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:

$$۱۲۵ \times ۱۲W \times \frac{۱hp}{۷۵۰W} = ۲hp$$

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:

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

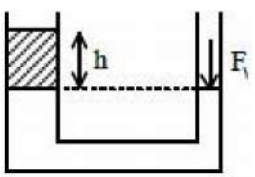
نیرویی که کف ظرف بر مایع وارد می‌کند به طرف بالا است و اندازهٔ آن برابر با اندازهٔ نیرویی است که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، بنابراین می‌توان نوشت:

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

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.



$$pgh = \frac{F_۱}{A_۱} \Rightarrow ۴۰۰۰ \times ۱۰ \times h = \frac{۲۰}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}}$$

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

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

-۴۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$A_۱V_۱ = A_۲V_۲$$

$$\left.\begin{array}{l} A_۱ = \dfrac{A_۲V_۲}{V_۱} \\ V'_۲ = V_۲ + \frac{۱}{۴}V_۲ \end{array}\right\} \Rightarrow A'_۱ = \frac{۵}{۴}A_۱ \Rightarrow r'_۱ = \frac{\sqrt{۵}}{۲}v_۱$$

-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 $\frac{kgm^2}{s^2}$ می‌باشد و یکای C برابر متر است، بنابراین:

$$A = BC^2 \Rightarrow B = \frac{A}{C^2} \Rightarrow [B] = \frac{\frac{kgm^2}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{s^2}$$

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

$$\text{آهنگ آب شدن شمع}: \frac{\text{طول شمع}}{\text{مدت زمان آب شدن}} = \frac{18cm}{2h} = 9\frac{cm}{h}$$

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

$$9\frac{cm}{h} \times \frac{1m}{10^{+2}cm} \times \frac{10^{+6}\mu m}{1m} \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{1s}{10^{3}ms} = \frac{10}{400}\frac{\mu m}{ms} = \frac{1}{4} \times 10^{-1}$$

$$= 0/25 \times 10^{-1} = 2/5 \times 10^{-2}\frac{\mu m}{ms}$$

دقت کنید که در نماد علمی، عدد به‌صورت ضرب $a \times 10^n$ که در آن $1 \leq a < 10$ و n یک عدد صحیح است.

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

$$8 \times 10^8 \frac{mg}{m(ms)^2} \times \frac{1g}{10^3 mg} \times \frac{1kg}{10^3 g} \times \left(\frac{10^3 ms}{1s}\right)^2 = 8 \times 10^8 \frac{kg}{m \times s^2} = 8 \times 10^8 Pa$$

اما چرا $\frac{kg}{m \times s^2}$ برابر پاسکال است؟ اگر صورت و مخرج را در یکای m ضرب کنیم خواهیم داشت $\frac{kg\frac{m}{s^2}}{\frac{m}{s^2}}$، یکای شتاب و $kg\frac{m}{s^2}$ یکای نیرو است، بنابراین:

$$\frac{kg}{ms^2} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

-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:

$$۱۰^۵ \times ۲۳\,۱۰^۵ \times ۱۰^۰ = ۱۰^۵\text{kg} = ۱۰^۲\text{ Ton}$$

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:

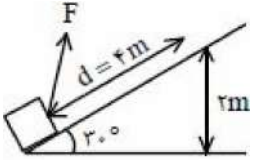
$$\frac{\Delta K}{K_۱} \times ۱۰۰ = \frac{-۱۸m}{۵۰m} \times ۱۰۰ = -۳۶\%$$

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:

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