



«محمودرضا ذهبی»

«پاسخ تشریحی و تحلیلی فیزیک (ریاضی)»

«مهندس سیدمهدی امام نیری»

$$\begin{cases} \vec{A} + \vec{B} = 6\vec{i} + 8\vec{j} \\ -(\vec{A} - \vec{B}) = 2\vec{i} + 4\vec{j} \end{cases}$$

۱۵۶- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$2\vec{B} = 4\vec{i} + 4\vec{j} \Rightarrow \vec{B} = 2\vec{i} + 2\vec{j} \Rightarrow |\vec{B}| = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}$$

$$\vec{r} = \int \vec{V} dt = \int 1 \cdot \vec{i} dt + \int (-1 \cdot t + 2) \vec{j} \Rightarrow \vec{r} = (1 \cdot t + x_0) \vec{i} + (-\frac{1}{2}t^2 + 2 \cdot t + y_0) \vec{j}$$

۱۵۷- پاسخ گزینه‌ی ۳

$$y_0 = x_0 = 0 \Rightarrow \vec{r} = (1 \cdot t) \vec{i} + (-\frac{1}{2}t^2 + 2 \cdot t) \vec{j}$$

$$t = 2s \begin{cases} \vec{r} = 2 \cdot \vec{i} + 2 \cdot \vec{j} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{2}{2} = 1, \alpha = 45^\circ \\ \vec{V} = 1 \cdot \vec{i} \end{cases}$$

در راستای محور x

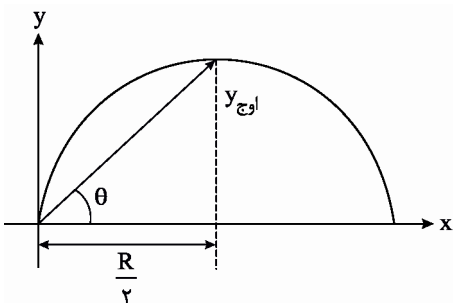
۱۵۸- پاسخ گزینه‌ی ۳ سهمی شکلی متقارن است و با توجه به زمان  $t = 4s$  می‌فهمیم که قرینه‌ی نقطه‌ی شروع در نمودار،

$t = 8s$  خواهد بود. شیب نمودار (سرعت) نیز در نقاط  $t = 0s$  و  $t = 8s$  از نظر بزرگی یکسان هستند.

$$t_{A \text{ اوج}} = \frac{V}{g} = \frac{28}{10} = 2.8s$$

۱۵۹- پاسخ گزینه‌ی ۴

$$h = |V_{\cdot A} \pm V_{\cdot B}| t \Rightarrow h = |28 - 18| \times 2.8 = 28m$$



۱۶۰- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$\text{در حرکت پرتابی: } \frac{y_{\text{اوج}}}{R} = \frac{1}{4} \tan \alpha$$

$$\tan \theta = \frac{y_{\text{اوج}}}{\frac{R}{2}} = 2 \times \left( \frac{1}{4} \tan \alpha \right) = \frac{1}{2} \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = 2 \tan \theta$$

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 5\vec{i} + (1 \cdot t - 2 \cdot 4) \vec{j} \Rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = 1 \cdot \vec{j} = \text{ثابت} \Rightarrow a = \vec{a}, F = \vec{F}$$

۱۶۱- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$\Delta P = \vec{F} \Delta t = ma \Delta t = 0.5 \times 10 \times 5 = 2.5 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$\sum \vec{F} = 3 \cdot \vec{i} - 4 \cdot \vec{j} \Rightarrow |\vec{F}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \cdot \text{N}$$

۱۶۲- پاسخ گزینه‌ی ۳

$$\sum \vec{F} = ma \Rightarrow 5 \cdot 0 = 5 \times a \Rightarrow a = 1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۱۶۳- پاسخ گزینه‌ی ۲ کار نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود، نتیجه‌ی کار برآیند دو نیروی موازی با سطح

(اصطکاک) و نیروی عمود بر سطح (عکس‌العمل تکیه‌گاه) است. یعنی:

$$W_T = W_{f_k} + W_N \Rightarrow W_T = (f_k \cdot d \cdot \cos 18^\circ) + (N \cdot d \cdot \cos 90^\circ)$$



$$\Rightarrow W_T = (\mu \times N \times d \times (-1)) + 0 = \mu \times mg \cos 37^\circ \times 2 \times (-1)$$

$$\Rightarrow W_T = \frac{1}{4} \times 20 \times 10 \times 0.8 \times 2 \times (-1) \Rightarrow W_T = -80 \text{ J}$$

فواصل باید از مرکز زمین سنجیده شود.

۱۶۴- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \sqrt{\frac{R_e + h_B}{R_e + h_A}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{R_e + 3R_e}{R_e + R_e}} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{m_A V_A}{m_B V_B} = \sqrt{2}$$

$$W_T = W_x + W_y \Rightarrow W_T = W_x + 0 \Rightarrow W_T = 15 \hat{i} \times 10 \times \cos 0^\circ = 150 \text{ J}$$

۱۶۵- پاسخ گزینه‌ی ۳

$$\text{بازده} = \frac{Q_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}} \Rightarrow \text{بازده} = \frac{mC\Delta\theta}{P.t}$$

۱۶۶- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$\Rightarrow \text{بازده} = \frac{(60 \times 10^{-3}) \times 1500 \times (50 - 30)}{300 \times 24} \Rightarrow \text{بازده} = \frac{60 \times 10^{-3} \times 15 \times 10^2 \times 20}{300 \times 24}$$

$$\Rightarrow \text{بازده} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4} = 25\%$$

هنگامی که اختلاف طول دو میله در پایان همانند نخست باقی می‌ماند، یعنی تغییر طول هر دو یکسان و شبیه

۱۶۷- پاسخ گزینه‌ی ۴

به هم بوده‌اند.

$$\Delta L_A = \Delta L_B \Rightarrow L_A \alpha_A \Delta\theta_A = L_B \alpha_B \Delta\theta_B$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{L_B}{L_A} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{70 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} = \frac{7}{5}$$

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

۱۶۸- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$n_{\text{He}} = \frac{m}{M} = 0.5 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{He}} = \frac{0.5 \times 8 \times 300}{10} = 12 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$n_{\text{O}_2} = \frac{m}{M} = 0.5 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = \frac{0.5 \times 8 \times 300}{10} = 12 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{(2+16) \times 10^{-3} \text{ Kg}}{2 \times 12 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \Rightarrow \rho = 0.75 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_V = nC_{M_V} \Delta T = n \times \frac{3}{2} R \times \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta P V$$

۱۶۹- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$Q_P = nC_{M_P} \Delta T = n \times \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} R P \Delta V$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{AB} = \frac{3}{2} R (2P_1 - P_1)(V_1) = \frac{3}{2} R P_1 V_1 \\ Q_{BC} = \frac{5}{2} R (2P_1)(3V_1 - V_1) = 10 R P_1 V_1 \\ Q_{CD} = \frac{3}{2} R (P_1 - 2P_1)(3V_1) = -\frac{9}{2} R P_1 V_1 \\ Q_{DA} = \frac{5}{2} R (P_1)(V_1 - 3V_1) = -5 R P_1 V_1 \end{array} \right.$$



$$\eta = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} = \frac{(1/5 + 10)RPV_1 - (4/5 + 5)RPV_1}{(1/5 + 10)RPV_1} \Rightarrow \eta = \frac{11/5 - 9/5}{11/5} = \frac{2}{11/5} = \frac{4}{23}$$

$$\frac{Q_{H_2}}{Q_{H_3}} = \frac{nC_{MP} \Delta T}{mC \Delta T} = \frac{\frac{m}{M} \times 28}{1 \times 10^{-3} \times 4200} \Rightarrow \frac{Q_{H_2}}{Q_{H_3}} = \frac{0/5 \times 28}{4/2} = \frac{14}{4/2} = \frac{2}{0/6} = \frac{10}{3}$$

۱۷۰- پاسخ گزینه‌ی ۲

برای درک چگونگی پدیده، کافیست توپ را کاملاً به پرده نزدیک کنید و به آن بچسبانید، آن‌گاه دیگر

۱۷۱- پاسخ گزینه‌ی ۱

نیم‌سایه نخواهد داشت.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \text{ و } m = \frac{q}{p}$$

روش اول: در حالت اول:

۱۷۲- پاسخ گزینه‌ی ۴

اگر در حالت دوم جسم را به محل تصویر منتقل کنیم، تصویر در جای قبلی جسم منتقل می‌شود، یعنی در روابط قدیم تنها جای  $p$  و  $q$  تغییر

کرده و بزرگنمایی معکوس می‌شود. پس اگر در حالت اول بزرگنمایی  $\frac{1}{4}$  باشد، در حالت دوم بزرگنمایی ۲ می‌شود و در نتیجه تصویر نهایی

۴ برابر تصویر اولیه خواهد شد.

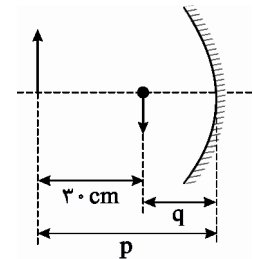
$$\left. \begin{matrix} m_1 = \frac{1}{2} \\ m_2 = \frac{2}{1} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{q'}{p'} \Rightarrow \frac{A''B'}{AB} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{2}{1/2} = 4$$

$$\left. \begin{matrix} \frac{q}{p} = m = \frac{1}{2} \Rightarrow 2q = p \\ \text{در حالت نخست:} \\ \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2q} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{\frac{3}{2q} = \frac{1}{f}} \quad (1)$$

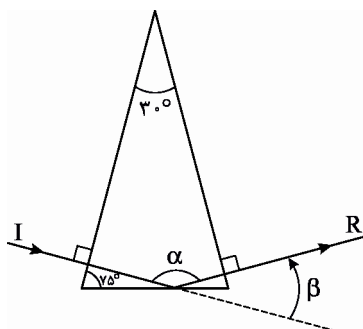
$$p - q = 30 \Rightarrow 2q - q = 30 \Rightarrow \boxed{q = 30} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{3}{60} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

$$\text{یا: } f = \frac{md}{|m^2 - 1|} = \frac{\frac{1}{2} \times 30}{|\frac{1}{4} - 1|} = 20 \text{ cm}$$



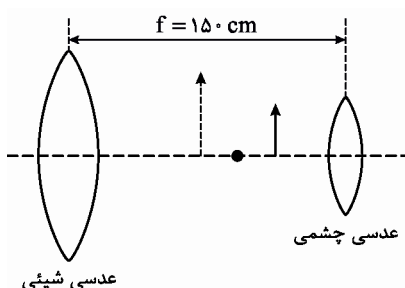
روش دوم:



۱۷۳- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$\alpha + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 150^\circ$$

$$\Rightarrow \text{زاویه‌ی انحراف} = \beta = 180^\circ - 150^\circ \Rightarrow \beta = 30^\circ$$



تصویر جسم که توسط عدسی شیئی تشکیل می‌شود روی

۱۷۴- پاسخ گزینه‌ی ۳

کانون آن خواهد بود. این تصویر برای عدسی چشمی به‌عنوان جسم در نظر گرفته می‌شود، ولی

عدسی چشمی به فاصله‌ی کانونی ۱۰ cm تصویری مجازی از این جسم مجازی (تصویر

ساخته‌شده توسط عدسی شیئی) می‌سازد. یعنی تصویر نخست در فاصله‌ای نزدیک‌تر از کانون

عدسی چشمی قرار گرفته‌است. برای عدسی چشمی داریم:



$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{40} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40} \Rightarrow P = 8 \text{ cm}$$

در نتیجه فاصله‌ی دو عدسی از هم  $150 + 8 = 158$  سانتی‌متر می‌شود.

۱۷۵- پاسخ گزینه‌ی ۲ ابتدا ارتفاع ستون معادل ۱۳۶ سانتی‌متر آب را به دست می‌آوریم:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 10000 \times 136 = 13600 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 10 \text{ cmHg}$$

$$P_T = 76 \text{ cmHg} + 10 \text{ cmHg} \Rightarrow P_T = 86 \text{ cmHg}$$

۱۷۶- پاسخ گزینه‌ی ۲ جرم هردو وزنه یکسان است، پس نیروی وزنی که به دریچه‌های ۱ و ۲ وارد می‌شود یکسان است. بنابراین

فشاری که به مایع زیر دریچه‌ی ۱ وارد می‌شود بیش‌تر است، زیرا دریچه‌ی ۱ مساحت کم‌تری دارد. پس دریچه‌ی ۱ پایین‌تر رفته و دریچه‌ی ۲ مقداری به بالا می‌آید.

۱۷۷- پاسخ گزینه‌ی ۳

- در گزینه‌ی ۱، اندازه‌ی  $0.5$  میلی‌متر با خط‌کش ما قابل اندازه‌گیری نیست.

- در گزینه‌ی ۲ نیز  $0.05$  سانتی‌متر معادل  $0.5$  میلی‌متر خواهد شد.

- در گزینه‌ی ۴ نیز  $0.0005$  متر نیز  $0.5$  میلی‌متر است.

خط‌کش ما ریزترین عددی که می‌تواند بخواند مضرب صحیحی از ۱ میلی‌متر است.

۱۷۸- پاسخ گزینه‌ی ۴ بار منفی آزادانه حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. ولی در رابطه‌ی  $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$

هم‌علامت  $\Delta U$  منفی است (کاهش انرژی پتانسیل) و هم علامت  $q$  منفی است، پس پتانسیل الکتریکی مکانی که بار به آن‌جا می‌رسد بیش‌تر است.

۱۷۹- پاسخ گزینه‌ی ۴ اگر خازن به باتری وصل باشد  $V$  ثابت است و اگر فاصله‌ی صفحه‌ها را  $n$  برابر افزایش دهیم، براساس

$$C = K\epsilon \frac{A}{d} \text{ ظرفیت خازن } \frac{C}{n} \text{ می‌شود. پس:}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow U' = \frac{1}{2} \frac{C}{n} V^2 \Rightarrow \boxed{U' = \frac{U}{n}} \quad (1)$$

در حالت دوم اگر خازن را از باتری جدا کنیم،  $q$  ثابت می‌ماند و اگر فاصله‌ی صفحه‌ها را  $n$  برابر کنیم، ظرفیت خازن  $\frac{C}{n}$  می‌شود. پس:

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \Rightarrow U'' = \frac{1}{2} \frac{q^2}{\frac{C}{n}} \Rightarrow \boxed{U'' = nU} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \frac{U''}{U'} = \frac{nU}{\frac{U}{n}} = n^2$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_f \Rightarrow 2/5 + 5 + V_3 = 12/5$$

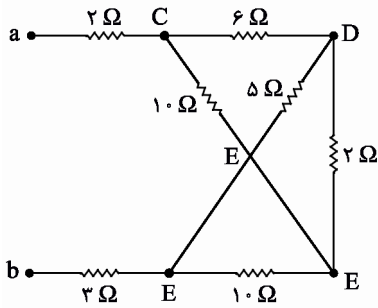
$$\Rightarrow V_3 = 5V \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 = C_3 V_3$$

$$\Rightarrow C_1 = 20 \mu\text{F}, C_2 = 10 \mu\text{F}$$

$$\frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{5}{20} \Rightarrow C_{1,2,3} = 4 \mu\text{F}$$

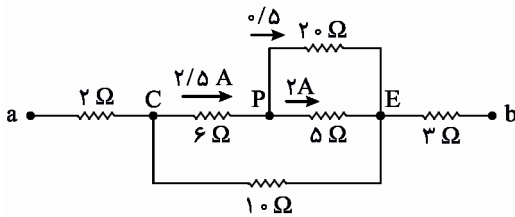
$$\Rightarrow C_T = C_{1,2,3} + C_4 \Rightarrow C_T = C_1 = 20 \mu\text{F} = 4 \mu\text{F} + C_4 \Rightarrow C_4 = 16 \mu\text{F}$$

۱۸۰- پاسخ گزینه‌ی ۳

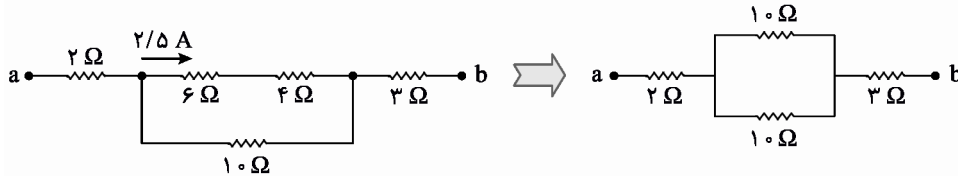


۱۸۱- پاسخ گزینه‌ی ۴ با نقطه‌گذاری، مدار ساده‌شده و معلوم می‌شود که مقاومت  $10 \Omega$  در پایین شکل اصلی، اتصال کوتاه می‌شود.

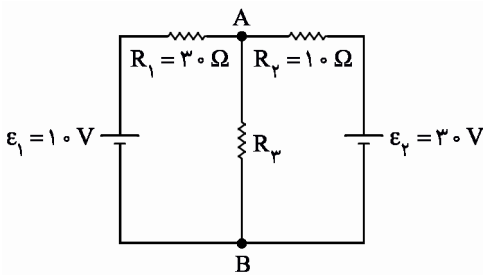
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $20 \Omega$  برابر  $10 V = 20 \times 0.5$  می‌شود که این اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $5 \Omega$  نیز خواهد بود. پس جریان عبوری از مقاومت  $5 \Omega$  برابر با  $2 A$  و جریان عبوری از مقاومت  $6 \Omega$  برابر با  $2/5 A$  خواهد شد.



اکنون با ساده‌کردن مدار بالا به مدار پایین خواهیم رسید:



بنابراین جریان عبوری از هر یک از مقاومت  $10 \Omega$  برابر با  $2/5 A$  می‌شود، یعنی از مقاومت  $2 \Omega$  جریان  $5 A$  گذشته است.



۱۸۲- پاسخ گزینه‌ی ۲ اگر جریانی از مقاومت  $R_1$  عبور نکند، می‌توان فهمید که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $R_2$  دقیقاً برابر با اختلاف پتانسیل دو سر باتری شاخه‌ی سمت چپ است. پس در شکل داریم:

$$V_A - V_B = 10 V$$

$$\xrightarrow{\text{در شاخه‌ی سمت راست}} V_B + 30 V - 10 I = V_A$$

$$\Rightarrow 30 - 10 I = V_A - V_B = 10 \Rightarrow 20 = 10 I \Rightarrow I = 2 A$$

اکنون برای شاخه‌ی وسط نیز همین جریان را خواهیم داشت، یعنی:

$$V_{R_3} = 10 \Rightarrow IR_3 = 10 \Rightarrow 2R_3 = 10 \Rightarrow R_3 = 5 \Omega$$

$$R_A = R_B$$

$$\rho_A \frac{L}{A_A} = \rho_B \frac{L}{A_B} \Rightarrow 3 \rho_B A_B = \rho_B A_A$$

$$\Rightarrow 3 \times \frac{\pi d_B^2}{4} = \frac{\pi d_A^2}{4} \Rightarrow 3 = \frac{d_A^2}{d_B^2} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \sqrt{3}$$

۱۸۳- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$A = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$$





$$P = RI^2 = R \left( \frac{\varepsilon}{R + r} \right)^2 = \frac{R\varepsilon^2}{(R + r)^2}$$

مقاومت معادل مدار برابر  $R + r$  است.

۱۸۴- پاسخ گزینه‌ی ۳

$$P_{\max} \Rightarrow \frac{dP}{dR} = 0 \Rightarrow \frac{\varepsilon^2 \times (R + r) - 2(R + r) \times R\varepsilon^2}{(R + r)^2} = 0$$

$$\text{صورت} = 0 \Rightarrow \cancel{\varepsilon^2} \times (R + r) - 2R\cancel{\varepsilon^2} \times (R + r) = 0$$

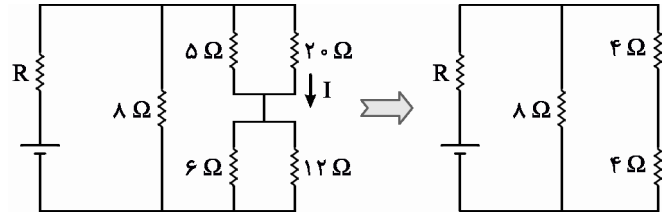
$$(R + r)(R + r - 2R) = 0 \Rightarrow R = r$$

مخالف صفر

$$F = m \frac{V^2}{r} \Rightarrow \frac{1}{5} \times 10^{-17} = \frac{mV^2}{28 \times 10^{-23}}$$

$$\Rightarrow mV^2 = \frac{1}{5} \times 28 \times 10^{-20} \Rightarrow K = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times \frac{28}{5} \times 10^{-20} \text{ J} \Rightarrow K = 2.8 \times 10^{-20} \text{ J}$$

۱۸۵- پاسخ گزینه‌ی ۱



در ماده‌ی فرومغناطیس بیش‌تر حوزه‌های مغناطیسی جسم در میدان مغناطیسی جهت خاصی می‌گیرند. اگر

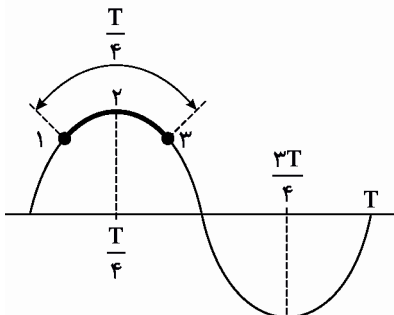
۱۸۶- پاسخ گزینه‌ی ۳

این میدان قوی باشد، حوزه‌ها هم هم‌جهت‌تر خواهند بود.

$$|\varepsilon_{\max}| = NBA\omega \Rightarrow |\varepsilon_{\max}| = 100 \times \frac{2}{\sqrt{2}} \times 10^{-2} \times \sqrt{2} \times \pi \Rightarrow |\varepsilon_{\max}| = 200 \text{ V}$$

۱۸۷- پاسخ گزینه‌ی ۴

$$|\varepsilon| = NBA\omega \sin \left( 100\pi \times \frac{1}{600} \right) \Rightarrow |\varepsilon| = 200 \sin \frac{\pi}{6} = 200 \times \frac{1}{2} = 100 \text{ V}$$



در یک حرکت هماهنگ ساده، کم‌ترین مسافت هنگامی است

۱۸۸- پاسخ گزینه‌ی ۲

که متحرک کم‌ترین سرعت را دارد، روی شکل می‌توان این ناحیه را دید:

در این حالت  $\frac{1}{8}T$  (یعنی نصف زمان گفته‌شده در مسئله) پیش از  $t = \frac{T}{4}$  و بقیه‌ی زمان پس از عبور نوسانگر از حالتی است که دامنه‌ی آن بیشینه است.

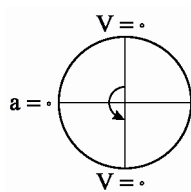
$$x_1 = A \sin \omega t = A \sin \frac{2\pi}{T} t = A \sin \frac{2\pi}{T} \left( \frac{T}{4} - \frac{T}{8} \right) \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2} A \quad (1)$$

$$x_{\max} = A \quad (2)$$

$$\Delta x = A - \frac{\sqrt{2}}{2} A = A \left( 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$2\Delta x = 2A \left( 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = 2A \times 0.7 = 1.4A$$

کل مسافت پیموده‌شده برابر است با:



$$\phi = 2/\delta\pi t \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0/2 \Rightarrow \phi_1 = \frac{\pi}{2} \\ t_2 = 0/6 \Rightarrow \phi_2 = \frac{3\pi}{2} \end{cases}$$

۱۸۹- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 0$$

شتاب یک‌مرتبه تغییرجهت داده، ولی جهت سرعت تغییر نکرده‌است.



۱۹۰- پاسخ گزینه‌ی ۱ تمام نقاط نسبت به چشمه تأخیر فاز دارند.

$$\Delta\phi = K\Delta x = \frac{\omega}{V}\Delta x = \frac{100\pi}{20} \times \frac{25}{100} = \frac{5\pi}{4}$$

$$y_M = 0.01 \sin\left(100\pi t - \frac{5\pi}{4}\right)$$

$$f_n = \frac{nV}{2\ell} = \frac{n}{2\ell} \sqrt{\frac{F\ell}{m}} \Rightarrow f_3 = \frac{3}{2 \times 1} \sqrt{\frac{100 \times 1}{0.01}} = 150 \text{ Hz}$$

۱۹۱- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$\lambda = 2m, \lambda = VT \Rightarrow 2 = 10T \Rightarrow T = 0.2s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi \frac{\text{rad}}{s}$$

۱۹۲- پاسخ گزینه‌ی ۴

با توجه به جهت انتشار موج، ذرات M و N هر دو در حال بالا رفتن هستند، زیرا قله‌ی موج به آن‌ها می‌رسد.

$$\sin\phi = \frac{y}{A} \Rightarrow \begin{cases} \sin\phi_M = \frac{y}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \phi_M = \frac{\pi}{6} \\ \sin\phi_N = \frac{-\sqrt{3}}{2} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \phi_N = -\frac{\pi}{3} \end{cases} \Rightarrow \Delta\phi = \text{تغییر فاز ذرات} = \omega\Delta t = 10\pi \times \frac{1}{30} = \frac{\pi}{3}$$

$$\begin{cases} \phi_{M \text{ جدید}} = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} \\ \phi_{N \text{ جدید}} = -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{3} = 0 \end{cases} \Rightarrow y = A \sin\phi \Rightarrow \begin{cases} y_M = A \sin\frac{\pi}{2} = A \\ y_N = A \sin 0 = 0 \end{cases}$$

$$\lambda'_0 - \lambda_0 = 2 \left[ \frac{V_s}{f_s} \right] \Rightarrow 0.4 = 2 \times \frac{V_s}{500} \Rightarrow V_s = 100 \frac{m}{s}$$

۱۹۳- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$n = \text{تعداد گره} = 3, f_n = n f_1 \Rightarrow f_3 = 3 f_1$$

۱۹۴- پاسخ گزینه‌ی ۲

$$\left. \begin{aligned} \delta_{\text{روشن}} = n\lambda = 2n \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{n=4} \delta = 4\lambda \\ \delta' = n\lambda' \xrightarrow{n=4} \delta' = 4 \times \frac{\lambda}{4} = \lambda \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\delta'}{\delta} = \frac{1}{4}$$

۱۹۵- پاسخ گزینه‌ی ۲

۱۹۶- پاسخ گزینه‌ی ۱ باند AM دارای بسامد ۵۴۰ تا ۱۶۰۰ کیلو هرتز و باند FM دارای بسامد ۸۸ تا ۱۰۸ مگاهرتز است،

یعنی بسامد و کوانتوم انرژی باند FM بیش‌تر از AM ولی طول موج AM بیش‌تر است و در خلأ سرعت انتشار تمام امواج الکترومغناطیس یکسان است.

$$K_B - K_A = eV \Rightarrow K_B - K_{\text{max}} = eV, K_{\text{max}} = h(f - f_0)$$

۱۹۷- پاسخ گزینه‌ی ۳

$$K_B = eV + h(f - f_0) \Rightarrow K_B = 1 \times 3 + 4 \times 10^{-15} \times (10^{15} - 5 \times 10^{14}) = 5 \text{ eV}$$

چون برحسب الکترون‌ولت بود به جای e، ۱ قرار دادیم.

دقت کنید که  $V_B > V_A$  بوده، یعنی نور به الکترون متصل به قطب منفی تابیده‌است.



$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} n=2 \Rightarrow E_2 = -\frac{1}{4}E_R \\ n=3 \Rightarrow E_3 = -\frac{1}{9}E_R \end{cases}$$

۱۹۸- پاسخ گزینه‌ی ۴

۱۹۹- پاسخ گزینه‌ی ۴

۲۰۰- پاسخ گزینه‌ی ۱

$$\begin{cases} E = mc^2 \\ E = Mgh \end{cases} \Rightarrow mc^2 = Mgh \Rightarrow 1 \times 10^{-3} \times 9 \times 10^{16} = M \times 10 \times 100 \Rightarrow M = 9 \times 10^1 \text{ kg}$$

**محمودرضا ذهبی**

**مهندس سیدمهدی امام‌نیری**