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:

عدد گزارش شده $= ۲/۷ \pm ۰/۳cm$

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:

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

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

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

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

که نزدیک‌ترین عدد به آن گزینه (۲) یعنی $۱۰^{۱۱} s$ 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:

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

حجم آب جابه‌جا شده برابر حجم قطعه فلز است:

$$V_{\text{آب}} = V_{\text{فلز}} = ۱۲ cm^{۳}$$

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:

$$V_{\text{مخلوط}} = ۶۵ - ۱۵ = ۵۰\,cm^۳$$

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

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:

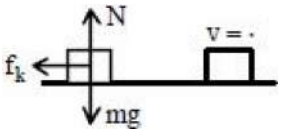
$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow ۵ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۵ \times v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۲۰} = ۲\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$

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

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

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:

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

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

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

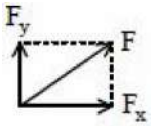
۱۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون جسم با تندی ثابت در حال حرکت است، پس $F_{کل} = ma = ۰$ می‌باشد.

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

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:



$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 \Rightarrow ۱۰۰ = F_x^2 + ۶^2$$
$$\Rightarrow F_x^2 = ۶۴ \Rightarrow F_X = ۸N$$
$$W_{Fx} = F_X d = ۸ \times ۸ = ۶۴J$$

۲۱- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی، کار کل (مجموع کار $F_۱$ و $F_۲$ را به‌دست می‌آوریم):

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_۱} + W_{F_۲} = \frac{۱}{۲}m\left(v_۲^2 - v_۱^2\right)$$
$$\Rightarrow ۳۰ + W_{F_۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times \left(۵^2 - \left(\sqrt{۱۳}\right)^2\right) \Rightarrow ۳۰ + W_{F_۲} = ۱۲ \Rightarrow W_{F_۲} = -۱۸J$$

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

$$K = \frac{۱}{۲}mv^2 \Rightarrow ۵ = \frac{۱}{۲}m \times ۲۵ \Rightarrow m = \frac{۱۰}{۲۵} = ۰/۴kg$$

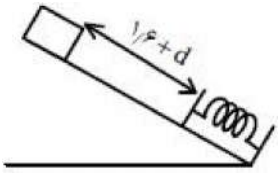
حال با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{mg} + W_f = \Delta K \Rightarrow ۴۸ - ۴۵/۸ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times \left(v^2 - ۲۵\right)$$
$$\Rightarrow ۲/۲ = ۰/۲\left(v^2 - ۲۵\right) \Rightarrow ۱۱ = v^2 - ۲۵ \Rightarrow v^2 = ۳۶ \Rightarrow v = ۶\frac{m}{s}$$

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

$$\begin{cases} h_A = ۴m \\ h_B = ۲m \end{cases} \Rightarrow W_{mg} = mg\left(h_A - h_B\right) = ۰/۵ \times ۱۰ \times ۲ = ۱۰J$$

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



$$W_{mg} + W_{\text{فنر}} = ۰ \Rightarrow mg(۱/۶ + d)\sin ۳۰^\circ = ۲$$
$$\Rightarrow ۰/۲ \times ۱۰(۱/۶ + d) \times \frac{۱}{۲} = ۲$$
$$\Rightarrow d = ۰/۴ \Rightarrow d = ۴۰cm$$

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.

$$W = \Delta K = K_۲ - K_۱$$

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

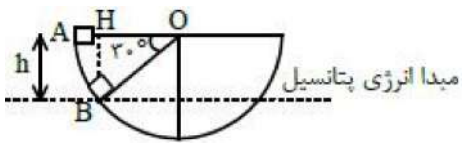
لذا اتلاف انرژی یا کار مقاومت هوا صرف‌نظر از علامت آن ۹ ژول است.

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: $x = X$

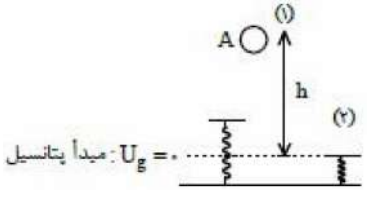
۲۹- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم کار نیروی وزن در جابه‌جایی از نقطهٔ A به نقطهٔ B، با علامت منفی برابر تفاوت انرژی پتانسیل گرانشی این دو نقطه است. با توجه به مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی که انتخاب کرده‌ایم، داریم:



$$U_B = ۰\,J\,,\ U_A = mgh\,,\ h = BH = R\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}R \Rightarrow U_A = \frac{۱}{۲}mgR$$

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

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



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

$$\Rightarrow \cancel{m}gh = ۲\left(\frac{۱}{\cancel{۲}}\cancel{m}v^۲\right) \Rightarrow ۱۰ \times h = ۲/۲۵$$

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

فاصله از سطح زمین برابر است با:

$$۳۰ - ۲۲/۵ = ۷/۵\,cm$$