و بار بعد از تماس آن‌ها را با q' نشان می‌دهیم. اگر بار بعد از تماس گوی (۱) را نیز با $q'_۱$ نشان دهیم، طبق اصل پایستگی بار الکتریکی داریم:

$$q_۱ + q_۲ + q_۳ = q'_۱ + q'_۲ + q'_۳$$
$$(-۴) + ۲ + (-۲) = -۲ + q' + q' \Rightarrow ۲q' = -۲ \Rightarrow q' = ۱\mu C$$

۱۰۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی الکتریکی اولیه برابر است با: $F = k\frac{q_1 q_2}{d^2}$

اگر اندازهٔ نیرو ۱۹% کاهش یابد، نیروی الکتریکی بین دو بار برابر خواهد شد با:

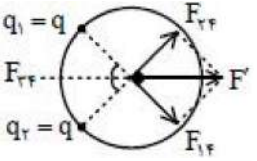
$$F' = F - 19\%F = 81\%F$$

$$F' = \cancel{k}\frac{\cancel{q_1 q_2}}{d^2} = 81\% \times \cancel{k}\frac{\cancel{q_1 q_2}}{d^2} \Rightarrow d'^2 = \frac{100}{81}d^2 \Rightarrow d' = \frac{10}{9}d$$

بنابراین $\left(\Delta d = d' - d = \frac{d}{9}\right)$ فاصلهٔ افزایش می‌یابد.

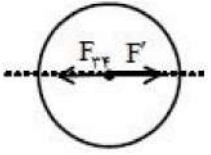
۱۰۲- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بار q_4 را مثبت فرض می‌کنیم و نیروهای وارده از طرف q_1 و q_2 را رسم کرده و اندازهٔ آن‌ها را محاسبه می‌کنیم، چون نیروهای F_{14} و F_{24} هم‌اندازه هستند، پس برآیند آن‌ها (با توجه به تقارن) روی محور xها می‌افتد.

$$F_{24} = F' \Rightarrow k\frac{|q_3||q_4|}{r^2} \Rightarrow k\frac{|q||q_4|}{r^2}\sqrt{2} \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = \sqrt{2}$$



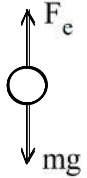
حال نیروی حاصل از q_3 باید هم‌اندازه با F' و در خلاف جهت آن باشد یعنی باید بار q هم مثبت باشد و داریم:

$$F_{34} = F' \Rightarrow \cancel{k}\frac{|q_3||\cancel{q_4}|}{\cancel{r^2}} \Rightarrow \cancel{k}\frac{|q||\cancel{q_4}|}{r^2}\sqrt{2} \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = \sqrt{2}$$



۱۰۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای این‌که گوی (۲) در حال تعادل باشد باید نیروهای وارد بر آن با هم برابر و خلاف جهت هم باشند.

$$F_e = mg \Rightarrow k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = mg$$

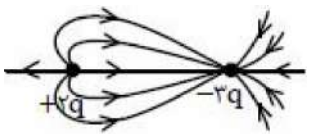


$$\Rightarrow \not{۸} \times ۱۰^{۹} \times \frac{\not{۹} \times ۱۰^{-\not{۶}} \times |q_2|}{\not{۹} \times ۱۰^{-\not{۴}}} = ۲۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰$$

$$\Rightarrow |q_2| \times ۱۰^{۷} = ۲ \times ۱۰^{-۱} \Rightarrow |q_2| = ۲ \times ۱۰^{-۸} = ۰/۰۲\mu C$$

و چون نیروی بین q_1 و q_2 باید جاذبه‌ای باشد، پس بار q_2 منفی می‌باشد: $q_2 = -۰/۰۲\mu C$

۱۰۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل:



الف) میدان اطراف بار بزرگ‌تر قوی‌تر و تراکم خطوط اطراف آن بیش‌تر است، پس تعداد خطوط اطراف هر دو بار یکسان نیست.

ب) خط‌های میدان نسبت به خط واصل متقارن می‌باشد و گزارهٔ «ب» درست است.

پ) نیروی وارد بر ذرهٔ منفی خلاف جهت میدان می‌باشد، بنابراین گزارهٔ «پ» درست است.

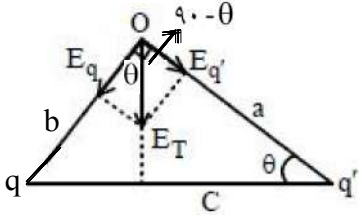
۱۰۵- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار در یک فاصلهٔ معین میدان حاصل از ذرهٔ B بزرگ‌تر از ذرهٔ A می‌باشد، پس داریم:

$$E_A < E_B \Rightarrow \cancel{k}\frac{|q_A|}{\cancel{r^2}} < \cancel{k}\frac{|q_B|}{\cancel{r^2}} \Rightarrow |q_A| < |q_B|$$

اما در مورد نوع بار هیچ اظهار نظری نمی‌توان کرد.

۱۰۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. میدان‌های حاصل از بارهای q' و q در نقطهٔ O به صورت زیر است یعنی هر دو بار q و q' منفی می‌باشند.

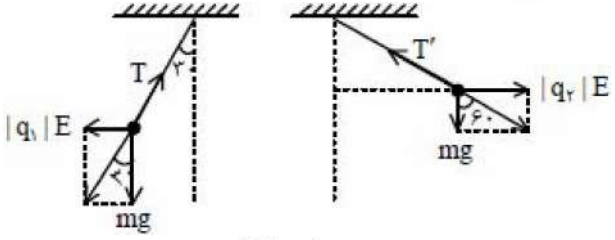
$$E_q = E_T \cos\theta$$
$$E_{q'} = E_T \cos(۹۰ - \theta) = E\sin\theta$$
$$\frac{E_{q'}}{E_q} = \frac{k\frac{|q'|}{a^2}}{k\frac{|q|}{b^2}} = \frac{E\sin\theta}{E\cos\theta} = tg\theta$$



$$\Rightarrow \frac{|q'|b^2}{|q|a^2} = tg\theta \xrightarrow[b = c\sin\theta]{a = c\cos\theta} \frac{|q'|}{|q|} \times tg^2\theta = tg\theta$$
$$\frac{|q'|}{|q|} = \frac{۱}{tg\theta} = Cotg\theta$$

چون بارهای q و q' همنام اند، پس $\frac{q'}{q} = Cotg\theta$ می‌باشد.

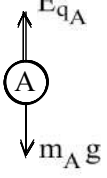
۱۰۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که نیروی وارد بر q_1 خلاف جهت خطوط میدان است، پس q_1 منفی بوده و هم‌چنین چون نیروی وارد بر q_2 هم‌جهت خطوط میدان است، پس q_2 مثبت می‌باشد. با توجه به شکل داریم:



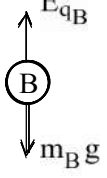
$$\left.\begin{array}{l} q_2 \text{ برای: } tg60^\circ = \dfrac{E|q_2|}{mg} = \sqrt{3} \\ tg30^\circ = \dfrac{E|q_1|}{mg} = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \end{array}\right\} \Rightarrow \dfrac{\dfrac{E|q_2|}{mg}}{\dfrac{E|q_1|}{mg}} = \dfrac{|q_2|}{|q_1|} = 3$$

و چون q_2 و q_1 ناهمنام‌اند، پس $\dfrac{q_2}{q_1} = -3$ می‌شود.

۱۰۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل‌های زیر عددی که هر نیروسنج نشان می‌دهد برابر است با:



$$F_A = E_{q_A} - m_A g$$



$$F_B = E_{q_B} - m_B g$$

با توجه به صورت سؤال $m_A = m_B$ و $q_A = q_B$ می‌باشد، پس: $F_A = F_B$.

۱۰۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که $w = \Delta k = ۰/۱$ و $w = Edq$ داریم:

$$۵ \times ۱۰^{۴} \times ۴۰ \times ۱۰^{-۶} \times d = ۰/۱ \Rightarrow d = \frac{۱}{۵} = ۰/۲\,m = ۲۰\,cm$$

۱۱۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با تماس گوی C با کرهٔ A بار رسانا روی سطح خارجی پخش می‌شود و بار گوی C صفر می‌شود. چون دو کرهٔ A و B در تماس با هم‌اند، بار روی سطح آن‌ها پخش شده و به دلیل تشابه کره‌ها، بار روی کره‌های A و B با هم مساوی می‌باشد.

۱۱۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چگالی سطحی در نقطهٔ A بیش‌تر از B بوده و میزان انحراف آونگ در این نقطه بیش‌تر است.

۱۱۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که می‌تواند اجسام A، B و C هر سه دارای بار باشند، در آن صورت B و C باید مخالف A باشند، پس هم‌دیگر را دفع می‌کنند و هم‌چنین می‌تواند B و C خنثی بوده و توسط القا توسط جسم A جذب شده باشند و به هم نیرویی وارد نکنند و هم‌چنین ممکن است یکی از B و C خنثی باشد و دیگری دارای بار باشد و در این حالت هم‌دیگر را جذب خواهند کرد.

۱۱۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نقطهٔ M بین دو باراست:

$$\frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

پس نقطهٔ M به بار کوچک‌تر نزدیک است. برای صفر ماندن میدان در نقطهٔ M باید جابه‌جایی بارها نیز به همین نسبت باشد ولی با یکسان جابه‌جا کردن بارها، بار کوچک‌تر بیش‌تر از نسبت فوق جابه‌جا شده است، پس میدان بزرگ‌تری خواهد داشت و در نتیجه میدان به سمت بار بزرگ‌تر خواهد بود.

۱۱۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پتانسیل الکتریکی محل بار مثبت کاهش و محل بار منفی افزیش می‌یابد و انرژی پتانسیل آن‌ها به یک میزان کاهش یافته و بنابراین انرژی جنبشی آن‌ها به یک میزان افزایش می‌یابد.

۱۱۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پتانسیل الکتریکی در جهت خطوط میدان الکتریکی به اندازهٔ Ed کاهش می‌یابد. d فاصلهٔ دو نقطه در راستای خطوط میدان است.

$$V_A - V_B = ۲۵۰۰ \times \frac{۴}{۱۰۰} = ۱۰۰V$$

۱۱۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بزرگی بار برابر ۵C است یعنی بار یا برابر $+۵C$ می‌باشد که در این‌صورت داریم:

$$\vec{F} = \vec{E}q \Rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \vec{E} = -۸۰i + ۶۰j$$

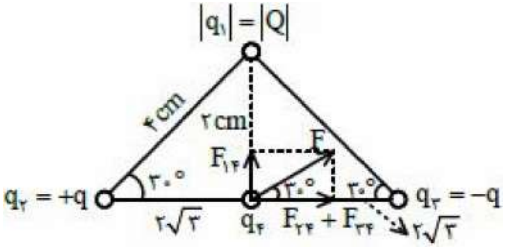
یا بار برابر $-۵C$ می‌باشد که در این‌صورت داریم:

$$\vec{E} = \vec{E}q \Rightarrow \vec{E} - \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow \vec{E} = ۸۰i - ۶۰j$$

۱۱۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در حالت اول بار هر کره را q در نظر می‌گیریم. آنچه باعث می‌شود که دو کرهٔ A و B از هم فاصله گیرند، نیروی دافعهٔ الکتریکی بین دو کره می‌باشد. با تخلیهٔ بار کرهٔ A، دو کره در راستای قائم با هم تماس پیدا می‌کنند و چون دو کره مشابه‌اند، بار هر کره برابر $\frac{q}{۲}$ می‌شود و نیروی دافعه از حالت قبل کم‌تر می‌شود و زاویهٔ بین دو آونگ کم‌تر از α می‌شود.

۱۱۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با دو برابر شدن طول ضلع‌ها فاصلهٔ هر ذره تا q_1 دو برابر شده و نیروی هر بار $\frac{1}{4}$ شده و در نتیجه برآیند نیروها با توجه به رابطهٔ $k\frac{q_1 q_2}{r^2}$، $\frac{1}{4}$ می‌شود.

۱۱۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به علامت بارهای q_2 و q_3 و جهت نیرو داریم:



$$F' = F_{24} + F_{34} = 2\left(k\frac{|q_2||q_4|}{r^2}\right) = 2\times 9\times 10^{9} = \frac{|q||q_4|}{12\times 10^{-4}}$$

$$F_{14} = k\frac{|q_4||Q|}{r^2} = 9\times 10^{9}\times\frac{|q_4||Q|}{4\times 10^{-4}}$$

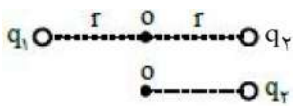
$$\Rightarrow \text{tg}30^\circ = \frac{F_{14}}{F'} = \frac{\frac{9\times 10^{9}|q_4||Q|}{4\times 10^{-4}}}{\frac{2\times 9\times 10^{9}\times|q||q_4|}{12\times 10^{-4}}} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{12}{8}\times\frac{|Q|}{|q|} \Rightarrow \frac{2\sqrt{3}}{9} = \frac{|Q|}{|q|}$$

که با توجه به علامت منفی Q:

$$\frac{Q}{q} = -\frac{2\sqrt{3}}{9} \Rightarrow \frac{q}{Q} = \frac{-9}{2\sqrt{3}} = \frac{-3\sqrt{3}}{2}$$

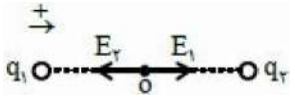
۱۲۰- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در دو حالت میدان خالص را می‌نویسیم:

$$\begin{cases} \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \\ \vec{E}_2 = -\dfrac{\vec{E}}{2} \end{cases} \Rightarrow \vec{E}_1 = \frac{3\vec{E}}{2}$$



حال با توجه به اندازهٔ میدان‌های به‌دست آمده داریم:

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= k\frac{|q_1|}{r^2} \\ E_2 &= k\frac{|q_2|}{r^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{|q_1|}{|q_2|} = 3$$



حال با توجه به جهت E_1 و E_2 داریم:

پس باید q_1 و q_2 هم‌نام باشد، از این‌رو:

$$\frac{q_1}{q_2} = 3$$