

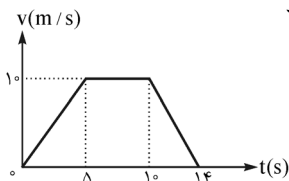
سوالات آزمون سراسری ۹۲ (رشته‌ی تجربی)

۱- دو نیروی $\vec{F}_1 = 5\text{ N}$ ، $\vec{F}_2 = 10\text{ N}$ بر نقطه‌ای اثر می‌کنند. اگر زاویه‌ی بین این دو نیرو 120° درجه باشد، اندازه‌ی برابری آن‌ها چند نیوتون است؟

- (۱) $5\sqrt{2}$ (۲) $5\sqrt{3}$ (۳) $7/\sqrt{2}$ (۴) $7/\sqrt{3}$

۲- متحرکی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل زیر است. شتاب متوسط

این متحرک در بازه‌ی زمانی $t = 2\text{ s}$ تا $t = 12\text{ s}$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟



- (۱) $\frac{1}{10}$ (۲) $\frac{5}{10}$ (۳) $\frac{7}{10}$ (۴) صفر

۳- گلوله‌ای در شرایط خلاء با سرعت اولیه‌ی v_0 از ارتفاع 100 متری به طور قائم رو به بالا پرتاب می‌شود و پس از مدتی به زمین می‌رسد. اگر زمان

پایین آمدن گلوله $1/5$ برابر زمان بالا رفتن گلوله باشد، بیشترین فاصله‌ی گلوله از سطح زمین چند متر است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

- (۱) 120 (۲) 145 (۳) 180 (۴) 225

۴- متحرکی در صفحه حرکت می‌کند و بردار مکان آن در SI به صورت $\vec{r} = 2t\vec{i} + (-t^2 + 4t)\vec{j}$ است. اندازه‌ی سرعت متحرک در

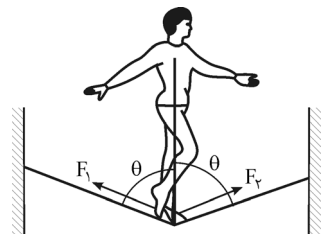
لحظه‌ی $t = 3\text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) صفر (۲) $\sqrt{2}$ (۳) $2\sqrt{2}$ (۴) 4

۵- طنابی بین دو دیوار موازی در یک تراز بسته شده است و یک بندباز، درست در وسط طناب قرار دارد و بزرگی نیروی کشش طناب در جلو و

پشت شخص به ترتیب F_1 و F_2 است.

اگر شخص، به تدریج به سمت دیوار مقابل خود حرکت کند،



(۱) F_1 از F_2 کوچک‌تر می‌شود.

(۲) F_1 از F_2 بزرگ‌تر می‌شود.

(۳) F_1 و F_2 برابر خواهند ماند، ولی هر دو افزایش می‌یابند.

(۴) F_1 و F_2 برابر خواهند ماند، ولی هر دو کاهش می‌یابند.

۶- ماهواره‌های A و B به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهواره‌ی A، $\frac{5}{4}$ جرم ماهواره‌ی B است. اگر بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره با هم برابر باشد،

شعاع مدار ماهواره‌ی B چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی A است؟

- (۱) 20 (۲) 80 (۳) $\frac{4}{5}$ (۴) $\frac{16}{25}$

۷- جسمی به جرم 1 kg با سرعت اولیه‌ی 6 m/s از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویه‌ی 37° می‌سازد، به طرف بالا پرتاب می‌شود. هنگامی

که جسم روی سطح شیب‌دار 2 متر را رو به بالا طی می‌کند، سرعتش به 2 m/s می‌رسد. انرژی مکانیکی جسم در این جابه‌جایی چند ژول کاهش

می‌یابد؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$ ، $\sin 37^\circ = 0.6$) و از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.

- (۱) 4 (۲) 6 (۳) 8 (۴) 16

۸- 200 گرم آب $22/5$ درجه‌ی سلسیوس را با 150 گرم آب 40 درجه‌ی سلسیوس مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به

چند درجه‌ی سلسیوس می‌رسد؟

- (۱) $27/5$ (۲) 30 (۳) 32 (۴) $32/5$

۹- از یک ورق مسی، دو صفحه‌ی دایره‌ای شکل به مساحت‌های S_1 و $S_2 = 2S_1$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای Q_1 و به دومی

گرمای $Q_2 = 2Q_1$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چه قدر است؟

- (۱) $\sqrt{2}$ (۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۳) 2 (۴) $\frac{1}{2}$

۱۰- اگر در حجم ثابت، دمای مقدار معینی گاز کامل را از 27°C به 87°C برسانیم، فشار گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

- (۱) 10 (۲) 20 (۳) 12 (۴) 15

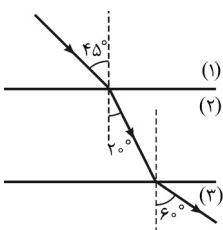
۱۱- یک آینه‌ی مقعر (کاو) از جسمی که به فاصله‌ی 6 سانتی‌متر از آن و عمود بر محور اصلی قرار دارد، تصویری مجازی می‌دهد. اگر به جای

آینه‌ی مقعر یک آینه‌ی تخت، درست در جای آینه‌ی مقعر قرار دهیم، تصویر در مقایسه با حالت اول، به اندازه‌ی 9 سانتی‌متر به آینه نزدیک

می‌شود. شعاع انحنای آینه‌ی مقعر چند سانتی‌متر است؟

- (۱) 6 (۲) 12 (۳) 10 (۴) 20

۱۲- مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) و سپس وارد محیط شفاف (۳) می‌شود. سرعت نور در محیط (۳) چند برابر سرعت نور در محیط (۱) است؟

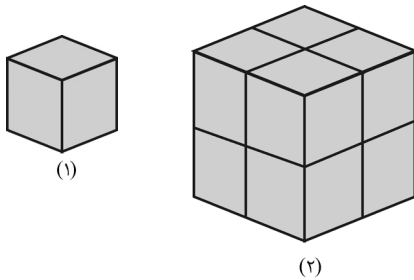


- (۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (۴) $\frac{\sqrt{2}}{3}$

۱۳- توان یک عدسی ۵- دیوپتر است. اگر جسمی به فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متری عدسی و روی محور اصلی آن و در سمت راست عدسی قرار داشته باشد، تصویر در فاصله‌ی سانتی‌متری عدسی و سمت آن تشکیل می‌شود.

- (۱) ۱۰، چپ (۲) ۱۰، راست (۳) ۴۰، چپ (۴) ۴۰، راست

۱۴- در شکل روبه‌رو، مکعب شکل (۱) مشابه هر یک از مکعب‌های شکل (۲) است. فشاری که مکعب‌های شکل (۲) بر سطح افقی وارد می‌کنند، چند برابر فشار حاصل از مکعب شکل (۱) است؟

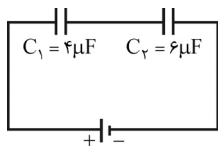


- (۱) ۸
(۲) ۴
(۳) ۲
(۴) ۱

۱۵- یک کره‌ی رسانا به شعاع ۱۰ cm، روی پایه‌ی عایق قرار دارد. چگالی سطحی بار کره $160 \mu\text{C}/\text{m}^2$ است. اگر کره را با یک سیم به زمین

(چشمه‌ی خنثای بار الکتریکی) اتصال دهیم، چند الکترون از زمین به کره منتقل می‌شود؟ ($\pi = 3$ و $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)

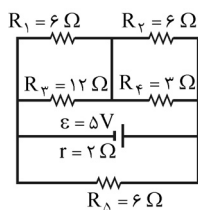
- (۱) $1/2 \times 10^{13}$ (۲) $1/2 \times 10^{14}$ (۳) $1/2 \times 10^{17}$ (۴) $1/2 \times 10^{19}$



۱۶- در شکل زیر، بین صفحات خازن C_2 هوا است. اگر فضای بین صفحات این خازن را از عایقی به ثابت

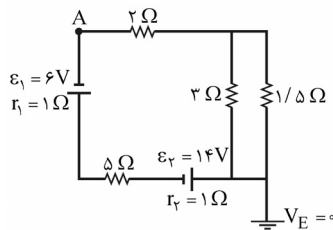
دی‌الکتریک $k = 2$ پر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{5}{4}$ (۲) $\frac{5}{6}$
(۳) $\frac{5}{8}$ (۴) $\frac{5}{11}$



۱۷- در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟

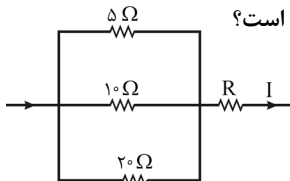
- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{3}$
(۳) $\frac{1}{6}$ (۴) $\frac{2}{3}$



۱۸- در مدار روبه‌رو، پتانسیل نقطه‌ی A، چند ولت است؟

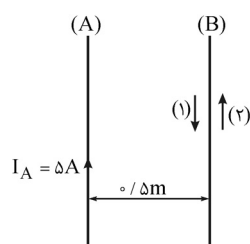
- (۱) -۶
(۲) ۶
(۳) -۳۴
(۴) ۳۴

۱۹- در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی برابر ۱۰ ولت باشد، شدت جریان I برابر چند آمپر است؟



- (۱) ۵/۰ (۲) ۱
(۳) ۲ (۴) ۳/۵

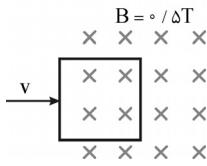
۲۰- دو سیم بلند A و B مطابق شکل در یک صفحه قرار دارند. از سیم B جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند، تا از طرف سیم B بر ۵/۰



متر از سیم A نیروی دافعه‌ای به اندازه‌ی $4 \times 10^{-6} \text{N}$ وارد شود؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$)

- (۱) ۸ آمپر در جهت (۱)
(۲) ۸ آمپر در جهت (۲)
(۳) ۴ آمپر در جهت (۱)
(۴) ۴ آمپر در جهت (۲)

۲۱- مطابق شکل، یک سیم پیچ مربع شکل، با ۲۰ دور سیم، که طول هر ضلع آن ۴۰ سانتی متر است، با سرعت ۳ m/s در یک میدان مغناطیسی درون سو، به سمت راست حرکت می کند. بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده در سیم پیچ در لحظه‌ای که ۳۰ سانتی متر از آن در میدان وارد شده است، چند ولت است؟



- ۶ (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴)

۲۲- دوره‌ی نوسانگر ساده‌ی $\frac{\pi}{5}$ ثانیه و دامنه‌ی آن ۲ سانتی متر است. در لحظه‌ای که نوسانگر به اندازه‌ی $\sqrt{3}$ cm از وضع تعادل دور شده است، بزرگی سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴)

۲۳- معادله‌ی شتاب - زمان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $a = -2\pi^2 \sin(1 \cdot \pi t)$ است. در لحظه‌ی $t = \frac{1}{4}$ s، انرژی جنبشی نوسانگر چند برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است؟

- ۱ (۱) ۳ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴)

۲۴- موج عرضی در یک محیط منتشر می شود و فاصله‌ی بین دو قله‌ی متوالی آن ۱۰ cm است. اگر سرعت انتشار موج در آن محیط ۵ m/s باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

- ۱۰۰ (۱) ۵۰ (۲) ۲۵ (۳) ۱۰ (۴)

۲۵- دو نقطه که در راستای انتشار موج باشند و فاصله‌شان از یکدیگر مضرب باشد آن نقاط همواره با یکدیگر

- (۱) زوجی از ربع طول موج - هم‌فازند.
 (۲) فردی از طول موج - در فاز مخالفند.
 (۳) زوجی از ربع طول موج - در فاز مخالفند.
 (۴) فردی از نصف طول موج - در فاز مخالفند.

۲۶- درون یک لوله‌ی صوتی موج ایستاده تشکیل شده است و طول لوله برابر با $\frac{3}{4}$ طول موج است. این لوله است و صوت حاصل، هماهنگ صوت اصلی این لوله است.

- (۱) یک انتها بسته - چهارم (۲) یک انتها بسته - هفتم (۳) دو انتها باز - چهارم (۴) دو انتها باز - هفتم

۲۷- طول موج یک متر تا یک کیلومتر، مربوط به کدام محدوده‌ی موج‌های الکترومغناطیسی است؟

- (۱) فرسوخ (۲) فرابنفش (۳) نور مرئی (۴) رادیویی

۲۸- بلندترین طول موج نور مرئی اتم هیدروژن چند نانومتر است؟ ($R_H = 1.097 \times 10^7 \text{ nm}^{-1}$)

- ۴۵۰ (۱) ۵۵۰ (۲) ۷۲۰ (۳) ۸۰۰ (۴)

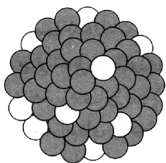
۲۹- در یک آزمایش فوتوالکتریک، بسامد نوری که بر الکتروود فلزی می تابد، ۴ برابر بسامد قطع است. اگر تابع کار این فلز ۲ eV باشد، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون خارج شده از فلز چند ژول است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

- ۶ (۱) ۸ (۲) $1/28 \times 10^{-18}$ (۳) $9/6 \times 10^{-19}$ (۴)

۳۰- در واپاشی مطابق شکل زیر، تعداد پروتون‌های هسته و تعداد نوترون‌های آن

- (۱) یک واحد افزایش می یابد - یک واحد کاهش می یابد.
 (۲) یک واحد کاهش می یابد - یک واحد افزایش می یابد.
 (۳) یک واحد افزایش می یابد - ثابت می ماند.
 (۴) یک واحد کاهش می یابد - ثابت می ماند.

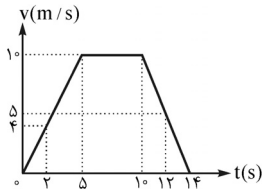
$q = -e$



بدون شرح!!!

۱- گزینه‌ی «۲»

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta \rightarrow R^2 = 5^2 + 10^2 + 2 \times 5 \times 10 \times \cos 120^\circ \xrightarrow{\cos 120^\circ = -\frac{1}{2}} R^2 = 75 \rightarrow R = 25 \times 3 \rightarrow R = 5\sqrt{3} \text{ N}$$

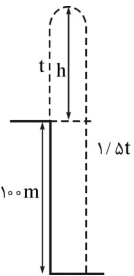


۲- گزینه‌ی «۱»
در بازه‌ی زمانی صفر تا ۵s، نمودار v-t به صورت خطی با شیب ۲ است، پس سرعت متحرک در لحظه‌ی t_۱ = ۲s برابر v_۱ = a_۱t_۱ = ۲ × ۲ = ۴ m/s می‌شود. هم‌چنین در بازه‌ی زمانی ۱۰s تا ۱۴s، نمودار v-t به صورت خطی با شیب -۲/۵ است، پس سرعت متحرک در لحظه‌ی t_۲ = ۱۲s برابر است با:

$$v_2 = a_2 t_2 + v_0 \rightarrow v_2 = -2/5 \times 2 + 10 \rightarrow v_2 = 8 \text{ m/s}$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{8 - 4}{12 - 2} \rightarrow \bar{a} = \frac{1}{10} \text{ m/s}^2$$

اکنون از تعریف شتاب متوسط داریم:



۳- گزینه‌ی «۳»
در مسیر بالا رفتن گلوله پس از زمان t تا ارتفاع h از نقطه‌ی پرتاب بالا رفته است، پس

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

داریم:

در مسیر برگشت، گلوله پس از زمان t/۵، از ارتفاع (h + ۱۰۰) متری سقوط کرده است، پس می‌توان نوشت:

$$h + 100 = \frac{1}{2} g (t/5)^2 \rightarrow h + 100 = \frac{1}{4} \times (\frac{1}{2} g t^2)$$

$$\xrightarrow{h = \frac{1}{2} g t^2} h + 100 = \frac{1}{4} h \rightarrow \frac{3}{4} h = 100 \rightarrow h = 133.3 \text{ m}$$

بنابراین مطابق شکل، حداکثر ارتفاع جسم از سطح زمین برابر است با:

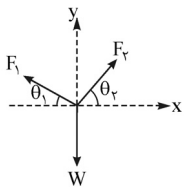
$$H = h + 100 = 133.3 \text{ m}$$

از بردار مکان، مشتق می‌گیریم تا بردار سرعت جسم به دست آید:

۴- گزینه‌ی «۳»

$$\vec{r} = (2t)\vec{i} + (-t^2 + 4t)\vec{j} \rightarrow \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 2\vec{i} + (-2t + 4)\vec{j}$$

$$\xrightarrow{t=3s} \vec{v}_3 = 2\vec{i} + (-2 \times 3 + 4)\vec{j} \rightarrow \vec{v}_3 = 2\vec{i} - 2\vec{j} \rightarrow v_3 = \sqrt{2^2 + (-2)^2} \rightarrow v_3 = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$$



۵- گزینه‌ی «۲»
در شکل مقابل، دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر بندباز رسم شده است. از شرط تقارن در

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_2 \cos \theta_2 = F_1 \cos \theta_1 \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

راستای x می‌توان نوشت:

وقتی بندباز در وسط طناب قرار دارد، $\theta_1 = \theta_2$ است و بنابراین F_1 و F_2 برابرند، اما با حرکت بندباز به طرف دیوار مقابلش، به تدریج زاویه‌ی θ_2 افزایش می‌یابد، در حالی که زاویه‌ی θ_1 کاهش پیدا می‌کند. پس دیگر نیروهای F_1 و F_2 با هم برابر نخواهند شد. از طرف دیگر، کسینوس، تابعی نزولی است و با افزایش θ_2 ، $\cos \theta_2$ کاهش می‌یابد. به همین ترتیب با کاهش θ_1 ، مقدار $\cos \theta_1$ زیاد می‌شود، پس در نسبت $\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$ ، با حرکت بندباز به طرف دیوار مقابل، صورت کسر، افزایش و مخرج آن کم می‌شود که به معنای بزرگ شدن کسر و همین‌طور نسبت $\frac{F_2}{F_1}$ است، یعنی با حرکت بندباز به طرف دیوار مقابل، F_2 بزرگ‌تر از F_1 می‌شود.

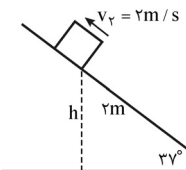
۶- گزینه‌ی «۴»

$$P_A = P_B \xrightarrow{P=mv} m_A v_A = m_B v_B \xrightarrow{m_A = \frac{5}{4} m_B} \frac{5}{4} m_B v_A = m_B v_B$$

$$\rightarrow \frac{5}{4} v_A = v_B \xrightarrow{v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}} \frac{5}{4} \sqrt{\frac{GM_e}{r_A}} = \sqrt{\frac{GM_e}{r_B}} \rightarrow \frac{5}{4\sqrt{r_A}} = \frac{1}{\sqrt{r_B}} \rightarrow \frac{\sqrt{r_B}}{\sqrt{r_A}} = \frac{4}{5} \rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \left(\frac{4}{5}\right)^2 = \frac{16}{25}$$

ارتفاع h برابر است با:

۷- گزینه‌ی «۱»



$$\sin 37^\circ = \frac{h}{y} \rightarrow h = 2 \times 0.6 = 1.2 \text{ m}$$

در نقطه‌ی ۱، جسم انرژی جنبشی دارد و در نقطه‌ی ۲، جسم دارای انرژی‌های جنبشی و پتانسیل است، پس می‌توان نوشت:

$$\Delta E = E_2 - E_1 \rightarrow \Delta E = (U_2 + K_2) - K_1 \rightarrow \Delta E = (mgh + \frac{1}{2}mv_2^2) - \frac{1}{2}mv_1^2 \rightarrow \Delta E = (1 \times 10 \times 1/2 + \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2) - \frac{1}{2} \times 1 \times 6^2$$

$$\rightarrow \Delta E = 14 - 18 \rightarrow \Delta E = -4 \text{ J}$$

یعنی انرژی مکانیکی ۴ ژول کاهش می‌یابد.

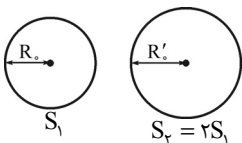
از رابطه‌ی دمای تعادل می‌توان نوشت:

۸- گزینه‌ی «۲»

$$\theta_e = \frac{\sum mc\theta}{\sum mc} \xrightarrow{c_1=c_2} \theta_e = \frac{\sum m\theta}{\sum m} \rightarrow \theta_e = \frac{m_1\theta_1 + m_2\theta_2}{m_1 + m_2} \rightarrow \theta_e = \frac{200 \times 22/5 + 150 \times 40}{200 + 150} \rightarrow \theta_e = 30^\circ \text{ C}$$

با توجه به رابطه‌ی $S = \pi R^2$ می‌توان نوشت:

۹- گزینه‌ی «۱»



$$\frac{S_2}{S_1} = 2 \rightarrow \frac{\pi R_2'^2}{\pi R_1^2} = 2 \rightarrow \frac{R_2'}{R_1} = \sqrt{2}$$

مساحت قرص S_2 دو برابر مساحت قرص S_1 است، پس با توجه به یکسان بودن ضخامت قرص‌ها، حجم قرص S_2 هم دو برابر حجم قرص S_1 است و چون هر دو مسی هستند و چگالی یکسانی دارند، جرم قرص S_2 هم دو برابر جرم قرص S_1 است. با توجه به رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ داریم:

$$Q_2 = 2Q_1 \rightarrow m_2 c \Delta\theta_2 = 2m_1 c \Delta\theta_1 \xrightarrow{m_2=2m_1} \Delta\theta_2 = \Delta\theta_1$$

پس دمای قرص‌ها به یک اندازه افزایش می‌یابد و مطابق رابطه‌ی انبساط طولی خواهیم داشت:

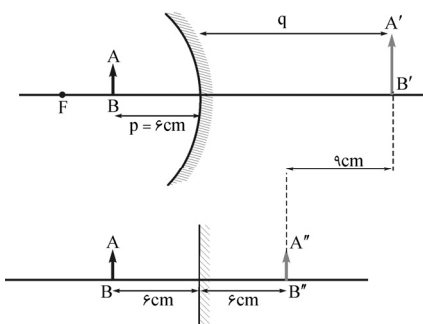
$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta\theta \rightarrow \frac{\Delta R_2}{\Delta R_1} = \left(\frac{R_2'}{R_1}\right) \times \left(\frac{\alpha}{\alpha}\right) \times \left(\frac{\Delta\theta_2}{\Delta\theta_1}\right) \rightarrow \frac{\Delta R_2}{\Delta R_1} = \frac{R_2'}{R_1} = \sqrt{2}$$

از قانون گازهای کامل داریم:

۱۰- گزینه‌ی «۲»

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \xrightarrow{V_2=V_1} \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \rightarrow \frac{P_2}{273+87} = \frac{P_1}{273+27} \rightarrow \frac{P_2}{360} = \frac{P_1}{300} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 1/2 \rightarrow \frac{P_2}{P_1} - 1 = 1/2 - 1$$

$$\rightarrow \frac{P_2 - P_1}{P_1} = -1/2 \rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = -50\%$$

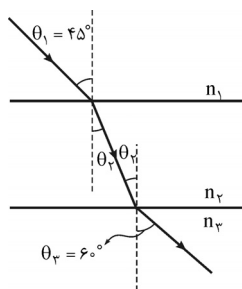


مطابق شکل وقتی از آینه‌ی مقعر استفاده می‌کنیم، تصویری مجازی و بزرگ‌تر در پشت آینه تشکیل می‌شود. در حالی که وقتی از آینه‌ی تخت استفاده می‌کنیم، تصویری مجازی و هم‌اندازه‌ی جسم در پشت آینه تشکیل می‌شود که فاصله‌اش تا آینه با فاصله‌ی جسم از آینه (۶ cm) برابر است، پس برای محاسبه‌ی فاصله‌ی تصویر از آینه‌ی مقعر می‌توان نوشت:

$$q = 9 + 6 = 15 \text{ cm}$$

و از رابطه‌ی آینه‌های مقعر در حالتی که تصویر مجازی است، خواهیم داشت:

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{6} - \frac{1}{15} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 10 \text{ cm} \xrightarrow{r=2f} r = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$



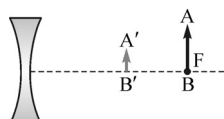
قانون شکست نور برای ورود نور از محیط n_1 به محیط n_2 به صورت $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ است. به همین ترتیب قانون شکست نور برای ورود نور از محیط n_2 به محیط n_3 هم به صورت $n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$ است. پس می‌توان نتیجه گرفت که:

۱۲- گزینه‌ی «۳»

صورت $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ است. به همین ترتیب قانون شکست نور برای ورود نور از محیط n_2 به محیط n_3 هم به صورت $n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3$ است. پس می‌توان نتیجه گرفت که:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \xrightarrow{\frac{n=c}{v}} \frac{c}{v_1} \sin \theta_1 = \frac{c}{v_2} \sin \theta_2 \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

$$\rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$



چون توان عدسی منفی است، پس واگراست و از جسم همواره تصویری مجازی و کوچک‌تر بین جسم و عدسی تشکیل می‌دهد. پس تصویر هم مانند جسم در طرف راست عدسی قرار دارد و از رابطه‌ی عدسی‌های واگرا می‌توان نوشت:

۱۳- گزینه‌ی «۲»

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = -\frac{1}{f} \xrightarrow{D=-\frac{1}{f}} \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = D \xrightarrow{p=20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}} \frac{1}{0.2} - \frac{1}{q} = -5 \rightarrow -\frac{1}{q} = -10 \rightarrow q = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$



۱۴- گزینه‌ی «۳»

اگر جرم مکعب شکل (۱) را برابر m و مساحت هر وجه آن را S فرض کنیم، می‌توان نوشت:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{F_2}{F_1}\right) \times \left(\frac{A_1}{A_2}\right) \xrightarrow{\frac{A_2 = 4S}{F_2 = 4mg}} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{4mg}{mg}\right) \times \left(\frac{S}{4S}\right) \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 2$$

با ترکیب رابطه‌ی چگالی سطحی بار و رابطه‌ی $q = ne$ می‌توان نوشت:

۱۵- گزینه‌ی «۲»

$$\sigma = \frac{q}{A} \rightarrow q = \sigma \times A \xrightarrow{q=ne} ne = \sigma \times A$$

$$\xrightarrow{A=4\pi r^2} n \times 1/6 \times 10^{-19} = 160 \times 10^{-6} \times 4 \times \pi \times (0/1)^2 \xrightarrow{\pi=3} n = 1/2 \times 10^{14} \text{ الکترون}$$

در حالت اول ظرفیت معادل خازن‌ها برابر است با:

۱۶- گزینه‌ی «۱»

$$C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{4 \times 6}{4 + 6} = 2/4 \mu F$$

وقتی عایقی به ثابت دی‌الکتریک $k=2$ را بین صفحه‌های خازن C_2 قرار می‌دهیم، ظرفیت این خازن ۲ برابر شده و به $C'_2 = 12 \mu F$ می‌رسد. در این

$$C'_T = \frac{C_1 \times C'_2}{C_1 + C'_2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3 \mu F$$

حالت ظرفیت معادل برابر است با:

از طرف دیگر خازن‌های C_1 و C_2 با هم متوالی‌اند، پس بار ذخیره‌شده در هر یک از آن‌ها با هم برابر بوده و با بار کل ذخیره‌شده در معادل آن‌ها هم

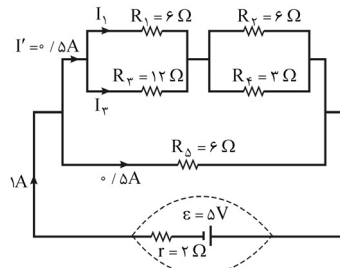
$$\frac{q'_2}{q_2} = \frac{q'_T}{q_T} = \frac{C'_T \times V}{C_T \times V} \rightarrow \frac{q'_2}{q_2} = \frac{C'_T}{C_T} \rightarrow \frac{q'_2}{q_2} = \frac{3}{2/4} = \frac{6}{2}$$

یکی می‌باشد و داریم:

۱۷- گزینه‌ی «۴»

ابتدا مانند شکل زیر، مدار را به صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم، سپس مقاومت معادل مدار و جریان اصلی مدار را

حساب می‌کنیم:



$$\frac{1}{R_{1,3}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \rightarrow R_{1,3} = 4 \Omega, \quad \frac{1}{R_{2,4}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \rightarrow R_{2,4} = 2 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = R_{1,3} + R_{2,4} = 4 + 2 = 6 \Omega, \quad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_{1,2,3,4}} \rightarrow R_T = 3 \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \frac{5}{3 + 2} \rightarrow I = 1 \text{ A}$$

جریان اصلی مدار به نسبت مساوی بین شاخه‌های بالایی و پایینی (که مقاومت هر کدام برابر ۶ اهم است) تقسیم می‌شود و بنابراین برای

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I' \rightarrow I_1 = \frac{12}{6 + 12} \times (0/5) \rightarrow I_1 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{3} \rightarrow I_1 = \frac{1}{3} \text{ A}$$

محاسبه‌ی جریان گذرا از مقاومت R_1 می‌توان نوشت:

$$P = I^2 R \rightarrow P_1 = I_1^2 R_1 \rightarrow P_1 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times 6 \rightarrow P_1 = \frac{2}{3} \text{ W}$$

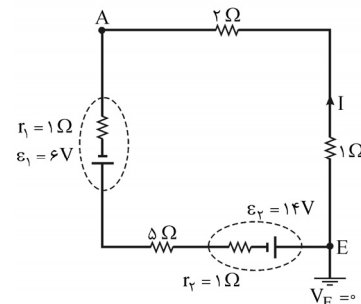
بنابراین توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

۱۸- گزینه‌ی «۱»

دو مقاومت ۳ و $1/5$ اهمی با هم موازیند و معادلشان برابر یک اهم است،

بنابراین می‌توان مدار را به صورت ساده‌تری رسم کرد. هر دو مولد جریانی پادساعت‌گرد در مدار ایجاد

می‌کنند که برابر است با:



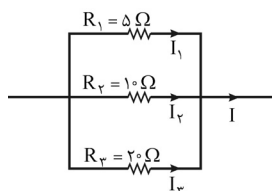
$$I = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{\sum R + \sum r} \rightarrow I = \frac{6 + 14}{(2 + 1 + 5) + (1 + 1)} = 2 \text{ A}$$

اکنون از نقطه‌ی E و در جهت جریان به طرف نقطه‌ی A می‌رویم و اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار را جمع جبری می‌کنیم:

$$V_E - 1 \times 2 - 2 \times 2 = V_A \xrightarrow{V_E=0} V_A = -6 \text{ V}$$

مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 با هم موازیند و بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر همه‌ی این مقاومت‌ها با اختلاف پتانسیل

۱۹- گزینه‌ی «۴»

دو سر مقاومت R_1 یکسان است. از قانون اهم می‌توان نوشت:

$$V = IR \rightarrow \begin{cases} V = I_1 R_1 \rightarrow 10 = I_1 \times 5 \rightarrow I_1 = 2 \text{ A} \\ V = I_2 R_2 \rightarrow 10 = I_2 \times 10 \rightarrow I_2 = 1 \text{ A} \\ V = I_3 R_3 \rightarrow 10 = I_3 \times 20 \rightarrow I_3 = 0/2 \text{ A} \end{cases} \xrightarrow{I=I_1+I_2+I_3} I = 2 + 1 + 0/2 = 3/2 \text{ A}$$

۲۰- گزینه‌ی «۳»
برای این که نیروی وارد بر دو سیم، رانشی باشد، لازم است جهت جریان در سیم B در خلاف جهت جریان در سیم A و در جهت (۱) باشد. از رابطه‌ی نیروی الکترومغناطیسی بین دو سیم موازی حامل جریان می‌توان نوشت:

$$F = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I_A I_B}{d} \times L \rightarrow 4 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{\Delta \times I_B}{0.5} \times (0.5) \rightarrow I_B = 4 A$$

۲۱- گزینه‌ی «۳»
طول هر ضلع سیم‌پیچ مربع شکل ۴۰ سانتی‌متر است و در لحظه‌ای که ۳۰ سانتی‌متر از آن به میدان وارد شده، شار مغناطیسی گذرا از سیم‌پیچ در حال افزایش بوده و از رابطه‌ی نیروی محرکه‌ی حرکتی می‌توان نوشت:

$$\varepsilon = N B \ell v \rightarrow \varepsilon = 20 \times 0.5 \times 0.4 \times 2 \rightarrow \varepsilon = 12 V$$

۲۲- گزینه‌ی «۱»
بسامد زاویه‌ی نوسانگر را به دست آورده و از رابطه‌ی مستقل از فاز استفاده می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{50}} \rightarrow \omega = 100 \text{ rad}$$

$$|v| = \omega \sqrt{A^2 - x^2} \xrightarrow[x = \sqrt{r} \text{ cm}]{A = 2 \text{ cm}} |v| = 100 \sqrt{2^2 - (\sqrt{2})^2} \rightarrow |v| = 100 \text{ cm/s} \rightarrow |v| = 1 \text{ m/s}$$

۲۳- گزینه‌ی «۱»
معادله‌ی شتاب، فرم استاندارد خود (یعنی $a = -a_{\max} \sin(\omega t)$) را دارد، بنابراین برای محاسبه‌ی فاز نوسانگر در

$$\varphi = 10\pi t \xrightarrow[t = \frac{1}{40} \text{ s}]{t = \frac{1}{40} \text{ s}} \varphi = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

لحظه‌ی $t = \frac{1}{40} \text{ s}$ می‌توان نوشت:

اگر کتاب را خوانده باشید، می‌دانید که در فاز $\frac{\pi}{4}$ رادیان، نیمی از انرژی نوسانگر به صورت جنبشی و نیمی دیگر از انرژی آن به صورت پتانسیل

$$\left. \begin{aligned} K &= E \cos^2 \varphi \\ U &= E \sin^2 \varphi \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{U}{K} = \tan^2 \varphi \xrightarrow[\tan \frac{\pi}{4} = 1]{\varphi = \frac{\pi}{4}} \frac{U}{K} = 1 \rightarrow \frac{K}{U} = 1$$

است، اما اگر فراموش کرده‌اید، ادامه‌ی حل این گونه است:

۲۴- گزینه‌ی «۲»
فاصله‌ی بین دو قله‌ی متوالی برابر با طول موج ارتعاشات است و می‌توان نوشت:

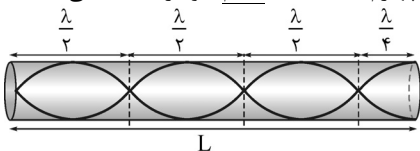
$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 0.1 = \frac{\Delta}{f} \rightarrow f = 50 \text{ Hz}$$

۲۵- گزینه‌ی «۴»
نقطه‌ی از محیط انتشار یک موج که فاصله‌شان از یکدیگر مضرب زوجی از نصف طول موج است $(\Delta x = 2n(\frac{\lambda}{2}) = n\lambda)$ ،

هم‌فازند، اما نقطه‌ی از محیط انتشار که فاصله‌شان از یکدیگر مضرب فردی از نصف طول موج است، $(\Delta x' = (2m-1)(\frac{\lambda}{2}))$ در فاز مخالفند. توجه کنید برای نقطه‌ی که فاصله‌شان مضرب زوجی از ربع طول موج است، حرف قاطعی نمی‌توان زد، زیرا این نقاط یا هم‌فازند یا در فاز مخالف.

۲۶- گزینه‌ی «۲»
چون طول لوله مضرب فردی از ربع طول موج شده است $(L = 7(\frac{\lambda}{4}))$ لوله‌ی صوتی بسته بسته (یک انتها بسته) است و

وضعیت ارتعاشی مولکول‌های هوا در داخل لوله مانند شکل است. بدیهی است که این لوله صوت چهارم یا هفتم خود را تشدید می‌کند.



۲۷- گزینه‌ی «۴»
امواج رادیویی، طول موجی در حدود چند متر دارند. طول موج نور مرئی در حدود میکرون (10^{-6} m) و طول موج

امواج فرسوخ در حدود یک دهم میلی‌متر (10^{-4} m) می‌باشد. طول موج پرتوهای فرابنفش هم از نور مرئی، کوتاه‌تر و در حدود یک صد میکرون (10^{-8} m) می‌باشد.

۲۸- گزینه‌ی «۳»
می‌دانیم در اتم هیدروژن تنها ۴ خط اول رشته‌ی بالمر در ناحیه‌ی مرئی قرار دارند، برای محاسبه‌ی بلندترین طول موج

رشته‌ی بالمر، الکترون باید از نزدیک‌ترین تراز $(n=3)$ به تراز مربوط به رشته‌ی بالمر $(n'=2)$ سقوط کند که در این حالت از رابطه‌ی ریذبرگ - بالمر می‌توان نوشت:

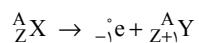
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{10^8} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{10^8} \left(\frac{9-4}{36} \right) \rightarrow \lambda = \frac{36 \times 10^8}{5} \rightarrow \lambda = 720 \text{ nm}$$

۲۹- گزینه‌ی «۴»
بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های خروجی از تفاضل انرژی فوتون فرودی و تابع کار فلز به‌دست می‌آید، پس داریم:



$$K_{\max} = hf - W_0 \xrightarrow{f=4f_0} K_{\max} = 4hf_0 - W_0 \xrightarrow{hf_0=W_0} K_{\max} = 4W_0 - W_0 \rightarrow K_{\max} = 3W_0 \xrightarrow{W_0=2eV} K_{\max} = 6eV$$
$$\xrightarrow{1eV=1/6 \times 10^{-19} J} K_{\max} = 6 \times 1/6 \times 10^{-19} J \rightarrow K_{\max} = 9/6 \times 10^{-19} J$$

۳۰- گزینه‌ی «۱» با توجه به شکل سؤال، در جریان واپاشی ذره‌ای از هسته گسیل شده که باری برابر بار یک الکترون ($-e$) دارد، پس



واپاشی مربوط به گسیل الکترون است که معادله‌ی واپاشی آن به این صورت است:

همان‌طور که دیده می‌شود، در اثر گسیل الکترون، تعداد پروتون‌های هسته یک واحد افزایش می‌یابد و از Z به $Z+1$ می‌رسد، اما مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها (A) ثابت است، بنابراین باید تعداد نوترون‌های هسته یک واحد کاهش یافته باشد. در حقیقت در گسیل الکترون یکی از نوترون‌های هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.