

۱- سه نیروی \vec{F}_1 ، \vec{F}_2 و \vec{F}_3 دوه‌دو با هم زاویه‌ی 120° می‌سازند. اگر اندازه‌ی نیروها به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ نیوتون باشد، برآیند آن‌ها چند نیوتون است؟

- (۱) صفر (۲) ۵ (۳) $5\sqrt{3}$ (۴) ۱۰

۲- قطار A به طول ۲۰۰ متر با سرعت ثابت 40 m/s در حال حرکت است. قطار B به طول ۲۲۵ متر که روی ریل مجاور توقف کرده است، به محض این‌که قطار A کاملاً از آن عبور کرد، با شتاب ثابت 2 m/s^2 در همان جهت حرکت قطار A شروع به حرکت می‌کند و سرعت خود را به 50 m/s می‌رساند و با همان سرعت، حرکت خود را ادامه می‌دهد. قطار B چند ثانیه پس از شروع حرکت، از قطار A سبقت گرفته و از کنار آن کاملاً عبور می‌کند؟

- (۱) $57/5$ (۲) $82/5$ (۳) ۸۰ (۴) ۱۰۵

۳- معادله‌ی مکان متحرکی در SI به صورت $x = \frac{1}{2}t^3 - 6t^2 + 20t$ است. کم‌ترین سرعتی که این متحرک در مسیر حرکت پیدا می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴

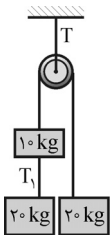
۴- گلوله‌ای را از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین با سرعت اولیه‌ی v_0 در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. در ارتفاع ۶۵ متری سطح زمین سرعت گلوله به صفر می‌رسد. اگر $g = 10 \text{ m/s}^2$ باشد، v_0 چند متر بر ثانیه است؟ (مقاومت هوا ناچیز است.)

- (۱) ۳۵ (۲) ۳۰ (۳) $13\sqrt{10}$ (۴) $10\sqrt{13}$

۵- بردار سرعت اولیه‌ی پرتابه‌ای در SI به صورت $\vec{v}_0 = 15\vec{i} + 20\vec{j}$ است. بردار جابه‌جایی این پرتابه در ۳ ثانیه‌ی اول در SI کدام است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

- (۱) $45\vec{i} + 15\vec{j}$ (۲) $15\vec{i} - 10\vec{j}$ (۳) $45\vec{i} - 10\vec{j}$ (۴) $10\vec{i} + 45\vec{j}$

۶- در شکل روبه‌رو، اگر جرم نخ و قرقره و اصطکاک‌ها ناچیز باشد، نسبت نیروهای کشش $\frac{T}{T_1}$ چه قدر



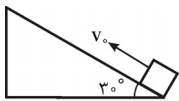
است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (۱) $1/5$ (۲) ۲ (۳) $2/5$ (۴) ۳

۷- سرعت گلوله‌ای به جرم 2 kg تحت اثر نیروی ثابتی، از $\vec{v}_1 = 10\vec{i} - 8\vec{j}$ به $\vec{v}_2 = 6\vec{i} - 5\vec{j}$ می‌رسد (در SI). اگر زمان تأثیر نیرو برابر با $1/10$ ثانیه باشد، بزرگی نیرو چند نیوتون است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۲ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۸- در شکل روبه‌رو، وزنه را با سرعت اولیه‌ی v_0 از پایین سطح شیب‌دار، مماس با سطح رو به بالا پرتاب می‌کنیم. وزنه تا ارتفاعی بالا رفته دوباره به نقطه‌ی پرتاب برمی‌گردد. اگر نیروی اصطکاک جنبشی برابر با $0/2$ وزن جسم باشد، زمان بالا رفتن جسم چند برابر زمان پایین آمدن آن است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



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

۹- آونگی که طول نخ آن ۲ متر و جرم گلوله‌ی آن 2 kg است، از حالتی که راستای آن با راستای قائم زاویه‌ی 53° می‌سازد، بدون سرعت اولیه رها می‌شود. نیروی کشش نخ آن در لحظه‌ای که با راستای قائم زاویه‌ی 37° می‌سازد، چند نیوتون می‌شود؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$ ، مقاومت هوا ناچیز و $g = 10 \text{ m/s}^2$ است.)

- (۱) ۱۶ (۲) ۲۰ (۳) ۲۴ (۴) ۳۶

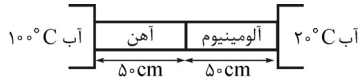
۱۰- جسمی به جرم یک کیلوگرم در شرایط خلأ رها می‌شود و بعد از ۴ ثانیه به زمین می‌رسد، کار نیروی وزن در ثانیه‌ی سوم سقوط چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (۱) ۱۵۰ (۲) ۲۵۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۴۵۰

۱۱- درون ظرفی 200 گرم یخ 10° - درجه‌ی سلسیوس قرار دارد. حداقل چند گرم آب با دمای 20° درجه‌ی سلسیوس به آن اضافه کنیم، تا تمام یخ ذوب شود؟ (تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام می‌شود و آب $c = \frac{1}{4} \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$ و یخ $c = 2/1 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$ است.)

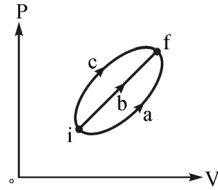
- (۱) ۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۸۵۰ (۴) ۱۲۰۰

۱۲- در شکل روبه‌رو، دو میله به طول 50 سانتی‌متر با سطح مقطع یکسان به هم متصل‌اند. در صورتی که رسانندگی آلومینیوم سه برابر رسانندگی آهن باشد، دمای محل اتصال دو میله چند درجه‌ی سلسیوس است؟



- ۸۰ (۱)
 ۴۰ (۲)
 ۳۰ (۴)
 ۵۰ (۳)

۱۳- نمودار $(P-V)$ ی گاز کاملی که از سه مسیر a ، b و c از حالت i به حالت f می‌رود، مطابق شکل زیر است. اگر تغییر انرژی درونی گاز ΔU و گرمایی که گاز می‌گیرد Q باشد، کدام رابطه درست است؟

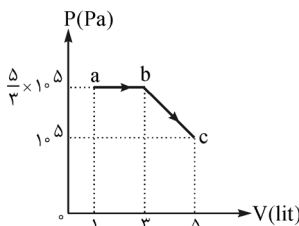


- (۱) $Q_c > Q_b > Q_a > 0$
 (۲) $Q_a > Q_b > Q_c > 0$
 (۳) $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c < 0$
 (۴) $\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c = 0$

۱۴- اگر دمای چشمه‌ی سرد یک ماشین گرمایی را که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند 100 کلوین کاهش دهیم، بازده آن از η به $\eta + 7.2\%$ تبدیل می‌شود. دمای چشمه‌ی گرم این ماشین چند درجه‌ی سلسیوس است؟

- ۵۰۰ (۱)
 ۳۲۷ (۲)
 ۳۰۰ (۳)
 ۲۲۷ (۴)

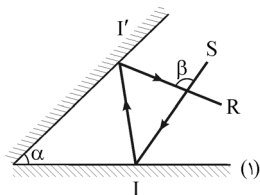
۱۵- نمودار $(P-V)$ ی یک گاز کامل تک‌اتمی مطابق شکل زیر است. گرمایی که گاز در فرایند abc با محیط



مبادله می‌کند، چند ژول است؟ $(R = 8 \frac{J}{mol \cdot K})$

- ۱۱۰۰ (۱)
 ۱۷۰۰ (۳)
 ۲۳۰۰ (۴)
 ۳۳۰۰ (۲)

۱۶- مطابق شکل روبه‌رو، پرتو SI پس از بازتابش از آینه‌های تخت در مسیر $I'R$ بازتاب می‌شود. اندازه‌ی زاویه‌ی β چند برابر زاویه‌ی α است؟

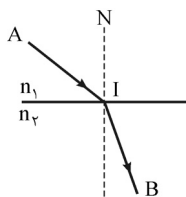


- ۱ (۱)
 ۲ (۲)
 ۳ (۳)
 ۴ (۴) بستگی به زاویه‌ی تابش آینه‌ی (۱) دارد.

۱۷- در یک آینه‌ی محدب، فاصله‌ی یک جسم از تصویرش 75 سانتی‌متر است. اگر فاصله‌ی کانونی آینه 20 سانتی‌متر باشد، طول تصویر چند برابر طول جسم است؟

- ۳ (۱)
 ۲ (۲)
 ۱ (۳)
 ۱/۴ (۴)

۱۸- در شکل روبه‌رو، پرتوی از نقطه‌ی A در محیطی به ضریب شکست n_1 به نقطه‌ی B در محیط دوم که ضریب شکست آن n_2 است، می‌رسد. اگر $AI = IB = L$ بوده و سرعت نور در محیط اول برابر v_1 باشد، زمان رسیدن نور از A تا B کدام است؟



- (۱) $\frac{L}{v_1} (1 + \frac{n_2}{n_1})$
 (۲) $\frac{L}{v_1} (1 + \frac{n_1}{n_2})$
 (۳) $\frac{2L}{v_1} (1 - \frac{n_2}{n_1})$
 (۴) $\frac{2L}{v_1} (1 - \frac{n_1}{n_2})$

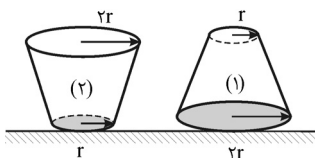
۱۹- یک عدسی از جسمی که در فاصله‌ی 15 سانتی‌متری از آن قرار دارد، تصویری حقیقی روی پرده‌ای به فاصله‌ی 30 سانتی‌متر از عدسی تشکیل می‌دهد. فاصله‌ی کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

- ۴۰ (۱)
 ۳۰ (۲)
 ۲۰ (۳)
 ۱۰ (۴)

۲۰- در یک بالابر هیدرولیکی که در آن سطح مایع زیر پیستون‌ها در یک تراز است و مایع در حال تعادل است، قطر پیستون بزرگ 10 برابر قطر پیستون کوچک است. فشار زیر پیستون بزرگ چند برابر فشار زیر پیستون کوچک است؟

- ۱۰۰ (۱)
 ۱۰ (۲)
 ۵ (۳)
 ۱ (۴)

۲۱- در شکل روبه‌رو، حجم و عمق آب در دو ظرف پر از آب با هم برابر است. اگر نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند به ترتیب F_1 و F_2 و فشار آب در کف ظرف‌ها P_1 و P_2 باشد، کدام رابطه درست است؟ (جرم ظرف‌ها با هم برابر است).

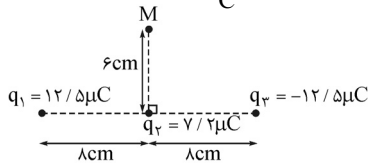


- (۱) $P_1 = \frac{1}{4} P_2$ و $F_1 = F_2$
 (۲) $P_1 = P_2$ و $F_1 = 4F_2$
 (۳) $P_1 = P_2$ و $F_1 = F_2$
 (۴) $P_1 = 4P_2$ و $F_1 = \frac{1}{4} F_2$

۲۲- درون استوانه‌ای مدرجی آب وجود دارد. گلوله‌ی توپری به جرم ۴۲ گرم را داخل آب می‌اندازیم. سطح آب از درجه‌ی 50 cm^3 به 54 cm^3 می‌رسد. چگالی گلوله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

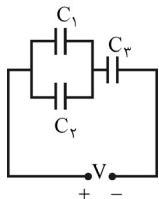
- ۳/۵ (۱) ۱۰/۵ (۲) ۲۱ (۳) ۴۲ (۴)

۲۳- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ی M چند نیوتون بر کولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

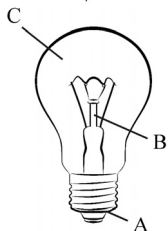


- ۱۸√۲ × ۱۰^۶ (۱)
 ۶√۲ × ۱۰^۶ (۲)
 ۶ × ۱۰^۶ (۳)
 ۱۸ × ۱۰^۶ (۴)

۲۴- در مدار روبه‌رو، انرژی ذخیره شده در هر یک از خازن‌ها یکسان است. چه رابطه‌ای بین ظرفیت خازن‌ها برقرار است؟



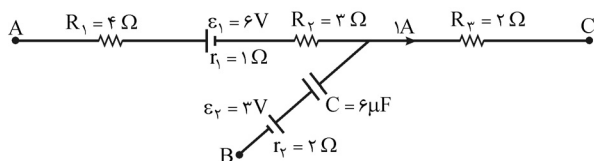
- $C_1 = C_2 = 4C_3$ (۲) $C_1 = C_2 = \frac{1}{4}C_3$ (۱)
 $C_1 = C_2 = 2C_3$ (۴) $C_1 = C_2 = \frac{1}{2}C_3$ (۳)



۲۵- در شکل روبه‌رو، A، B و C به ترتیب کدامند؟

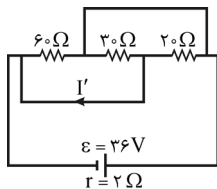
- (۱) عایق، پایه‌ی شیشه‌ای، مخلوط هیدروژن و اکسیژن
 (۲) عایق، پایه‌ی شیشه‌ای و مخلوط آرگون و نیتروژن
 (۳) محل‌های اتصال، پایه‌ی فلزی، مخلوط هیدروژن و اکسیژن
 (۴) محل‌های اتصال، پایه‌ی فلزی، مخلوط آرگون و نیتروژن

۲۶- شکل روبه‌رو، قسمتی از مدار الکتریکی است. در این مدار که در حالت پایداری قرار دارد، $V_A - V_C$ چند ولت است؟



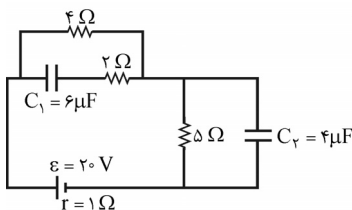
- ۶ (۱)
 ۹ (۲)
 ۱۲ (۳)
 ۱۶ (۴)

۲۷- در مدار روبه‌رو، I' چند آمپر است؟



- صفر (۱)
 ۰/۵ (۲)
 ۲/۵ (۳)
 ۱/۵ (۴)

۲۸- در مدار روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_1 چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_2 است؟



- $\frac{2}{3}$ (۱) $\frac{3}{2}$ (۲)
 $\frac{4}{5}$ (۳) $\frac{5}{4}$ (۴)

۲۹- ذره‌ای به جرم ۵۰۰ میلی‌گرم با سرعت 10^3 m/s به طور عمود وارد میدان مغناطیسی یکنواخت ۴ میلی‌تسلا می‌شود. اگر بار الکتریکی ذره $50 \mu\text{C}$ باشد، شتابی که ذره تحت تأثیر میدان می‌گیرد، چند متر بر مربع ثانیه است؟

- ۰/۴۰ (۱) ۰/۰۴ (۲) ۰/۲۰ (۳) ۰/۰۲ (۴)

۳۰- از سیم راست و طولی جریان ۲۰ آمپر می‌گذرد. میدان مغناطیسی در فاصله‌ی ۱۰ سانتی‌متری از این سیم چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}})$

- $4\pi \times 10^{-2}$ (۴) $4\pi \times 10^{-5}$ (۳) 4×10^{-1} (۲) 4×10^{-3} (۱)

۳۱- ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای ۰/۰۵ H است و جریان الکتریکی که از آن می‌گذرد، در SI به صورت $I = 0.04 \sin(500\pi t)$ است. بزرگی نیروی محرکه‌ی خودالقایی در سیم‌لوله در لحظه‌ی $t = 0.01 \text{ s}$ چند ولت است؟

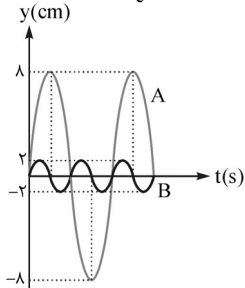
- ۳/۱۴ (۲) ۱۵/۷ (۳) ۳۱/۴ (۴) ۱/۵۷ (۱)

۳۲- اگر بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = 0/3\vec{i} + 0/4\vec{j}$ باشد و حلقه‌ای به مساحت 200 cm^2 که سطح آن موازی محور x و عمود بر محور y است، در این میدان قرار داشته باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در آن محیط و شار مغناطیسی عبوری از حلقه در SI از راست به چپ کدام‌اند؟

- (۱) صفر، صفر (۲) 6×10^{-3} ، $0/5$ (۳) 8×10^{-3} ، $0/7$ (۴) 8×10^{-3} ، $0/5$

۳۳- معادله‌ی حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/04 \sin 10\pi t$ است. اگر جرم نوسانگر 200 گرم باشد، معادله‌ی انرژی پتانسیل - زمان آن در SI کدام است؟ ($\pi^2 = 10$)

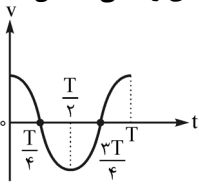
- (۱) $u_e = 0/04 \sin^2 10\pi t$ (۲) $u_e = 0/04 \cos^2 10\pi t$ (۳) $u_e = 0/16 \sin^2 10\pi t$ (۴) $u_e = 0/16 \cos^2 10\pi t$



۳۴- با توجه به نمودار روبه‌رو که مربوط به مکان - زمان دو نوسان‌کننده‌ی A و B است و جرم جسم A چهار برابر جرم جسم B است، بیشینه‌ی نیروی وارد بر جسم A چند برابر بیشینه‌ی نیروی وارد بر جسم B است؟

- (۱) ۶۴ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) ۱۶ (۴) ۴

۳۵- نمودار سرعت - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط در کدام‌یک از بازه‌های زمانی نشان داده شده در شکل، برابر نیست؟

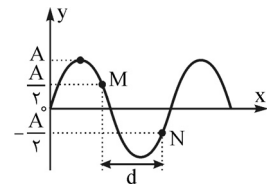


- (۱) $(\frac{T}{4}$ تا $\frac{T}{4}$) و $(\frac{3T}{4}$ تا $\frac{T}{4}$) (۲) $(\frac{T}{4}$ تا $\frac{T}{4}$) و $(T$ تا 0) (۳) $(\frac{T}{4}$ تا $\frac{T}{4}$) و $(T$ تا $\frac{T}{4}$) (۴) $(\frac{3T}{4}$ تا $\frac{T}{4}$) و $(\frac{T}{4}$ تا 0)

۳۶- طول یک تار مرتعش دو انتها بسته، 40 سانتی‌متر و بسامد صوت اصلی آن 150 Hz است. اگر جرم هر سانتی‌متر تار 20 میلی‌گرم باشد، کشش تار چند نیوتون است؟

- (۱) $14/4$ (۲) $28/8$ (۳) 144 (۴) 288

۳۷- در شکل روبه‌رو، موجی در طناب با سرعت 20 m/s در حال انتشار است. اگر ذره‌ی M در هر ثانیه 10 نوسان کامل انجام دهد، چند ثانیه طول می‌کشد تا موج روی محور x ، مسافت d را طی کند؟



- (۱) $\frac{1}{10}$ (۲) $\frac{1}{20}$ (۳) $\frac{5}{60}$ (۴) $\frac{7}{60}$

۳۸- شدت صوت $3/2 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($\log 2 = 0/3$ و $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

- (۱) ۱۵ (۲) ۲۵ (۳) ۸۵ (۴) ۹۵

۳۹- یک چشمه‌ی صوت با سرعت ثابت در حال حرکت است. طول موج جلو چشمه $0/5$ متر و طول موج عقب چشمه $0/6$ متر است. اگر چشمه‌ی صوت متوقف شود، طول موج صوت گسیل شده چند متر خواهد شد؟

- (۱) $0/66$ (۲) $0/60$ (۳) $0/55$ (۴) $0/50$

۴۰- اگر آزمایش یانگ را با نور بنفش انجام دهیم، پهنای هر یک از نوارهای روشن برابر x است و اگر در همان شرایط با نور زرد انجام دهیم پهنای هر یک از نوارهای روشن x' است. اگر بسامد نور بنفش $1/5$ برابر بسامد نور زرد باشد، نسبت $\frac{x'}{x}$ چه قدر است؟

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

۴۱- تابع میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی در SI به صورت $E = E_{\max} \sin 2\pi(10^8 t - \frac{x}{\lambda})$ است. این موج در محدوده‌ی است.

- (۱) اشعه‌ی گاما (۲) فرابنفش (۳) رادیویی (۴) نور مرئی

۴۲- بلندترین طول موجی که جذب اتم هیدروژن در حالت پایه می‌شود، چند نانومتر است؟ ($R_H = \frac{1}{109} \text{ nm}^{-1}$)

- (۱) ۲۵ (۲) ۱۰۰ (۳) $\frac{400}{3}$ (۴) $\frac{100}{3}$

۴۳- تابع کار فلزی 2 eV است. اگر نوری با بسامد $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ به این فلز بتابانیم، ولتاژ متوقف‌کننده برابر V_0 است. در صورتی که بسامد نور فرودی را نصف کنیم ولتاژ متوقف‌کننده چند برابر V_0 خواهد شد؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ eVs}$)

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

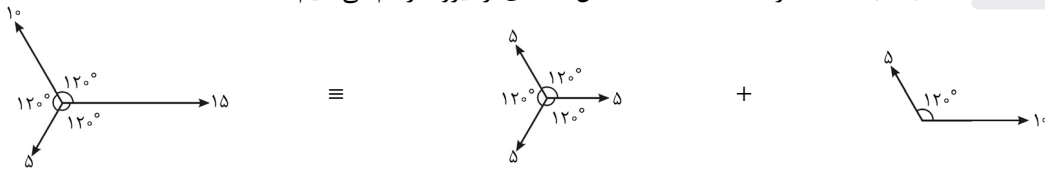
۴۴- در یک جسم جامد، فاصله‌ی بین آخرین نوار کاملاً پر و نوار بعد از آن که خالی است، حدود 5 الکترون‌ولت است. این جسم: (۱) رسانا است. (۲) نارسانا است. (۳) نیم‌رسانا است. (۴) نیم‌رسانای ذاتی است.

۴۵- عنصر ^{11}C با تابش یک پوزیترون به کدام تبدیل می‌شود؟

- (۱) ^{11}B (۲) ^5B (۳) ^{12}C (۴) ^{11}N

۱- گزینه‌ی «۳»

ابتدا با استفاده از اطلاعات مسئله، شکل ساده‌ای از نیروها رسم می‌کنیم:

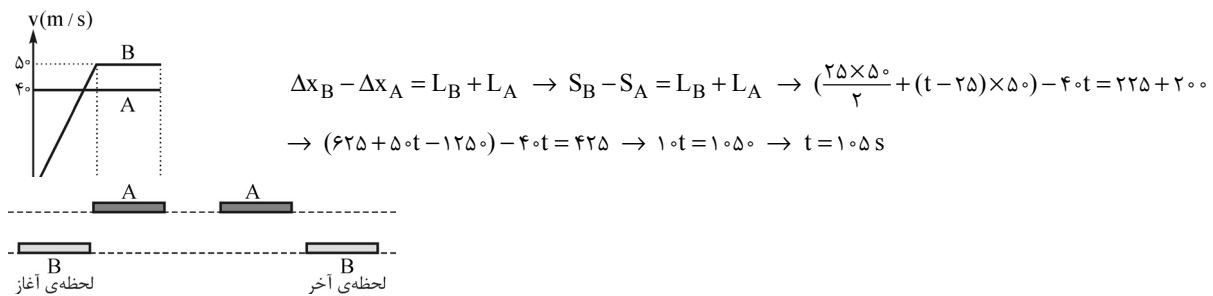


اکنون مانند شکل، نیروها را به صورت دو مجموعه در نظر می‌گیریم. با توجه به این که برآیند سه نیروی ۵ نیوتونی که دایره‌دو با هم زاویه‌ی ۱۲۰ می‌سازند، (بنابر اصل تقارن) برابر با صفر است، کافی است برآیند دو نیروی ۱۰ و ۵ نیوتونی که با هم زاویه‌ی ۱۲۰ می‌سازند را به دست آوریم:

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

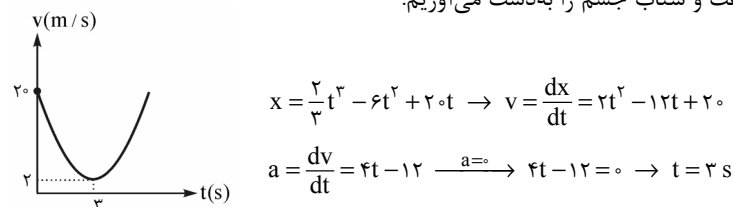
۲- گزینه‌ی «۴» باید نمودار $v-t$ را برای حرکت دو قطار رسم کنیم. قطار A با سرعت ثابت ۴۰ m/s حرکت می‌کند، پس نمودار

به صورت یک خط افقی است. قطار B از حال سکون با شتاب ثابت ۲ m/s² شروع می‌کند، پس نمودار به صورت خط راستی با شیب ۲ درمی‌آید که از مبدأ عبور می‌کند. پس از گذشت ۲۵ ثانیه سرعت قطار B به ۵۰ m/s می‌رسد و طبق داده‌های سؤال از این به بعد حرکتش یکنواخت است و بنابراین نمودار $v-t$ از این لحظه به بعد به صورت یک خط یکنواخت می‌شود. هم‌چنین در آغاز حرکت تمام طول قطار A از قطار B جلوتر است و در لحظه‌ی t ، تمام طول قطار B از قطار A جلوتر است، این به آن معناست که جابه‌جایی قطار B به اندازه‌ی مجموع طول دو قطار، بیش از جابه‌جایی قطار A بوده است. با توجه به این که سطح زیر نمودار $v-t$ برابر با جابه‌جایی متحرک است، می‌توان نوشت:



۳- گزینه‌ی «۳»

ابتدا با مشتق‌گیری معادله‌های سرعت و شتاب جسم را به دست می‌آوریم:



در لحظه‌ی $t=3$ ، جهت نیرو و شتاب وارد بر جسم عوض می‌شود و سرعت جسم در این لحظه کم‌ترین مقدار در طول مسیر است. با جای‌گذاری این زمان در معادله‌ی $v-t$ داریم:

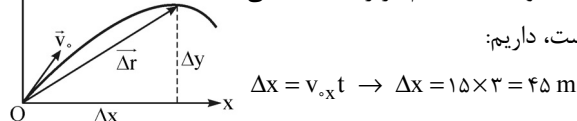
در شکل، نمودار سرعت - زمان جسم رسم شده است، ملاحظه می‌شود در لحظه‌ی $t=3$ s سرعت جسم کمینه و برابر ۲ m/s می‌شود.

۴- گزینه‌ی «۲» در ارتفاع ۶۵ متری سطح زمین که سرعت برابر صفر شده است، گلوله به نقطه‌ی اوجش رسیده است و چون گلوله از

ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین پرتاب شده است، ارتفاع اوج گلوله برابر ۴۵ متر بوده است و داریم:

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \rightarrow 45 = \frac{v_0^2}{2 \times 10} \rightarrow v_0 = 30 \text{ m/s}$$

۵- گزینه‌ی «۱» از روی بردار سرعت اولیه‌ی جسم می‌توان فهمید سرعت اولیه‌ی جسم در راستای افقی برابر $v_{0x} = 15 \text{ m/s}$ است، چون حرکت تصویر پرتابه در راستای افقی یکنواخت است، داریم:



هم‌چنین سرعت اولیه‌ی جسم در راستای قائم برابر $v_{y0} = 20 \text{ m/s}$ است و چون حرکت تصویر پرتابه در راستای قائم سقوط آزاد (شتاب ثابت) است، خواهیم داشت:

$$\Delta y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{y0}t \rightarrow \Delta y = -\frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 + 20 \times 3 \rightarrow \Delta y = 15 \text{ m}$$

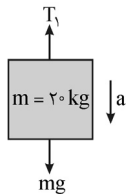
$$\overline{\Delta r} = \Delta x \vec{i} + \Delta y \vec{j} \rightarrow \overline{\Delta r} = 45 \vec{i} + 15 \vec{j}$$

پس بردار جابه‌جایی پرتابه در ۳ ثانیه‌ی اول برابر است با:

۶- گزینه‌ی «۴» دو وزنه‌ی سمت چپ را به صورت یک وزنه به جرم 30 kg فرض می‌کنیم و نیروی کشش نخ T و شتاب مجموعه را به دست می‌آوریم:

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \rightarrow T = \frac{4 \times 20 \times 30}{20 + 30} \times 10 \rightarrow T = 480 \text{ N}$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g \rightarrow a = \frac{30 - 20}{30 + 20} \times 10 \rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$



اکنون برای محاسبه‌ی نیروی کشش T_1 ، نخ بین دو جسم سمت راست را برش زده و شکلی مانند مقابل رسم می‌کنیم.

$$mg - T_1 = ma \rightarrow 20 \times 10 - T_1 = 20 \times 2 \rightarrow T_1 = 160 \text{ N}$$

$$\frac{T_1}{T} = \frac{160}{480} = \frac{2}{3}$$

بدیهی است که:

۷- گزینه‌ی «۱» کافی است قانون دوم نیوتون را باز کرده و به صورت برداری به کار ببریم:

$$\vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \vec{F} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \vec{F} = m \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \rightarrow F = 0.2 \times \frac{(6\vec{i} - 5\vec{j}) - (10\vec{i} - 8\vec{j})}{0.1} \rightarrow \vec{F} = -8\vec{i} + 6\vec{j} \rightarrow F = \sqrt{(-8)^2 + 6^2} \rightarrow F = 10 \text{ N}$$

در موقع بالا رفتن، مؤلفه‌ی $mg \sin \theta$ و نیروی اصطکاک هر دو به طرف پایین سطح شیب‌دار اثر می‌کنند، حال آن‌که

در موقع پایین آمدن، مؤلفه‌ی $mg \sin \theta$ به طرف پایین و نیروی اصطکاک به طرف بالای سطح شیب‌دار وارد می‌شود، پس برای محاسبه‌ی شتاب‌های بالا رفتن و پایین آمدن می‌توان نوشت:

$$\text{بالا رفتن: } mg \sin \theta + f = ma_1 \xrightarrow{f = 0.2 mg, \theta = 30^\circ} 0.5 mg + 0.2 mg = ma_1 \rightarrow a_1 = 0.7 g$$

$$\text{پایین آمدن: } mg \sin \theta - f = ma_2 \xrightarrow{f = 0.2 mg, \theta = 30^\circ} 0.5 mg - 0.2 mg = ma_2 \rightarrow a_2 = 0.3 g$$

جسم همان مسافتی که روی سطح بالا می‌رود، دوباره به پایین می‌لغزد، پس می‌توان نوشت:

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 \xrightarrow{\Delta x = \frac{1}{2}at^2} \frac{1}{2}a_1 \Delta t_1^2 = \frac{1}{2}a_2 \Delta t_2^2 \rightarrow \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} \xrightarrow{a_1 = 0.7g, a_2 = 0.3g} \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \sqrt{\frac{3}{7}}$$

۹- گزینه‌ی «۳» در صفحه‌ی ۴۳ کتاب توضیح دادیم که اگر آونگی به جرم m را به اندازه‌ی α از وضع قائم منحرف کنیم، نیروی

کشش نخ در وضعی که زاویه‌ی انحراف به θ کاهش یافته، برابر است با:

$$T_\theta = mg(\cos \theta - \cos \alpha) \rightarrow T_\theta = 2 \times 10 \times (\cos 30^\circ - \cos 53^\circ) \rightarrow T_\theta = 24 \text{ N}$$

۱۰- گزینه‌ی «۲» ثانیه‌ی سوم یعنی از لحظه‌ی $t_1 = 2 \text{ s}$ تا $t_2 = 3 \text{ s}$ ، پس مسافتی که جسم در ثانیه‌ی سوم سقوط می‌کند، برابر

$$d = y_3 - y_2 \xrightarrow{y = \frac{1}{2}gt^2} d = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 - \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \rightarrow d = 25 \text{ m}$$

است با:

بزرگی نیروی وزن هم برابر $W = mg = 1 \times 10 = 10 \text{ N}$ است، پس با توجه به هم‌جهت بودن بردارهای جابه‌جایی و نیروی وزن از رابطه‌ی کار خواهیم

$$W = Fd \cos \theta \xrightarrow{F=mg} W = 10 \times 25 \times \cos 0 \xrightarrow{\cos 0 = 1} W = 250 \text{ J}$$

داشت:

۱۱- گزینه‌ی «۳» گرمایی که 200 g یخ 1°C می‌گیرد تا به آب صفر درجه تبدیل شود، برابر است با:

$$Q_1 = mc \Delta \theta + mL_F \xrightarrow{c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2}c_{\text{آب}}, L_F = 80c_{\text{آب}}} Q_1 = 0.2 \times \frac{1}{2}c_{\text{آب}} \times (0 - (-10)) + 0.2 \times 80c_{\text{آب}} \rightarrow Q_1 = 17c_{\text{آب}}$$

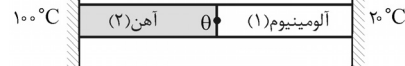
یخ این گرما را از m' کیلوگرم آب 20°C می‌گیرد که قرار است به آب صفر درجه تبدیل شود، یعنی می‌توان نوشت:

$$Q_1 = |Q_2| \rightarrow 17c_{\text{آب}} = m'c_{\text{آب}} |\Delta \theta'| \rightarrow 17 = m' \times 20 \rightarrow m' = \frac{17}{20} \text{ kg} \rightarrow m' = 850 \text{ g}$$

۱۲- گزینه‌ی «۲» چون گرما قرار نیست در فصل مشترک آهن - آلومینیوم ذخیره شود، آهنگ شارش گرما $(\frac{Q}{t})$ برای میله‌های

آلومینیومی و آهنی یکسان است و اگر دمای فصل مشترک را برابر θ فرض کنیم، خواهیم داشت (آلومینیوم: ۱ و آهن: ۲)

$$\left(\frac{Q}{t}\right)_1 = \left(\frac{Q}{t}\right)_2 \xrightarrow{Q = \frac{KA\Delta\theta t}{L}} \frac{K_1 A_1 \Delta\theta_1}{L_1} = \frac{K_2 A_2 \Delta\theta_2}{L_2} \xrightarrow{L_1 = L_2} A_1 = A_2$$



$$K_1 \Delta\theta_1 = K_2 \Delta\theta_2 \xrightarrow{K_1 = 3K_2} \Delta\theta_1 = 3\Delta\theta_2 \rightarrow (100 - \theta) = 3(\theta - 20) \rightarrow 100 - \theta = 3\theta - 60 \rightarrow 4\theta = 160 \rightarrow \theta = 40^\circ \text{C}$$

۱۳- گزینه‌ی «۱»

وقتی از حالت i به حالت f می‌رویم، هم فشار و هم حجم افزایش پیدا می‌کنند، پس مطابق رابطه‌ی $PV = nRT$ ، دمای مطلق گاز افزایش یافته با توجه به کامل بودن گاز، انرژی درونی گاز در طی هر سه مسیر افزایش می‌یابد. از طرف دیگر انرژی درونی تابع حالت است و از هر مسیری که از i به f برویم، تغییرات انرژی درونی یکسان خواهد بود، پس داریم: $\Delta u_c = \Delta u_b = \Delta u_a > 0$ و 3 و 4 نادرست هستند. از طرف دیگر هر سه فرایند a ، b و c انبساطی هستند و بنابراین علامت کار محیط بر گاز در هر سه فرایند منفی می‌باشد. چون سطح زیر نمودار معرف اندازه‌ی کار مبادله شده است، اندازه‌ی کار در فرایند c بیشتر از فرایندهای b و a است و می‌توان نتیجه گرفت: $W_c < W_b < W_a < 0$ اکنون آماده‌ایم تا با استفاده از قانون اول ترمودینامیک مسئله را حل کنیم:

$$\Delta U_c = \Delta U_b = \Delta U_a > 0 \quad \xrightarrow{\Delta u = Q + W} \quad Q_c + W_c = Q_b + W_b = Q_a + W_a > 0 \quad \xrightarrow{W_c < W_b < W_a < 0} \quad Q_c > Q_b > Q_a > 0$$

۱۴- گزینه‌ی «۴»

در حالت اول دمای چشمه‌ی سرد برابر T_C است و بازده از رابطه‌ی $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ به دست می‌آید. در حالت دوم دمای چشمه‌ی سرد را به $T'_C = T_C - 100$ می‌رسانیم که بر اثر این تغییر، بازده به $\eta' = \eta + 0.2$ می‌رسد و می‌توان نوشت:

$$\eta' = 1 - \frac{T'_C}{T_H} \rightarrow \eta + 0.2 = 1 - \frac{(T_C - 100)}{T_H} \quad \xrightarrow{\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}} \quad (1 - \frac{T_C}{T_H}) + 0.2 = 1 - \frac{T_C}{T_H} + \frac{100}{T_H} \rightarrow 0.2 = \frac{100}{T_H} \rightarrow T_H = 500 \text{ K}$$

$$\rightarrow \theta_H = 500 - 273 \rightarrow \theta_H = 227^\circ \text{C}$$

۱۵- گزینه‌ی «۱»

$$\Delta U = nC_{MV}\Delta T \quad \xrightarrow{C_{MV} = \frac{5}{2}R} \quad \Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T \rightarrow \Delta U = \frac{5}{2}(P_c V_c - P_a V_a) \rightarrow \Delta U = \frac{5}{2}(1.0^5 \times 5 \times 10^{-3} - \frac{5}{3} \times 1.0^5 \times 1 \times 10^{-3})$$

$$\rightarrow \Delta U = 500 \text{ J}$$

هم‌چنین فرایند abc انبساطی است، پس کار در این فرایند برابر با منفی مساحت زیر نمودار است و می‌توان نوشت:

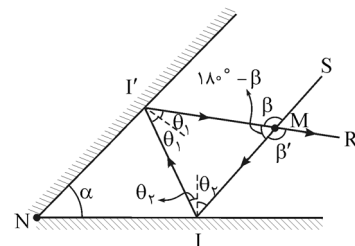
$$W = W_{ab} + W_{bc} = -S_1 - S_2 \rightarrow W = -(\frac{5}{3} \times 1.0^5)(3-1) \times 10^{-3} - (\frac{5}{2} + 1) \times 1.0^5 \times (\frac{5}{3} - 1) \times 10^{-3} \rightarrow W = -600 \text{ J}$$

اکنون از قانون اول ترمودینامیک استفاده می‌کنیم:

توجه کنید چون فرایند bc یک فرایند خاص نیست، نمی‌توان گرمای مسیر abc را به‌طور مستقیم محاسبه کرد.

۱۶- گزینه‌ی «۲»

در درس‌نامه‌ی آینه‌ی تخت گفته شد که هرگاه پرتوی نور به دو آینه‌ی تخت متقاطع که با هم زاویه‌ی حاده می‌سازند تابیده و پس از یک بار بازتاب از هر کدام از آینه‌ها از مجموعه خارج شود، به اندازه‌ی دو برابر زاویه‌ی بین دو آینه از مسیر خود منحرف می‌شود، یعنی در شکل $\beta' = 2\alpha$ است.



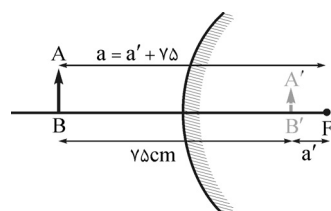
از طرف دیگر زاویه‌های β و β' متقابل هستند، پس می‌توان نوشت:

$$\beta = \beta' \quad \xrightarrow{\beta' = 2\alpha} \quad \beta = 2\alpha$$

اگر این نکته از یادتان رفته بود، ابتدا مثلث $II'N$ را در نظر گرفته و اثبات کنید $\alpha = \theta_1 + \theta_2$ است، سپس مجموع زوایای داخلی مثلث $II'M$ را در نظر گرفته و به نتیجه‌ی $\beta = 2\alpha$ برسید.

۱۷- گزینه‌ی «۴»

برای حل این سؤال راحت‌تر است از فرم نیوتونی رابطه‌ی آینه‌ها استفاده کنیم. اگر مطابق شکل فاصله‌ی تصویر از کانون آینه a' را در نظر بگیریم، فاصله‌ی جسم از کانون آینه برابر $a = a' + 75$ خواهد بود و داریم:



$$f^2 = aa' \quad \xrightarrow{\frac{f=20 \text{ cm}}{a=a'+75}} \quad 20 \times 20 = (a' + 75) \times a' \rightarrow 80 \times 5 = (a' + 75) \times a' \rightarrow a' = 5 \text{ cm}$$

پس $a = 5 + 75 = 80 \text{ cm}$ است و داریم:

$$f = ma \rightarrow 20 = m \times 80 \rightarrow m = \frac{1}{4} \rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{1}{4}$$

۱۸- گزینه‌ی «۱»

انتشار نور در یک محیط حرکتی یکنواخت است، پس زمان حرکت نور در محیط n_1 برابر است با:

$$\Delta x = v\Delta t \rightarrow L = v_1\Delta t_1 \rightarrow \Delta t_1 = \frac{L}{v_1}$$

با توجه به رابطه‌ی $n = \frac{c}{v}$ ، سرعت انتشار نور در محیط n_2 از رابطه‌ی $\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}$ به دست می‌آید و برای محاسبه‌ی زمان حرکت نور در محیط n_2

$$\Delta x = v\Delta t \rightarrow L = v_2\Delta t_2 \rightarrow \Delta t_2 = \frac{L}{v_2} \rightarrow \Delta t_2 = \frac{L}{v_1} \times \left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

می‌توان نوشت:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \rightarrow \Delta t = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_1} \left(\frac{n_2}{n_1}\right) \rightarrow \Delta t = \frac{L}{v_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1}\right)$$

پس زمان رسیدن نور از A تا B برابر است با:

تصویر بر روی پرده تشکیل شده است، پس حقیقی است و از رابطه‌ی عدسی‌ها می‌توان نوشت:

۱۹- گزینه‌ی «۴»

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{p=15\text{ cm}}{q=30\text{ cm}} + \frac{1}{f} = \frac{1}{f} \rightarrow f = 10\text{ cm}$$

۲۰- گزینه‌ی «۴»

فشار در نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، با هم برابر است.

مطابق رابطه‌ی $P = \rho gh$ و با توجه به یکسان بودن عمق آب در دو ظرف، فشار ناشی از آب در کف ظرف‌ها یکسان

۲۱- گزینه‌ی «۳»

است ($P_1 = P_2$). از طرف دیگر نیرویی که ظرف‌ها بر سطح افقی وارد می‌کنند، برابر با نیروی وزن ظرف و آب درون آن است. با توجه به هم‌شکل بودن ظرف و یکسان بودن حجم آب داخل ظرف‌ها، نیرویی که این ظرف‌ها بر سطح افقی وارد می‌کنند، هم یکسان است ($F_1 = F_2$).

۲۲- گزینه‌ی «۲»

$$V = 54 - 50 = 4\text{ cm}^3$$

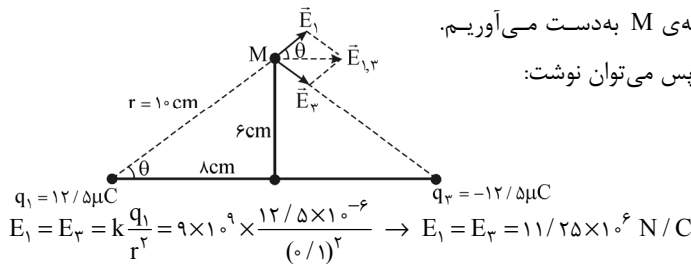
حجم گلوله برابر با افزایش حجم آب در استوانه‌ی مدرج است، یعنی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{m=42\text{ g}}{V=4\text{ cm}^3} \rightarrow \rho = 10.5\text{ g/cm}^3$$

۲۳- گزینه‌ی «۱»

ابتدا میدان ناشی از دو قطبی را در نقطه‌ی M به دست می‌آوریم.

فاصله‌ی بارهای q_1 و q_2 از نقطه‌ی M، یکسان و برابر 10 cm است، پس می‌توان نوشت:

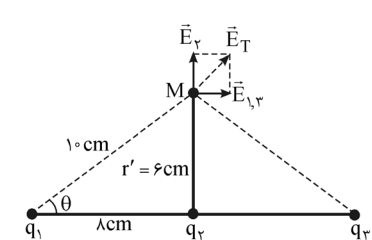


$$E_1 = E_2 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{12/5 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} \rightarrow E_1 = E_2 = 11/25 \times 10^6\text{ N/C}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{ضلع مجاور وتر}}{\text{وتر}} = \frac{\lambda}{10}, \quad |\vec{E}_{1,2}| = 2E_1 \cos\theta \rightarrow E_{1,2} = 2 \times 11/25 \times 10^6 \times \frac{\lambda}{10} \rightarrow E_{1,2} = 18 \times 10^6\text{ N/C}$$

اما بار q_2 هم در نقطه‌ی M میدانی به طرف بالا (\vec{E}_2) ایجاد می‌کند و \vec{E}_2 بزرگ‌تر از $\vec{E}_{1,2}$

خواهد شد و الزاماً **۱** صحیح می‌باشد، اما برای محاسبه‌ی \vec{E}_2 داریم:



$$E_2 = k \frac{q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{12/5 \times 10^{-6}}{(0.06)^2} = 18 \times 10^6\text{ N/C}$$

$$E_T = \sqrt{E_{1,2}^2 + E_2^2} \rightarrow E_T = 18\sqrt{2} \times 10^6\text{ N/C}$$

۲۴- گزینه‌ی «۱»

از روی گزینه‌ها معلوم است که $C_1 = C_2$ است. حال اگر بار ذخیره‌شده در خازن C_1 را برابر q فرض کنیم، بار

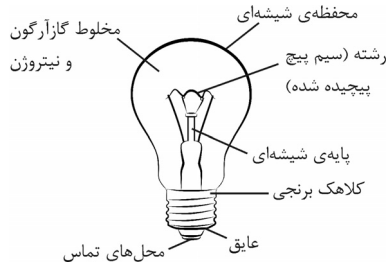
ذخیره‌شده در خازن C_2 هم برابر q خواهد شد و بنابراین بار ذخیره‌شده در معادل خازن‌های C_1 و C_2 (یعنی $C_{1,2}$) برابر $q_{1,2} = q + q = 2q$ می‌شود. از طرف دیگر خازن C_3 با خازن معادل $C_{1,2}$ متوالی است، پس بارش برابر با بار خازن معادل ($q_3 = q_{1,2} = 2q$) می‌شود. اکنون از برابر

بودن انرژی خازن‌های C_1 و C_3 داریم:

$$U_1 = U_3 \xrightarrow{U = \frac{q^2}{2C}} \frac{q_1^2}{2C_1} = \frac{q_3^2}{2C_3} \xrightarrow{q_1=q} \frac{q^2}{2C_1} = \frac{4q^2}{2C_3} \rightarrow C_1 = \frac{C_3}{4}$$

$$C_1 = C_3 = \frac{C_3}{4}$$

پس در نهایت می‌توان نوشت:



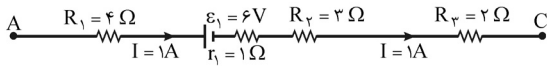
هیچ‌کس انتظار این سؤال را نداشت، این یکی از شکل‌های فیزیک ۱

۲۵- گزینه‌ی «۲»

است که کم‌تر کسی به آن توجه کرده است. فقط به این نکته توجه کنید که اگر در لامپ، مخلوط هیدروژن و اکسیژن وجود داشته باشد، پس از روشن کردن لامپ باید منتظر انفجار بود!!!

چون مدار به حالت تعادل (پایداری) رسیده است، خازن مانع عبور جریان شده و شاخه‌ی حاوی خازن از مدار حذف می‌شود. حال اگر از نقطه‌ی A به طرف C رفته و اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار را جمع کنیم، خواهیم داشت:

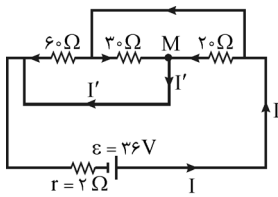
۲۶- گزینه‌ی «۴»



$$V_A - IR_1 - \varepsilon_1 - Ir_1 - IR_2 - IR_3 = V_C \rightarrow V_A - V_C = 1 \times 4 + 6 + 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 2 \rightarrow V_A - V_C = 16V$$

همان‌طور که در متن کتاب توضیح داده‌ایم، در این مدار همه‌ی مقاومت‌ها

۲۷- گزینه‌ی «۳»



به صورت موازی به هم بسته شده‌اند و می‌توان نوشت:

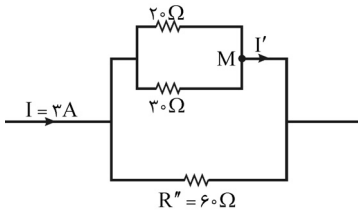
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \rightarrow R_T = 1 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \rightarrow I = \frac{36}{1 + 2} \rightarrow I = 3A$$

حالا مانند من جهت جریان را روی شکل مشخص کنید. با توجه به جهت جریان‌ها، جریان I' در حقیقت مجموع جریان‌های گذرا از مقاومت‌های ۲ و ۳ اهمی است که به صورت ساده‌تری در شکل نشان داده شده است. برای محاسبه‌ی جریان I' می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \rightarrow R' = 1.2 \Omega$$

$$I' = I \times \frac{R''}{R' + R''} \rightarrow I' = 3 \times \frac{6}{6 + 1.2} \rightarrow I' = 2.5A$$

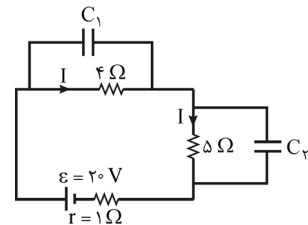


پس از آن که مدار به تعادل رسید و خازن‌ها پر شدند، مانع عبور جریان می‌شوند و مدار

۲۸- گزینه‌ی «۳»

مانند مقابل ساده می‌شود.

در این حالت، اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_1 با مقاومت ۴ اهمی برابر می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_2 هم با مقاومت ۵ اهمی برابر می‌شود و می‌توان نوشت:



$$\frac{V_{C_1}}{V_{C_2}} = \frac{V_f}{V_d} \xrightarrow{V=IR} \frac{V_{C_1}}{V_{C_2}} = \frac{I \times 4}{I \times 5} \rightarrow \frac{V_{C_1}}{V_{C_2}} = \frac{4}{5}$$

نیروی الکترومغناطیسی‌ای که میدان بر ذره‌ی متحرک وارد می‌کند، به آن شتاب می‌دهد:

۲۹- گزینه‌ی «۱»

$$F = ma \rightarrow qvB \sin \theta = ma \rightarrow 5 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 4 \times 10^{-3} \times \sin 90^\circ = 500 \times 10^{-6} \times a \rightarrow a = 0.4 \text{ m/s}^2$$

از رابطه‌ی میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست می‌توان نوشت:

۳۰- گزینه‌ی «۲»

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{I}{d} \rightarrow B = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{20}{0.1} \rightarrow B = 4 \times 10^{-5} \text{ T} \xrightarrow{1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}} B = 0.4 \text{ G}$$

۳۱- گزینه‌ی «۲»

$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt} \rightarrow \varepsilon_L = -0.5 \times \frac{d}{dt}(0.4 \sin(50\pi t))$$

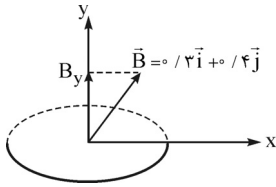
مطابق رابطه‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی داریم:

$$\rightarrow \varepsilon_L = -0.5 \times 0.4 \times 50 \times \pi \cos(50\pi t) \rightarrow \varepsilon_L = -\pi \cos(50\pi t)$$

$$\xrightarrow{t=0.1s} \varepsilon_L = -\pi \cos(5\pi) \xrightarrow{\cos 5\pi = \cos \pi = -1} \varepsilon_L = \pi \text{ (ولت)} \xrightarrow{\pi=3.14} \varepsilon = 3.14 \text{ V}$$

۳۲- گزینه‌ی «۴» بزرگی میدان مغناطیسی برابر است با: $B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} \rightarrow B = \sqrt{(0/2)^2 + (0/4)^2} \rightarrow B = 0/5 T$

برای محاسبه‌ی شار گذرا از حلقه، شکلی مانند مقابل رسم کرده و توجه می‌کنیم که تنها مؤلفه‌ی قائم میدان در محاسبه‌ی شار گذرا از آن مؤثر است:



$$\phi = AB \cos \theta \rightarrow \phi = AB_y \rightarrow \phi = 200 \times 10^{-4} \times 0/4 \rightarrow \phi = 8 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

۳۳- گزینه‌ی «۳» از رابطه‌ی انرژی پتانسیل فنر استفاده می‌کنیم:

$$U_e = \frac{1}{2} kx^2 \xrightarrow{k=m\omega^2} U_e = \frac{1}{2} m\omega^2 x^2 \xrightarrow{\omega=10\pi \text{ rad/s}} U_e = \frac{1}{2} \times 0/2 \times (10\pi)^2 \times (0/4)^2 \sin^2(10\pi t)$$

$$\xrightarrow{\pi^2=10} U_e = 0/16 \sin^2(10\pi t)$$

۳۴- گزینه‌ی «۴» با توجه به نمودار مکان - زمان، دامنه‌ی نوسانگر A، ۴ برابر دامنه‌ی نوسانگر B است، به همین ترتیب دوره‌ی نوسانگر A

۲ برابر نوسانگر B می‌باشد. با توجه به رابطه‌ی بیشینه‌ی نیروی وارد بر نوسانگر می‌توان نوشت:

$$F = ma \rightarrow F = m\omega^2 A \rightarrow \left(\frac{F_A}{F_B}\right) = \left(\frac{m_A}{m_B}\right) \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2 \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right) \xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}} \frac{F_A}{F_B} = \left(\frac{m_A}{m_B}\right) \times \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right) \rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 4$$

$$\rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 4$$

۳۵- گزینه‌ی «۴» برای پاسخ به این سؤال باید گزینه‌ها را بررسی کنیم. در ۱، مطابق نمودار $v-t$ سرعت در لحظه‌های $\frac{2T}{4}$ و $\frac{T}{4}$ ، $\frac{T}{4}$ ترتیب برابر $-v_m$ ، صفر و $+v_m$ است، پس از تعریف شتاب متوسط می‌توان نوشت:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \begin{cases} \frac{T}{2} \text{ تا } \frac{T}{4}: \bar{a}_1 = \frac{0 - (-v_m)}{\frac{T}{2} - \frac{T}{4}} = 4 \frac{v_m}{T} \\ \frac{3T}{4} \text{ تا } \frac{T}{2}: \bar{a}_2 = \frac{v_m - 0}{\frac{3T}{4} - \frac{T}{2}} = 4 \frac{v_m}{T} \end{cases} \rightarrow |\bar{a}_1| = |\bar{a}_2|$$

اگر به همین روش عمل کنیم در ۲، $\bar{a}_1 = \bar{a}_2 = 0$ ، خواهد شد. در ۳، $\bar{a}_1 = -4 \frac{v_m}{T}$ و $\bar{a}_2 = 4 \frac{v_m}{T}$ خواهند شد که هنوز بزرگی یکسانی دارند، اما

در ۴ $\bar{a}_1 = 0$ و $\bar{a}_2 = -4 \frac{v_m}{T}$ می‌شوند که بزرگی یکسانی ندارند.

۳۶- گزینه‌ی «۲» ابتدا سرعت انتشار موج عرضی را در طول تار محاسبه می‌کنیم:

$$f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{n=1} f_1 = \frac{v}{2L} \rightarrow 150 = \frac{v}{2 \times 0/4} \rightarrow v = 120 \text{ m/s}$$

اکنون از رابطه‌ی سرعت انتشار امواج عرضی در طول تار می‌توان نوشت:

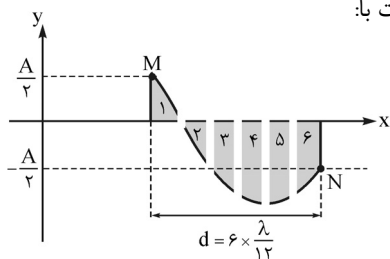
$$v = \sqrt{\frac{Fl}{m}} \rightarrow 120 = \sqrt{\frac{F \times 0/01}{20 \times 10^{-6}}} \rightarrow 1/44 \times 10^4 = \frac{F \times 10^4}{20} \rightarrow F = 20 \times 1/44 \rightarrow F = 28/8 \text{ N}$$

۳۷- گزینه‌ی «۲» چون یک جزء از محیط انتشار (مانند M) در هر ثانیه ۱۰ نوسان کامل انجام داده است، بسامد موج برابر 10 Hz و

بنابراین دوره‌اش هم برابر $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10}$ ثانیه است، حال اگر مطابق شکل فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی M و N را به قطعه‌های $\frac{\lambda}{12}$ تقسیم کنیم، معلوم

می‌شود بین M و N، ۶ تا از این قطعه‌ها قرار گرفته‌اند و در حقیقت فاصله‌ی بین M و N (d) برابر $\frac{\lambda}{2}$ است، چون موج در هر دوره به اندازه‌ی

یک طول موج پیش‌روی می‌کند، زمان لازم برای آن که موج فاصله‌ی بین M و N را طی کند برابر است با:



$$\Delta t = \frac{T}{2} \xrightarrow{T=\frac{1}{10} \text{ s}} \Delta t = \frac{1}{20} \rightarrow \Delta t = \frac{1}{20} \text{ s}$$

۳۸- گزینه‌ی «۴»

باید از رابطه‌ی تراز شدت صوت و خواص تابع لگاریتم استفاده کنیم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow \beta = 10 \log \frac{3/2 \times 10^{-3}}{10^{-12}} \rightarrow \beta = 10 \log (32 \times 10^8) \rightarrow \beta = 10 [\log 32 + \log 10^8] \rightarrow \beta = 10 [\log 2^5 + \log 10^8]$$

$$\rightarrow \beta = 10 [\Delta \log 2 + 8 \log 10] \xrightarrow{\frac{\log 2 = 0.3}{\log 10 = 1}} \beta = 10 [\Delta \times 0.3 + 8 \times 1] \rightarrow \beta = 95 \text{ dB}$$

۳۹- گزینه‌ی «۳»

می‌دانیم اگر چشمه‌ی صوتی ساکن باشد، طول موج در اطرافش از رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f_s}$ به دست می‌آید. اگر همین چشمه با

سرعت v_s حرکت کند، طول موج در جلوی چشمه کوتاه‌تر شده و از رابطه‌ی $\lambda_{\text{جلو}} = \frac{v - v_s}{f_s}$ به دست می‌آید، حال آن‌که طول موج در عقب چشمه بلندتر شده، از رابطه‌ی $\lambda_{\text{عقب}} = \frac{v + v_s}{f_s}$ به دست می‌آید. اکنون می‌توان نوشت:

$$\lambda_{\text{جلو}} + \lambda_{\text{عقب}} = \frac{v - v_s}{f_s} + \frac{v + v_s}{f_s} \rightarrow \lambda_{\text{جلو}} + \lambda_{\text{عقب}} = \frac{2v}{f_s} \rightarrow \lambda = \frac{\lambda_{\text{جلو}} + \lambda_{\text{عقب}}}{2}$$

یعنی طول موج چشمه در حال سکون، میانگین طول موج در عقب و جلوی چشمه در حالی است که چشمه حرکت می‌کند، پس می‌توان نوشت:

$$\lambda = \frac{0.5 + 0.6}{2} \rightarrow \lambda = 0.55 \text{ m}$$

۴۰- گزینه‌ی «۱»

اگر برای بسامد و طول موج نور بنفش از f و λ و برای نور زرد از f' و λ' استفاده کنیم می‌توان نوشت:

$$\frac{x = W = \frac{\lambda D}{ra}}{\lambda'} = \frac{\lambda}{\lambda'} \xrightarrow{\lambda = \frac{c}{f}} \frac{x}{x'} = \frac{f'}{f} \xrightarrow{f = 1/\Delta f'} \frac{x}{x'} = \frac{1}{1/\Delta} \rightarrow \frac{x}{x'} = \frac{2}{3}$$

با توجه به تابع میدان الکتریکی موج $k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ rad/m}$ می‌باشد و از رابطه‌ی طول موج با عدد موج می‌توان نوشت:

۴۱- گزینه‌ی «۳»

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \frac{2\pi}{3} = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = 3 \text{ m}$$

چون طول موج از مرتبه‌ی متر شده است، موج الکترومغناطیسی به محدوده‌ی امواج رادیویی تعلق دارد.

۴۲- گزینه‌ی «۳»

وقتی اتم هیدروژن در حالت پایه است، الکترون در تراز $n' = 1$ قرار دارد. بلندترین طول موج وقتی جذب اتم هیدروژن می‌شود

که الکترون در اثر جذب فوتون به نزدیک‌ترین تراز یعنی $n = 2$ منتقل شود. اکنون از رابطه‌ی ریدبرگ - بالمر می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \rightarrow \lambda = \frac{400}{3} \text{ nm}$$

از رابطه‌ی فوتوالکتریک اینشتین استفاده کرده و ولتاژ متوقف کننده در حالت اول را به دست می‌آوریم:

۴۳- گزینه‌ی «۴»

$$eV_0 = hf - W_0 \rightarrow 1 \times V_0 = 4 \times 10^{-15} \times 2 \times 10^{15} - 2 \rightarrow V_0 = 6 \text{ V}$$

در حالت دوم بسامد نصف شده و به $f' = 10^{15} \text{ Hz}$ کاهش می‌یابد. ولتاژ متوقف کننده در این حالت (V'_0) برابر است با:

$$eV'_0 = hf' - W_0 \rightarrow 1 \times V'_0 = 4 \times 10^{-15} \times 10^{15} - 2 \rightarrow V'_0 = 2 \text{ V}$$

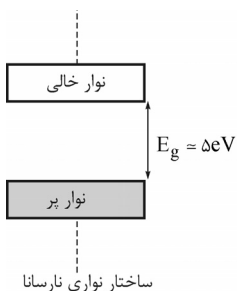
$$\frac{V'_0}{V_0} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

پس داریم:

۴۴- گزینه‌ی «۲»

گاف انرژی بین آخرین نوار پر و اولین نوار خالی در نارساها بزرگ و در حدود 5 eV است. این گاف در نیم‌رساناها

در حدود 1 eV است، هم‌چنین ساختار نواری رساناها دارای نوار بخشی پر است.



اگر معادله‌ی واپاشی را بنویسیم، خواهیم داشت:

۴۵- گزینه‌ی «۱»

