پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸، دفترچه: ۱

۱) گزینه ۳

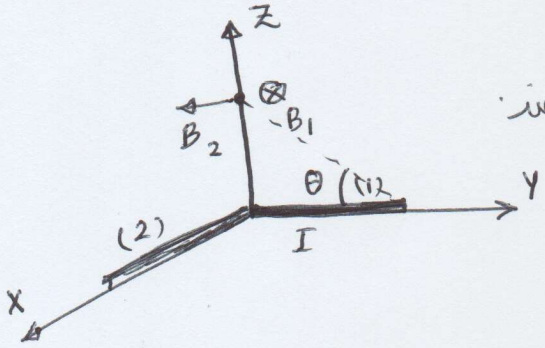
$$I_{\text{دریافتی}} = \frac{1}{\eta} I_{\text{تولیدی}} = \frac{1}{0.1} \times \frac{P_{\text{تولیدی}}}{A} = 10 \times \frac{25}{0.5 \times 0.5} = 10^3 \frac{W}{m^2}$$ (شدت)

$$\Rightarrow E_{\text{دریافتی}} = I_{\text{دریافتی}} \times A \times t = I \times \pi R_e^2 \times t$$

$$= 10^3 \times 3.14 \times (6.4 \times 10^6)^2 \times 2 \times 3600 \cong 926 \times 10^{18} \cong 10^{21}\ J$$

---

۲) گزینه ۱ صحیح است



مطابق شکل اندازه میدان هر دو سیم با هم برابر است و میدان‌ها بر هم عمود می‌باشند.

$$|B_1| = |B_2| = \frac{\mu_0 I}{4\pi L}\left(\cos\theta - \cancel{\cos\frac{\pi}{2}}\right)$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi L} \times \frac{L/2}{\sqrt{L^2 + \frac{L^2}{4}}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi L} \times \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$B_T = +\frac{\mu_0 I}{4\pi L} \times \frac{1}{\sqrt{5}}(-\hat{i} + \hat{j}) \Rightarrow |B_T| = \sqrt{2}|B_1| = \sqrt{\frac{2}{5}}\ \frac{\mu_0 I}{4\pi L}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{40}}\ \frac{\mu_0 I}{\pi L}$$

---

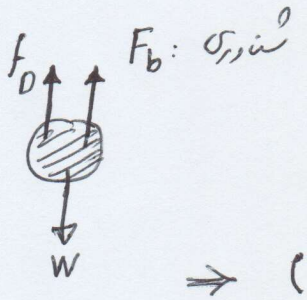
۳) گزینه ۱ صحیح است.

فرض کنید چگالی سطحی کاغذ (جرم بر واحد مساحت) σ باشد. اگر فرض کنیم مساحت یک کاغذ A باشد بعد از هر بار تا زدن مساحت آن نصف می‌شود بنابراین داریم:

$$P = \frac{mg}{A/16} = \frac{(\sigma A)g}{A/16} = 16\sigma g = 16 \times 80 \times 10^{-3} \times 9.8 = 12.54\ Pa$$

---

۴) گزینه ۱ صحیح است.



هنگامی که سرعت ثابت می‌شود برآیند نیروها صفر است. (ρ' چگالی جسم است)

$$W = f_D + F_b \Rightarrow \rho' V g = \frac{1}{2} C A \rho v^2 + \rho V g \quad (V: \text{حجم})$$

$$\Rightarrow (\rho' - \rho) \times \frac{4}{3}\pi R^3 g = 0.2 \times \pi R^2 \rho v^2$$

$$\Rightarrow (\rho' - \rho) \times 0.4 \times 9.8 = 0.2\rho \times 9.8 \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{3}{2}$$

@irnplo

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸، گروه ترجمه: ا

۵) گزینه ۲ صحیح است.

$$PV = nRT = \frac{N}{N_A}RT \Rightarrow P = \left(\frac{N}{V}\right)\frac{RT}{N_A} = n_v \frac{RT}{N_A} \Rightarrow n_v = \frac{PN_A}{RT}$$

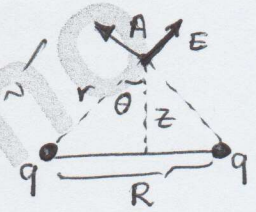
$$\Rightarrow n_v = \frac{1.01\times10^5 \times 6\times10^{23}}{8.3\times300} = 0.24\times10^{26} = 2.4\times10^{25}\ m^{-3}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\times 2.4\times10^{25}\times 3.14\times(4\times10^{-10})^2} = \frac{10^{-5}}{168.8} = 5.8\times10^{-8}\ m = 58\ nm$$

---

۶) گزینه ۴ صحیح است.

میدان الکتریکی آرایش



که A روی محور عمود می باشد برابر است با

$$E_T = 2E\cos\theta = \frac{2Kq}{r^2}\times\frac{z}{r} = \frac{2Kqz}{r^3}$$

$$= 2Kq\frac{z}{\sqrt{\left(z^2+\frac{R^2}{4}\right)^3}}$$

یک مربع را می توان برهم نهی ۲ آرایش فوق با $R=\sqrt{2}a$ در نظر گرفت

بنابراین برای یک مربع در فاصله z از مرکز داریم:

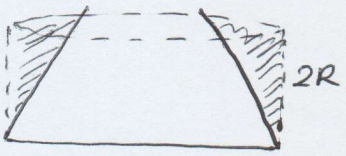
$$E(z) = 4Kq\frac{z}{\sqrt{\left(z^2+\frac{a^2}{2}\right)^3}}$$

$$\Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{E(z=a)}{E(z=2a)} = \frac{\frac{a}{\sqrt{\left(\frac{3}{2}a^2\right)^3}}}{\frac{2a}{\sqrt{\left(\frac{9}{2}a^2\right)^3}}} = \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{9}{3}\right)^3} = \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

---

۷) گزینه ۱ صحیح است.

اگر ظرف استوانه ای بود هیچ ماده از بین جدا نمی شد. بنابراین در شکل مقابل جرم مایع هاشور خورده باید برابر با جرم ظرف باشد.



$$\rho V = M \Rightarrow \rho\times\left[\pi(2R)(5R)^2 - \frac{\pi}{3}\times 2R\,(9R^2+25R^2+15R^2)\right]$$

$$= \frac{52}{3}\rho\pi R^3 = M \Rightarrow \rho = \frac{3}{52}\frac{M}{\pi R^3}$$

@irnpho

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸ ، گروه مترجم: ۱

۸) گزینه ۴ صحیح است.

طبق قاعده دولون و پتی ظرفیت گرمایی جامدات $25\ J/mol\,K$ (3R) می‌باشد بنابراین

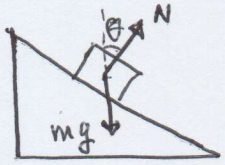
$$Q_{\text{آلومینیوم}} + Q_{\text{آب}} = 0 \Rightarrow n \times 25 \times (\theta - 50) + 1 \times 4200 (\theta - 10) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{220}{55} \times 25 (\theta - 50) + 4200(\theta - 10) = 0 \rightarrow \theta = \frac{470}{43} = 10.93$$

$$\Rightarrow \Delta\theta_{\text{آب}} = 0.93 \cong 1^\circ C$$

---

۹) گزینه ۳ صحیح است.



$$N \cos\theta = mg$$
$$N \sin\theta = ma$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N\cos^2\theta = mg\cos\theta \\ + \; N\sin^2\theta = ma\sin\theta \end{cases}$$

$$N = ma\sin\theta + mg\cos\theta$$

---

۱۰)

با توجه به توضیحات سؤالات تغییر انرژی پتانسیل گرانشی را می‌توان به عنوان گرما در نظر گرفت اما باید در نظر داشت که با پایین آمدن گلوله مسی، سطح دریاچه بالا می‌رود که میزان بالا رفتن آن را می‌توان با در نظر گرفتن نیروی ارشمیدس به دست آورد.

$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{\Delta U}{T} = \frac{m\left(1 - \frac{\rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{مس}}}\right) gh}{T} = \frac{0.4 \times \left(1 - \frac{1}{8.9}\right) \times 9.8 \times 100}{283}$$

$$= 1.23\ J/K$$

@irnpho

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸ کد دفترچه: ۱

۱۱) گزینه ۳ صحیح است.

حرکت ذره کید حرکت نوسانی حول مرکز حلقه می باشد که سرعت در هر حلقه از رابطه $v_{max} = A\omega$ بدست می آید.

$$F = ma \Rightarrow qE = ma \Rightarrow a = -\frac{q}{4m} \cdot \frac{qz}{4\pi\epsilon_0 R^3} = -\frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 m R^3} z$$

در حرکت نوسانی $a = -\omega^2 z$ بنابراین $\omega = \sqrt{\frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 m R^3}}$

$$\Rightarrow v = \frac{R}{100}\omega = \frac{q}{200\sqrt{4\pi\epsilon_0 R m}}$$

---

۱۲) گزینه ۴ صحیح است.

در ناحیه (0 R) میدان به صورت خطی تغییر می کند $E \propto r$ بنابراین پتانسیل باید به گونه ای باشد که شیب آن در هر نقطه متناسب با r (فاصله) باشد که گزینه های ۲ و ۴ می توانند باشند. با توجه به علامت منفی در تعریف گزینه ۴ صحیح است.

---

۱۳) گزینه ۱ صحیح است.

طبق قانون شناوری داریم:

$$mg = \rho_0 V g \Rightarrow \rho_1 \times (2a^2L + 4a^2L + 6a^2L)g = \rho_2 6a^2 L g$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{12}{6} = 2$$

@irnpho

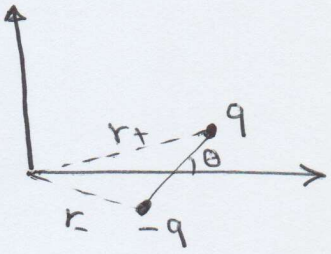
پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸، کد دفترچه: ۱

۱۴) گزینه ۲ صحیح است.

$$P=\frac{E}{t} \Rightarrow t=\frac{E}{P}=\frac{100\times 0/5V\times 4/2}{48}=4/98\,min \cong 5\,min$$

---

۱۵) گزینه ۴ صحیح است.



$$U=\frac{Kq}{4\pi\epsilon_0 r_+}-\frac{Kq}{4\pi\epsilon_0 r_-}=\frac{Kq}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r_+}-\frac{1}{r_-}\right)$$

$$r_+=(a^2+b^2+2ab\cos\theta)^{\frac{1}{2}}=(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}}\left(1+\frac{2ab\cos\theta}{a^2+b^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$r_-=(a^2+b^2-2ab\cos\theta)^{\frac{1}{2}}=(a^2+b^2)^{\frac{1}{2}}\left(1-\frac{2ab}{a^2+b^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow U=\frac{Kq}{4\pi\epsilon_0\sqrt{a^2+b^2}}\left(\left(1+\frac{2ab}{a^2+b^2}\cos\theta\right)^{-\frac{1}{2}}-\left(1-\frac{2ab\cos\theta}{a^2+b^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\right)$$

$$=\frac{Kq}{4\pi\epsilon_0\sqrt{a^2+b^2}}\left(\left(1-\frac{ab}{a^2+b^2}\cos\theta\right)-\left(1-\frac{ab}{a^2+b^2}\cos\theta\right)\right)$$

$$=\frac{-qK}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{2ab\cos\theta}{(a^2+b^2)^{\frac{3}{2}}}$$

---

۱۶) گزینه ۲ صحیح است.

طبق قاعده دست راست بارهای مثبت که به سمت راست حرکت می‌کنند به سمت نقطه M حرکت می‌کنند و بارهای منفی در نقطه N جمع می‌شوند و میدان از M به N خواهیم داشت پس $V_M > V_N$ $\Delta V > 0$

---

۱۷) گزینه ۱ صحیح است.

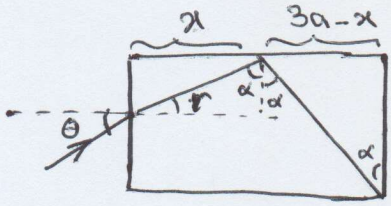
$$q=CV=12\times10^{-6}C \Rightarrow n=\frac{q}{e}=\frac{12\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}}=7.5\times10^{13}$$

$$\Delta n_{\text{بعد}}=2\times7.5\times10^{13}=15\times10^{13}=1.5\times10^{14}+\Delta n_{\text{قبل}}$$

@irmho

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸. کدفترچه: ۱

۱۸) گزینه ۳ صحیح است.



$$\sin\theta = n\sin r$$

$$tg\alpha = \frac{x}{a/2} = \frac{3a-x}{a} \Rightarrow 2x = 3a - x \rightarrow \boxed{x=a}$$

$$\Rightarrow \sin r = \frac{a/2}{\sqrt{\frac{a^2}{4}+a^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \rightarrow \sin\theta = \frac{3}{2\sqrt{5}}$$

---

۱۹) گزینه ۲ صحیح است.

حرکت آسانسور باید به گونه ای باشد که ابتدای حرکت شتاب کند شونده و انتهای حرکت شتاب کند شونده داشته باشد طبق رابطه $N = m(g+a)$ نیروی وارد شده بر ترازو در ابتدای حرکت $N > mg$ و در لحظات قبل از توقف $N < mg$ می باشد.

---

۲۰) گزینه ۴ صحیح است.

جسم m ساکن است پس $T_1 = mg$ از طرفی چون طناب جرم ندارد نیروی کشش آن یکسان است پس $T_2 = mg$ ، از ساکن بودن قرقره و بدون جرم بودن آن داریم $T_3 = 2T_1 = 2mg$

---

۲۱) گزینه ۲ صحیح است.

---

۲۲) گزینه ۳ صحیح است.

در جسم باید شتاب حرکت کشتی خنثی شود.

$$m_1 g\sin\theta - \mu_1 m_1 g\cos\theta - T = m_1 a$$

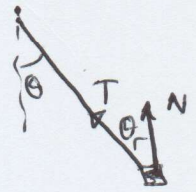
$$T + m_2 g\sin\theta - \mu_2 m_2 g\cos\theta = m_2 a$$

$$\Rightarrow T = \frac{m_1 m_2 g}{m_1+m_2}\cos\theta(\mu_2-\mu_1) \qquad T>0 \Rightarrow \mu_2 > \mu_1$$

@irnpho

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک - سال ۱۳۹۸ کد دفترچه: ۱

۲۳) گزینه ۱ صحیح است.



$$N + T\cos\theta = mg \rightarrow T\cos\theta = mg - \frac{1}{3}mg = \frac{2}{3}mg$$

$$T\sin\theta = \frac{mv^2}{R} = \frac{mv^2}{L\sin\theta}$$

$$\Rightarrow \quad tg\theta = \frac{3mv^2}{2mgL\sin\theta} \Rightarrow V = \sqrt{Lg}$$

---

۲۴) گزینه ۴ صحیح است.

$$a_m = 2a_M = \frac{g}{2} \Rightarrow \begin{cases} Mg - 2T = Ma_M = M\frac{g}{4} \\ T - \mu_k mg = ma_m = m\frac{g}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Mg - 2T = M\,g/4 \\ 2T - 0.2mg = mg \end{cases} \Rightarrow (M - 0.2m) = m + \frac{M}{4} \rightarrow \frac{M}{m} = 1.6$$

---

25) گزینه ۳ صحیح است.

طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ داریم $r = \frac{\varepsilon - V}{I}$، مقادیر مختلف r عبارتند از

I	2	3	4	5	6
V	11.8	10.1	9.6	7.5	2
r	1.1	1.3	1.1	1.3	2

مقدار ۲ از دیگر مقادیر بسیار متفاوت است پس آن را کنار می‌گذاریم و نتیجه مقاومت داخلی میانگین بقیه مقادیر است.

$$r = \frac{1.1 + 1.3 + 1.1 + 1.3}{4} = 1.2$$

@irnpho

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸ کدفنر چه!

۲۷) گزینه ۱ صحیح است.

مقدار آب خارج شده برابر است با مقدار آبی که در اثر نیروی شناوری جابجا می‌شود.

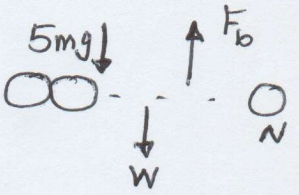
$$mg = \rho_0 V_{in} g \rightarrow V_{in} = \frac{m}{\rho_0}$$

سؤالات پاسخ کوتاه

---

۱) جواب ۳۲ است.

با کندن ضخامت نیروی وزن خود W، نیروی وزن اضافی و نیروی شناوری وارد می‌شود.



$$5mg + Nm'g = N\rho_{آب} V g$$

$$\Rightarrow 5m + N\rho_{تنه} V = N\rho_{آب} V$$

$$\Rightarrow N = \frac{5m}{(\rho_{آب} - \rho_{تنه})V} = \frac{5 \times 80}{(1000 - 800) \times \pi \times (0.1)^2 \times 2} \cong 31.82$$

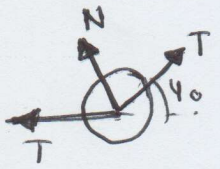
$$\Rightarrow N \geq 32$$

$$\boxed{\text{جواب} \quad N = 32}$$

---

۲) جواب $N = 8N$ است.

$$\begin{cases} F - m_1 g \sin\theta - T = m_1 a \\ T = m_2 a \end{cases}$$



$$\Rightarrow 30 - 2 \times 9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = (5)a \Rightarrow a \cong 2.66 \Rightarrow T = 3 \times 2.66 \cong 8N$$

$$N = 2T \sin 30 = T = 8N$$

@irpho

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸، گروه دختران: ۱

۳) جواب $\underline{\underline{41}}$ min است.

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{(mc\Delta\theta)_{\text{یخ}} + mL_F + mc\Delta\theta_{\text{آب}} + mL_V}{10^3}$$

$$\Rightarrow t = 10^{-3}m\{2200\times 22 + 334\times 10^3 + 4180\times 100 + 2260\times 10^3\}$$

$$= 0.8\{22\times 2.2 + 334 + 418 + 2260\} \cong 0.8\times 3060\ s$$

$$= 40.8\ min$$

---

۴) جواب $\underline{\underline{62}}$ است.

$$PV = nRT \Rightarrow (\Delta P)V = (\Delta n)RT$$

$$\Rightarrow \Delta m = M\Delta n = M\frac{(\Delta P)V}{RT} = \frac{29}{1000}\times\frac{34\times 1.01\times 10^5\times 15\times 10^{-3}}{8.3\times 290}$$

$$= 621\ gr = 62.1\times 10g \cong 62\ (10gr)$$

---

۵) جواب $\underline{\underline{16}}$ MPa می‌باشد

$$\text{تغییر حجم خالص آب} = \Delta V = (\beta - 3\alpha)V\Delta T \quad , \quad \Delta P = \frac{\Delta V}{V}B$$

$$\Rightarrow \Delta P = (\beta - 3\alpha)B\Delta T$$

$$= 2.2\times 10^9(2.7\times 10^{-4} - 3\times 10^{-5})\times 30 = 15.8\ MPa \cong 16\ MPa$$

@irnpho

۱۰/ کد نفر جم: ۱

پاسخ تشریحی سؤالات مرحله اول المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸

۶) جواب $35\ \frac{dm}{s}$ است.

$$F = bv \Rightarrow 0.56 = 2b \Rightarrow b = 0.28\ N/m^{s}$$

در سرعت حدی $mg - bv_{حدی} = 0 \Rightarrow v_{حدی} = \frac{mg}{b} = \frac{0.1 \times 9.8}{0.28} = 3.5\ m/s$

$$= 35\ \frac{dm}{s}$$

---

۷) جواب $3\ cm$ است.

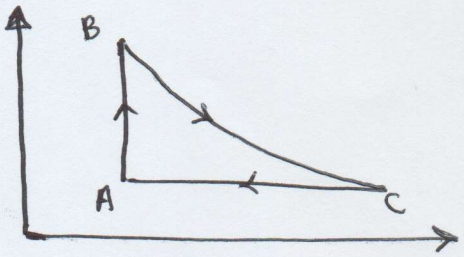
هر ده فنری را به N قسمت برابر تقسیم کنیم ثابت فنر N برابر می‌شود.

$$K' = 3K \qquad mg = F' = F \Rightarrow 3K'\Delta x' = K\Delta x$$

$$\Rightarrow 3(3K)\Delta x' = K\Delta x \rightarrow \Delta x' = \frac{\Delta x}{9} = \frac{27}{9} = 3$$

---

۸) جواب 35 است.



$$P_B V_B^{\gamma} = P_C V_C^{\gamma}$$

$$\Rightarrow 4\sqrt{2}P_0 V_0^{\gamma} = P_0 (2\sqrt{2}V_0)^{\gamma}$$

$$\Rightarrow 2^{5/2} = 2^{\frac{3\gamma}{2}} \Rightarrow \boxed{\gamma = \frac{5}{3}}$$

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}, \quad C_P - C_V = R \Rightarrow C_V = \frac{3}{2}R \quad C_P = \frac{5}{2}R$$

$$Q_H = nC_V\Delta T = n\left(\frac{3}{2}R\right)\Delta T = \frac{3}{2}(\Delta P)V = \frac{3}{2}V_0(4\sqrt{2}-1)P_0$$

$$Q_L = nC_P\Delta T = n\left(\frac{5}{2}R\right)\Delta T = \frac{5}{2}P_0\Delta V = \frac{5}{2}P_0(1-2\sqrt{2})V_0$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{|Q_L|}{Q_H} = 1 - \frac{5(2\sqrt{2}-1)}{3(4\sqrt{2}-1)} = \frac{1.6}{4.6} \times 100 = 34.7 \cong 35\%$$

@irmpho