



۱- گزینه‌ی ۳ درست است. می‌دانیم عدسی مقعر با فرض جسم مجازی به تعبیری معادل با عدسی محدب با فرض جسم حقیقی است. از طرفی می‌دانیم در عدسی محدب اگر جسم در فاصله‌ی $2F$ تا بی‌نهایت باشد. سرعتش از سرعت تصویرش بیشتر است. چرا که تصویر آن تنها می‌تواند در بازه‌ی F تا $2F$ حرکت کند.

۲- گزینه‌ی ۲ درست است.

$$y_1 = \frac{1}{2} g \left(\frac{T_B}{2} \right)^2 \rightarrow h = \frac{1}{2} g \frac{T_A^2 - T_B^2}{4}$$

$$y_2 = \frac{1}{2} g \left(\frac{T_A}{2} \right)^2$$

$$\rightarrow h = g \frac{T_A^2 - T_B^2}{8} \rightarrow g = \frac{8h}{T_A^2 - T_B^2}$$

۳- گزینه‌ی ۴ درست است. با توجه به روابط نقاط مزدوج در عدسی‌ها می‌دانیم که اگر جسمی در فاصله‌ی $\frac{3f}{4}$ از عدسی محدبی قرار گیرد تصویر آن در فاصله‌ی $3f$ قرار می‌گیرد و اگر در فاصله‌ی $3f$ ، جسم را قرار دهیم. تصویر آن در فاصله‌ی $\frac{3f}{4}$ قرار می‌گیرد. لذا با توجه به شکل و روابط هندسی حاکم بر آن گزینه‌ی ۴ صحیح است.



۴- گزینه‌ی ۱ درست است. در حالت اول $10N$ صرف شتاب دادن به M می‌شود و در حالت دوم صرف شتاب دادن به $(M+1)$ ، پس حالت الف شتاب بیشتر است.

۵- گزینه‌ی ۳ درست است. طبق بقای تکانه، تکانه‌ی ذرات آب و شناگر با هم مساوی است.

$$T = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \frac{P^2}{m} \rightarrow \frac{T_{\text{آب}}}{T_{\text{شناگر}}} = \frac{mV_{\text{آب}}^2}{mV_{\text{شناگر}}^2} = \frac{m_{\text{شناگر}}}{m_{\text{آب}}} > 1 \rightarrow \text{انرژی جنبشی ذرات آب بیشتر}$$

۶- گزینه‌ی ۱ درست است. به علت تقارن، همه‌ی اتفاقات مشابه تکراری می‌شود و دو حباب یکدیگر را جذب می‌کنند.

۷- گزینه‌ی ۱ درست است. از آنجا که اصطکاک نداریم اندازه سرعت ثابت است. و از این هرچه شعاع انحنای مسیر کمتر باشد شتاب بیشتر است زیرا بردار سرعت بیشتر می‌چرخد و چون مسیر هموار است، پس اندازه شتاب نیز همواره است زیرا در چرخش ناگهانی بردار سرعت وجود ندارد.

۸- گزینه‌ی ۱ درست است. واضح است که حرکت دورانی را با حرکت تقویمی یک آنک می‌توان تشخیص داد. ولی حرکت با سرعت ثابت روی خط مستقیم غیرقابل تشخیص است.



۹- گزینه‌ی ۳ درست است. فرض کنیم هر دانش‌آموز ۵ دفتر داشته باشند و از هر کدام از این دفاتر دست‌کم ۵ برگ را نانوشته باقی بگذارد. اگر ۱۰ میلیون دانش‌آموز داشته باشیم، آنگاه داریم:

$$10^7 \times 25 = 25 \times 10^8 = \text{تعداد برگ‌های اتلافی}$$

فرض کنیم ضخامت هر برگ ۱mm است و فرض کنید که برگی $20\text{cm} \times 15\text{cm}$ است.

$$3 \times 10^{-2} \times 2/5 \times 10^8 = 7/5 \times 10^6 \text{ m}^3 = \text{حجم برگ‌های اتلافی}$$

طول هر درخت را 10m و شعاع آن $\frac{1}{4}\text{m}$ در نظر بگیرید و فرض کنید ۷۰٪ درخت را بشود به کاغذ تبدیل کرد.

$$\rightarrow \text{حجم سفید یک درخت} = \frac{7}{10} \times \pi \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot 10 = 5\text{m}^3$$

$$\rightarrow \text{درخت} = \frac{7/5 \times 10^6}{5} = 1.4 \times 10^6 = \text{تعداد درختان}$$

۱۰- گزینه‌ی ۳ درست است.

$$\Delta T_{AB} = \Delta T_{AC} = \Delta T_{AD} \Rightarrow \Delta V_{AB} = \Delta V_{AC} = \Delta V_{AD}$$

بنابراین کافی است نشان دهیم که کدام یک به کار کمتری نیازمند است. در ابتدا W_{AD} و W_{AC} را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} W_{AD} &= \frac{(P_D + P_A)(V_D - V_A)}{2} \\ W_{AC} &= \frac{(P_C + P_A)(V_C - V_A)}{2} \\ P_D V_D &= P_C V_C = nRT \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{AD} - W_{AC} = \frac{P_A(V_D - V_C) + V_A(P_C - P_D) + P_D V_D - P_C V_C}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} &= -\frac{P_A(V_D - V_C) + V_A(P_C - P_D)}{2} < 0 \\ \Delta V &= 0 \Rightarrow W < 0 \Rightarrow Q > 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_{AD} > Q_{AC}$$

۱۱- گزینه‌ی ۱ درست است.

$$\left. \begin{aligned} \Delta k &= \frac{1}{2} m (\Delta V)^2 \\ \Delta U &= \frac{m}{l} gh \Delta x \\ \Delta x &= \frac{1}{2} \Delta V \Delta t \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{1}{2} m (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \frac{m}{l} gh \Delta V \Delta t \rightarrow \frac{\Delta V}{\Delta t} = g \frac{h}{l}$$

۱۲- گزینه‌ی ۳ درست است. بعد از بستن کلید، می‌توان با عبور از یک سری منابع ولتاژ، ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰۰ اهمی را محاسبه کرد، داریم:

$$V_R = 5^V + 10^V - 3^V = 9^V \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{9}{100} = 0.09^A = 90\text{mA}$$

۱۳- گزینه‌ی ۱ درست است. این چرخه، به دو چرخه قابل قسمت است که کار در یکی از آن‌ها مثبت و دیگری منفی است.

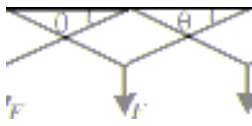
$$W_1 = -\frac{(P_A - P_1) \cdot \Delta V}{2} = -\frac{-2 \times 10^5 \times 10^{-2}}{2} = -10^3 \text{ J}$$



$$\left. \begin{aligned} W_{\gamma} &= \frac{(P_{\gamma} - P_A)(V_{\gamma} - V_{\gamma})}{\gamma} \\ \text{تشابه} &= \frac{P_{\gamma} - P_A}{V_{\gamma} - V_{\gamma}} = \frac{P_A - P_1}{V_{\gamma} - V_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{\gamma} = \frac{(P_{\gamma} - P_{\gamma})^2 \Delta V}{2(P_A - P_1)} = \frac{1.0^2 \times 10^{-2}}{2 \times 2 \times 1.5} = 250 J \Rightarrow |W| = 750 J$$

۱۴- گزینه‌ی ۲ درست است. اگر θ کوچک باشد، با اعمال نیرو کم، کشش بسیار زیادی اتفاق می‌افتد،

پس بهترین روش است.



$$F = 2T \sin \theta \rightarrow T = \frac{F}{2 \sin \theta}$$

۱۵- گزینه‌ی ۴ درست است.

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{2} kx^2 \\ E_{\gamma} &= \frac{1}{2} m_{\gamma} V_{\gamma}^2 \end{aligned} \right\} \rightarrow V_{\gamma} = \sqrt{\frac{k}{m_{\gamma}}} x \rightarrow V_{cm} = \frac{x}{m_1 + m_{\gamma}} \sqrt{m_{\gamma} k}$$

$$V_{cm} = \frac{m_1 V_1 + m_{\gamma} V_{\gamma}}{m_1 + m_{\gamma}}$$

۱۶- گزینه‌ی ۳ درست است. فرض کنید هر ماشین در روز نیم ساعت در ترافیک وقت خود را هدر دهد و در این نیم ساعت ۱ لیتر بنزین اضافی بسوزاند (به طور خیل خوشبینانه). تعداد خودرو در تهران را ۲ میلیون بگیرید.

$$\text{لیتر} = 2 \times 10^6 \times 2 \times 10^6 = 4 \times 10^{12}$$

تفاوت قیمت برای دولت ۴۰۰ تومان

$$\text{ریال} \approx 10^{10} = 8 \times 10^9 = 4 \times 10^3 \times 2 \times 10^6$$

۱۷- گزینه‌ی ۳ درست است. میدان الکتریکی این قرص در روی محور و به فاصله ۲ عبارت است از:

$$E = 2k\pi\sigma z \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + z^2}} \right) \quad k = \frac{1}{9\pi\epsilon_0}$$

$$2k\pi\sigma z q_0 \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + z^2}} \right) - mg = 0 \quad \text{نیروی وارد بر روی آزمون:}$$

$$\rightarrow \frac{mg}{2k\pi\sigma q_0} = \left(\frac{z}{z} - \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} \right) = \left(1 - \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} \right)$$

اگر بار ذره مثبت باشد حتماً در $z > 0$ معادله یک جواب دارد به شرط $\frac{mg}{2k\pi\sigma q_0} < 1$

اگر بار ذره منفی باشد، در $z < 0$ داریم:

$$\frac{mg}{2k\pi\sigma q_0} = \left(1 - \frac{z}{\sqrt{r^2 + z^2}} \right) = q_0 < 0$$

$$\frac{mg}{2k\pi\sigma |q_0|} < 1 \quad \text{حتماً یک جواب در } z < 0 \text{ دارد. اگر:}$$



۱۸- گزینه‌ی ۳ درست است.

$$\left. \begin{aligned} F_{S_1} &= \mu m_1 g \\ F_{S_2} &= \mu m_2 g \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{F_{S_1}}{F_{S_2}} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$F_{S_1} \cos \varphi = F_{S_2} \sin \varphi \rightarrow \tan \varphi = \frac{F_{S_1}}{F_{S_2}} = \frac{m_1}{m_2} \rightarrow \varphi = \text{Arc tan}\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{r} + \varphi \rightarrow \alpha = \frac{\lambda}{r} + \text{Arc tan}\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$$

۱۹- گزینه‌ی ۳ درست است. اگر میدان یک ضلع را E بنامیم داریم: (E اندازه میدان است).

$$E_0 \text{ برداشتن قبل از } = E(1 + 2 \cos 60^\circ) = 2E \Rightarrow \text{نسبت} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

$$E_1 \text{ برداشتن بعد از } = E(2 \cos 30^\circ) = \sqrt{3}E$$

۲۰- گزینه‌ی ۲ درست است.

$$\left. \begin{aligned} T &= mg \cos \theta_0 \approx mg \\ T \sin \theta_0 &= \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (2l\theta_0)^2} = mg\theta_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \theta_0^3 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 (2l)^2 mg}$$

$$\theta_1^3 \text{ به همین روش} = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 (2l)^2 mg}$$

$$U_1 = \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l \theta_1} \quad U_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l \theta_0}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_0} = \frac{2\theta_0}{\theta_1} = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{3}} = 2^{\frac{2}{3}}$$

۲۱- گزینه‌ی ۴ درست است.

$$C = \text{ظرفیت خازن} = \frac{Q}{V} \quad V = -\int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr \Rightarrow C = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$

$$V_R = V_0 e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\frac{t_1}{RC} \Rightarrow t_1 = RC \ln 2 = \frac{4\pi\epsilon_0 R \ln 2}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$

۲۲- گزینه‌ی ۴ درست است.

$$E_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{l}{r}\right)} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + k_0 \Rightarrow k_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} \Rightarrow k_1 = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l}$$

$$\Rightarrow k_2 = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l} \Rightarrow E_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + k_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l}$$

$$= \frac{5q^2}{16\pi\epsilon_0 l} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d} \Rightarrow d = \frac{4}{5}l \Rightarrow \text{فاصله با دیوار} = \frac{l}{5}$$



۲۳- گزینه‌ی ۲ درست است.

$$T = \frac{L}{R} = \frac{\mu_0 (\pi r^2) \frac{N^2}{d}}{\rho (2\pi r) N} = \frac{\mu_0 N r}{2\rho d}$$

همچنین، با توجه به تحلیل ابعادی نیز واضح است.

۲۴- گزینه‌ی ۲ درست است.

$$\frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{1}{2} m V_0^2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{l-x} \right) \Rightarrow 4 + \frac{4\pi\epsilon_0 l m V_0^2}{q^2}$$

$$= \frac{1}{\frac{x}{i}} + \frac{1}{1 - \frac{x}{l}} = 4 + 1 = 5 \Rightarrow \frac{x}{l} = \frac{5 \pm \sqrt{5}}{10} \Rightarrow \frac{\text{بازه نوسان}}{l} = 2 \frac{\sqrt{5}}{10} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

۲۵- گزینه‌ی ۴ درست است.

۲۶- گزینه‌ی ۲ درست است. پتانسیل تابعی خطی از a (طول ضلع $\Rightarrow V = f(\theta) \frac{\sigma_s \cdot a}{\epsilon_0}$) (با تحلیل ابعادی)

$\Rightarrow V = f(\theta, a, \epsilon_0, \sigma_s)$ (مثلث) است.

$$\Rightarrow V_r = V_1 \cos \theta + V_1 \sin \theta$$

$$= V_1 (\cos \theta + \sin \theta)$$

$$\Rightarrow \frac{V_r}{V_1} = \cos \theta + \sin \theta$$



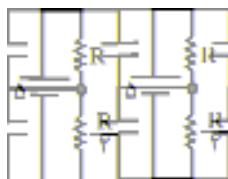
۲۷- گزینه‌ی ۴ درست است.

$$V_b - V_a = - \int_a^b \frac{q_a}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q_a}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right) = V_0$$

$$V_c - V_b = - \int_a^b \frac{q_a + q_b}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q_a + q_b}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{b} \right) = -V_0$$

$$q_b = -4\pi\epsilon_0 V_0 \left[\frac{bc}{c-b} - \frac{ab}{a-b} \right] = 4\pi\epsilon_0 V_0 b \left(\frac{c}{c-b} + \frac{a}{b-a} \right)$$

$$\Rightarrow \sigma_b = \frac{\epsilon_0 V_0}{b} \left(\frac{c}{c-b} + \frac{a}{b-a} \right)$$



۲۸- گزینه‌ی ۱ درست است. پس از گذشت زمان طولانی خازنها جریانی عبور نمی‌دهند. حال فرض

کنید ولتاژ دو سر دیود صفر باشد و مدار مانند زیر می‌شود. به این ترتیب $\frac{2}{3}$ ولتاژ باتری دو سر خازن

اول می‌افتد و بنابراین ولتاژ آن $\frac{1}{3}$ می‌شود. به سادگی می‌توان تحقیق کرد که جریان دیود نامنفی

است و بنابراین فرض اولیه ما صحیح می‌باشد.



۲۹- گزینه‌ی ۳ درست است.

$$\begin{aligned}
 V &= RI + RI_{\varphi} \quad I_{\varphi} + I_{\varphi} = I \Rightarrow I = \frac{1}{\varphi} \left(\frac{V}{R} + I_{\varphi} \right) = RI + I_{\varphi} (R_0 (1 + \alpha k I_{\varphi})) \\
 \Rightarrow V &= \frac{R}{\varphi} \left(\frac{V}{R} + I_{\varphi} \right) + I_{\varphi} R_0 + I_{\varphi}^2 R_0 \alpha k = \frac{V}{\varphi} + I_{\varphi} \left(R_0 + \frac{R}{\varphi} \right) + I_{\varphi}^2 R_0 \alpha k \\
 \Rightarrow I_{\varphi} &= \frac{-(R_0 + \frac{R}{\varphi}) + \sqrt{(R_0 + \frac{R}{\varphi})^2 + 2VR_0 \alpha k}}{2R_0 \alpha k}
 \end{aligned}$$

۳۰- گزینه‌ی ۳ درست است.

$$2.R \parallel Req \parallel 2R = Req \Rightarrow R \parallel Req = Req \Rightarrow Req = 0$$