

گزینه ۴

۱

- (۱) در هسته‌های سبک پایدار $N = ۲$ است اما در هسته‌های سنگین $N > ۲$ می‌باشد. (نادرست)
- (۲) در هسته‌های سنگین پایدار، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر از یک و در عناصر سبک پایدار $\frac{N}{Z}$ تقریباً برابر یک است. (نادرست)
- (۳) هسته ناپایدار با شرط $N > Z$ نیز وجود دارد. (نادرست)
- (۴) در هسته‌های پایدار سنگین‌تر، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر است. (درست)

گزینه ۳

۲

با استفاده از رابطه بین ماده اولیه و ماده باقی‌مانده می‌توان نوشت:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{۱۸۰}{۴۵}} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^4$$

$$\Rightarrow N = \frac{N_0}{16} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{16}$$

گزینه ۴

۳

با استفاده از تبدیل زنجیره‌ای می‌توان نوشت:

$$۱۸۲ \text{ قیراط} = ۱۸۲ \text{ قیراط} \times \frac{۲۰۰ \times ۱۰^{-۶} \text{ kg}}{۱ \text{ قیراط}} = ۳/۶۴ \times ۱۰^{-۲} \text{ kg}$$

گزینه ۲

۴

با استفاده از قاعده دست راست اگر انگشت شست دست راست را در جهت جریان روی حلقه قرار دهیم، جهت چرخش چهار انگشت در خارج از حلقه برون‌سو باشد، جهت جریان در حلقه ساعتگرد خواهد شد. در این حالت جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه درون‌سو است.

با استفاده از نمودار، ابتدا دوره حرکت را مشخص می‌کنیم:

$$\frac{T}{4} = 0.01 \Rightarrow T = 0.04 \text{ s}$$

اکنون با استفاده از معادله جریان متناوب می‌توان نوشت:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 2 \sin\left(\frac{2\pi}{0.04}t\right) \Rightarrow I = 2 \sin(50\pi t)$$

مدت‌زمانی که طول می‌کشد تندی آونگ به بیشینه مقدار خود برسد برابر $\frac{T}{4}$ و مدت‌زمانی که طول می‌کشد آونگ برای اولین بار به انتهای مسیر در طرف دیگر برسد برابر $\frac{T}{2}$ است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} \frac{T_A}{4} &= \frac{T_B}{2} \Rightarrow T_A = 2T_B \\ T &= 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{\ell_A}{g}} = 2(2\pi\sqrt{\frac{\ell_B}{g}}) \Rightarrow \ell_A = 4\ell_B$$

در یک تار دو انتها بسته، تفاوت دو بسامد تشدید متوالی با بسامد اصلی تار برابر است.

$$f_n = nf_1 \Rightarrow f_{(n+1)} - f_{(n)} = f_1 \Rightarrow 225 - 150 = f_1 \Rightarrow f_1 = 75 \text{ Hz}$$

ازطرفی در تار دو انتها بسته، همواره تعداد گره‌ها یک واحد از شماره هماهنگ بیشتر است. در این صورت داریم:

$$\text{شماره هماهنگ} = 5 \Rightarrow n = 4$$

$$f_n = nf_1 \Rightarrow f_4 = 4 \times 75 = 300 \text{ Hz}$$

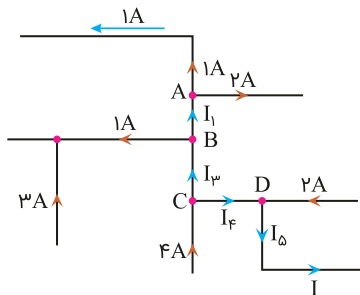
با استفاده از رابطه تندی انتشار امواج عرضی در تار و بسامد تشدید تارهای مرتعش با دو انتهای بسته داریم:

$$\left. \begin{aligned} f_n &= \frac{nv}{2L} \\ v &= \sqrt{\frac{F}{\mu}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{L}} f_n = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{F}{mL}}$$

$$\xrightarrow{n=1} f_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F}{mL}} \Rightarrow 125 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F}{9 \times 10^{-3} \times 1}} \Rightarrow F = 562.5 \text{ N}$$

نقش پراش ناشی از "تداخل امواج" است و تحلیل آن به واسطه "تداخل‌های سازنده و ویرانگر امواج" امکان‌پذیر می‌شود.

در هر گره، جمع جریان‌های ورودی با جمع جریان‌های خروجی برابر است. در این صورت می‌توان نوشت:

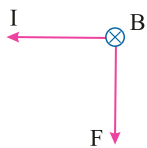


$$A : I_1 = 1 + 2 \Rightarrow I_1 = 3 A$$

$$B : I_3 = I_1 + 1 \Rightarrow I_3 = 4 A$$

در گره C چون جریان‌های ورودی و خروجی برابر است، پس مقدار I_4 برابر صفر است. در گره D، I_5 با $2 A$ برابر است و در جهت نشان داده‌شده یعنی به سمت راست در جریان است.

باتوجه به قاعده دست راست، جریان عبوری از سیم باید به سمت چپ باشد. در این صورت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم رو به پایین خواهد بود.



در گزینه (۱) باتوجه به کاهش جریان عبوری از سیم مستقیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش است. بنابراین جریان القایی باید در جهتی باشد که با کاهش شار مخالفت کند. در این صورت جریان عبوری از حلقه ساعتگرد خواهد بود.

در چرخه یک ماشین گرمایی باتوجه به قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$Q_H = |W| + |Q_C| \Rightarrow 100 = |W| + 60 \Rightarrow |W| = 40 J$$

اکنون برای محاسبه توان خروجی ماشین داریم:

$$P = \frac{|W|}{\Delta t} = \frac{40}{0.5} = 80 W$$

با استفاده از معادله سرعت- جابه‌جایی داریم:

$$v^2 - v_o^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \frac{v^2 - v_o^2}{v_1^2 - v_o^2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} \Rightarrow \frac{v^2 - 0}{(6)^2 - 0} = \frac{135}{15}$$

$$\Rightarrow v = 18 \text{ m/s}$$

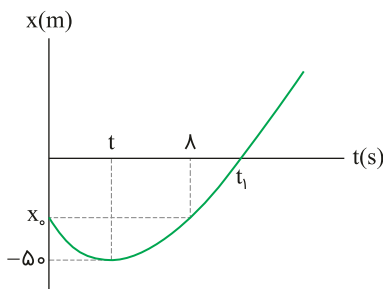
برای محاسبه مدت‌زمانی که سرعت متحرک به $v_1 = 6 \text{ m/s}$ و $v_2 = 18 \text{ m/s}$ می‌رسد، با استفاده از رابطه مستقل از شتاب داریم:

$$\Delta x = \frac{v + v_o}{2} \Delta t \Rightarrow \begin{cases} 15 = \frac{6 + 0}{2} \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_1 = 5 \text{ s} \\ 135 = \frac{18 + 0}{2} \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_2 = 15 \text{ s} \end{cases}$$

در این صورت مدت‌زمان موردنظر برابر است با:

$$\Delta t_T = 15 - 5 = 10 \text{ s}$$

در لحظه‌ای که متحرک به مکان $x = -50 \text{ m}$ می‌رسد، سرعت برابر صفر است.



با استفاده از معادله سرعت- جابه‌جایی داریم:

$$v_{t_1}^2 - v_t^2 = 2a(x_{t_1} - x_t)$$

$$\Rightarrow (20)^2 - 0 = 2a(0 - (-50)) \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

در ۸ ثانیه اول حرکت، سرعت متوسط برابر صفر است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$v_{av} = \frac{v_o + v_\lambda}{2} = 0 \Rightarrow v_o = -v_\lambda$$

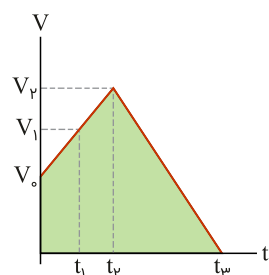
$$v = at + v_o \Rightarrow v_\lambda = 4(\lambda) - v_\lambda \Rightarrow 2v_\lambda = 32 \Rightarrow v_\lambda = 16 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v_o = -16 \text{ m/s}$$

برای محاسبه سرعت متوسط در مدت‌زمان مشخص شده می‌توان نوشت:

$$v_{av} = \frac{v_{t_1} + v_o}{2} = \frac{20 + (-16)}{2} = 2 \text{ m/s}$$

باتوجه به نمودار مشخص است که جهت حرکت متحرک تغییر نمی‌کند. در این صورت تندی متوسط و سرعت متوسط در تمامی بازه‌ها باهم برابر است. در بازه زمانی ۰ تا t_2 شتاب حرکت ثابت است. پس می‌توان نوشت:



$$(0 - t_1) : v_{av,1} = \frac{v_1 + v_0}{2}$$

$$(t_1 - t_2) : v_{av,2} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

در بازه زمانی t_2 تا t_3 نیز شتاب حرکت ثابت است. پس می‌توان نوشت:

$$(t_2 - t_3) : v_{av,3} = \frac{v_2 + 0}{2} = \frac{v_2}{2}$$

براساس معادلات تا اینجا مشخص است که:

$$v_{av,2} > v_{av,1}, v_{av,3}$$

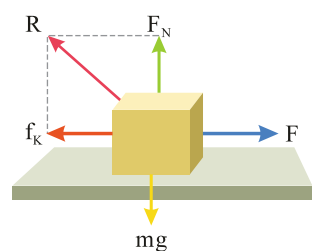
تندی متوسط در کل حرکت مقداری بین تندی متوسط در بازه زمانی $(0 - t_1)$ و $(t_2 - t_3)$ دارد یعنی:

$$v_{av,3} < v_{av, \text{کل}} < v_{av,2}$$

پس تندی متوسط در بازه زمانی $(t_1 - t_2)$ از تندی متوسط کل بزرگتر است:

$$v_{av,2} > v_{av, \text{کل}}$$

ابتدا نیروی اصطکاک وارد بر جسم را حساب می‌کنیم:



$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} \Rightarrow 1625 = \sqrt{(1500)^2 + f_k^2} \Rightarrow f_k = 625 \text{ N}$$

اکنون برای محاسبه نیروی افقی وارد بر جسم با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} \Rightarrow 2 = \frac{F - 625}{150} \Rightarrow F = 925 \text{ N}$$

نیم ثانیه سوم بین دو لحظه $t_1 = 1\text{ s}$ و $t_2 = 1/5\text{ s}$ است. در این صورت برای محاسبه سرعت متوسط در این بازه می‌توان نوشت:

$$v_1 = -gt_1 \Rightarrow v_1 = -g$$

$$v_2 = -gt_2 \Rightarrow v_2 = -1/5g$$

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{-g + (-1/5g)}{2} = -1/25g = -1/25 \times 9/8 = -12/25\text{ m/s}$$

$$\Rightarrow |v_{av}| = 12/25\text{ m/s}$$

ابتدا سرعت برخورد گلوله به سطح را حساب می‌کنیم:

$$v^2 = -2g\Delta y \Rightarrow v^2 = -2 \times 10(0 - 20) \Rightarrow v = -20\text{ m/s}$$

اکنون با استفاده از رابطه محاسبه نیروی متوسط و تغییرات تکانه داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} = \frac{0/2(10 - (-20))}{0/2}$$

$$\Rightarrow F_{av} = 30\text{ N}$$

ابتدا معادله حرکت دو جسم را می‌نویسیم:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} x_A = \frac{0 - 16}{8 - 0}t + 16 \Rightarrow x_A = -2t + 16 \\ x_B = \frac{-25 - (-29)}{8 - 0}t + (-29) \Rightarrow x_B = 0/5t - 29 \end{cases}$$

در لحظه‌ای که دو جسم به هم می‌رسند داریم:

$$x_A = x_B \Rightarrow -2t + 16 = 0/5t - 29 \Rightarrow 2/5t = 45 \Rightarrow t = 18\text{ s}$$

مکان دو جسم در این لحظه برابر است با:

$$x_A = x_B = 0/5 \times 18 - 29 \Rightarrow x_A = x_B = -20\text{ m}$$

برای محاسبه تغییرات تکانه برحسب نیروی متوسط داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \Delta P = (100 - 60) \times 1 \Rightarrow \Delta P = 40\text{ kgm/s}$$

با استفاده از رابطه محاسبه تندی خطی در حرکت دایره‌ای می‌توان نوشت:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow \frac{v_{\text{ثانیه شمار}}}{v_{\text{ساعت شمار}}} = \frac{r_{\text{ثانیه}}}{r_{\text{ساعت شمار}}} \times \frac{T_{\text{ساعت}}}{T_{\text{ثانیه}}} = \frac{2 \times 12 \times 60 \times 60}{60}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{\text{ثانیه شمار}}}{v_{\text{ساعت شمار}}} = 1440$$

ابتدا شدت صوت B را حساب می‌کنیم:

$$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 10 = 10 \log \frac{4 \times 10^{-2}}{I_B} \Rightarrow 10 = \frac{4 \times 10^{-2}}{I_B}$$

$$\Rightarrow I_B = 4 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

در این صورت اختلاف شدت دو صوت برابر است با:

$$\Delta I = I_A - I_B = 4 \times 10^{-2} - 4 \times 10^{-3} = 36 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

$$\Rightarrow \Delta I = 36 \text{ mW/m}^2$$

هر ذره از محیط انتشار موج، حرکت ذره قبل از خود را تکرار می‌کند. در این صورت باتوجه به حرکت جبهه موج، نقطه M به سمت پایین حرکت می‌کند.

با استفاده از نقش موج داریم:

$$\frac{\lambda}{2} = 0.2 \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.4 = 20T \Rightarrow T = 0.02 \text{ s}$$

نقطه M در حال عبور از وضع تعادل است. بنابراین تندی آن بیشینه و برابر است با:

$$v_m = A\omega = A\left(\frac{2\pi}{T}\right) \Rightarrow v_m = 2 \times 10^{-2} \times \frac{2 \times 3.14}{0.02} \Rightarrow v_m = 6.28 \text{ m/s}$$

ابتدا دوره حرکت نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi \Rightarrow T = 0.5 \text{ s}$$

اکنون مشخص می‌کنیم، بازه موردنظر چندبرابر دوره نوسان است:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{1/35 - 0.1}{0.5} = 2/5 \Rightarrow \Delta t = 2T + \frac{T}{2}$$

یعنی در بازه زمانی موردنظر، نوسانگر، ۲/۵ نوسان انجام می‌دهد. در این صورت مسافت پیموده شده برابر است با:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\ell}{4A} \Rightarrow 2/5 = \frac{\ell}{4A} \Rightarrow \ell = 10A \xrightarrow{A=0.04 \text{ m}} \ell = 0.4 \text{ m} = \frac{2}{5} \text{ m}$$

الکترون در سومین حالت برانگیخته قرار دارد، بنابراین $n_U = 4$ است. وقتی الکترون به تراز پایه جهش پیدا کند، $n_L = 1$ است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow -\frac{E_R}{n_U^2} + \frac{E_R}{n_L^2} = hf \Rightarrow \frac{-13/6}{4^2} + \frac{13/6}{1^2} = 4 \times 10^{-15} f$$

$$\Rightarrow f = \frac{13/6 \times \frac{15}{16}}{4 \times 10^{-15}} = 3/1875 \times 10^{15} \text{ Hz} \Rightarrow f = 3187.5 \text{ THz}$$

با استفاده از معادله فوتوالکتریک می‌توان نوشت:

$$K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow \begin{cases} K_{\max} = hf - W_0 \\ 0.6 K_{\max} = h(\frac{3}{4}f) - W_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{4 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = hf - W_0 \\ \frac{0.6 \times 4 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{3}{4}hf - W_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4 = hf - W_0 \\ 3 = \frac{3}{4}hf - W_0 \end{cases} \Rightarrow hf = 4 \text{ eV}, W_0 = 3 \text{ eV}$$

میدان الکتریکی هر یک از بارهای q_A ، q_B و q_C را رسم می‌کنیم و میدان برآیند حاصل از دو بار q_B و q_A را بدست می‌آوریم:

$$\left. \begin{array}{l} E = k \frac{|q|}{r^2} \\ q_A = q_C \end{array} \right\} \Rightarrow E_A = E_C \Rightarrow E_{A,C} = 0$$

در مثلث قائم‌الزاویه می‌دانیم میانه وارد بر وتر نصف وتر است. ($BM = 5 \text{ cm}$)
میدان خالص در نقطه M با میدان حاصل از بار قرار گرفته در رأس B برابر است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$E = k \frac{|q_B|}{r^2} \Rightarrow 9 \times 10^4 = \frac{9 \times 10^9 \times |q_B|}{(0.05)^2} \Rightarrow |q_B| = \frac{\frac{1}{9} \times 10^4}{10^9} = 0.25 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$\Rightarrow q_B = 2.5 \mu\text{C}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون ابتدا شتاب حرکت را حساب می‌کنیم:

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{Eq}{m} \Rightarrow a = \frac{125 \times 1/6 \times 10^{-19}}{10^{-30}} \Rightarrow a = 2 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$$

برای محاسبه مدت زمان جابه‌جایی داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow \frac{10}{100} = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{13} \times t^2 \Rightarrow t^2 = 10^{-14} \Rightarrow t = 10^{-7} \text{ s}$$

$$\Rightarrow t = 100 \text{ ns}$$

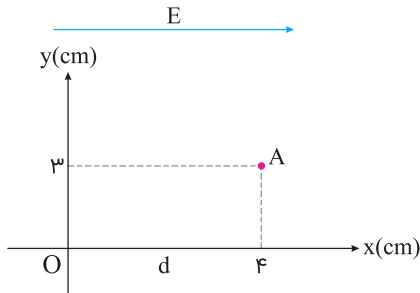
برای محاسبه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در جابه‌جایی بین این دو نقطه می‌توان نوشت:

$$\Delta U = -W_E = -Eqd$$

در رابطه بالا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بر حسب ژول محاسبه می‌شود، برای تبدیل آن به الکترون-ولت کافی است رابطه اخیر بر بار الکترون تقسیم شود در این صورت داریم:

$$\Delta U = -Ed = -125 \times 0.1 = -12.5 \text{ eV}$$

برای محاسبه بزرگی میدان الکتریکی باتوجه به مشخص بودن اختلاف پتانسیل الکتریکی می توان نوشت:



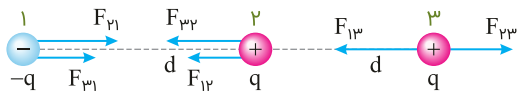
$$|\Delta V| = Ed$$

d: جابه جایی در راستای خطوط میدان الکتریکی است)
در این صورت داریم:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{15 - (-5)}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow E = 500 \text{ N/C}$$

خطوط میدان از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کمتر است ($V_O > V_A$) بنابراین میدان الکتریکی در جهت محور x است.

ابتدا نیروی خالص وارد بر هر یک از بارها را مشخص می کنیم:



$$\left. \begin{aligned} F_{13} &= k \frac{q_1 q_3}{d^2} = \frac{1}{4} F \\ F_{23} &= k \frac{q_2 q_3}{d^2} = F \\ F_{12} &= k \frac{q_1 q_2}{d^2} = F \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} F_{\text{net}_{q1}} &= \frac{5}{4} F \\ F_{\text{net}_{q2}} &= F_{\text{max}} = 2F \\ F_{\text{net}_{q3}} &= F_{\text{min}} = \frac{3}{4} F \end{aligned}$$

در این صورت نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{min}}} = \frac{2F}{\frac{3}{4}F} = \frac{8}{3}$$

ابتدا جریان عبوری از مدار را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{R_{eq} + r} = \frac{20 - 8 - 2}{4 + 2 + 6 + 8} \Rightarrow I = 0.5 \text{ A}$$

اکنون پتانسیل الکتریکی نقاط A، C و D را حساب می‌کنیم:

$$V_E - (8 \times 0.5) = V_A \Rightarrow V_A = -4 \text{ V}$$

$$V_E + (6 \times 0.5) + 8 = V_D \Rightarrow V_D = 11 \text{ V}$$

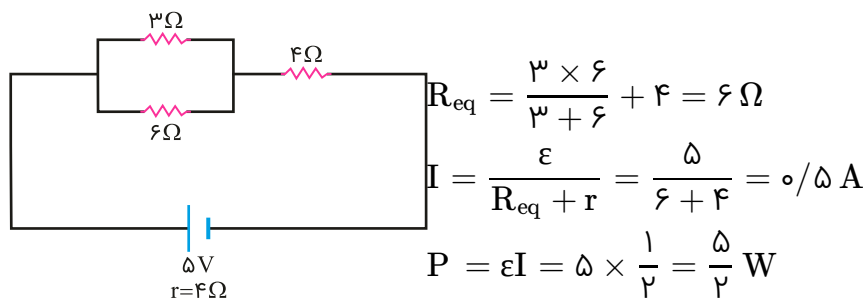
$$V_D + (2 \times 0.5) = V_C \Rightarrow V_C = 12 \text{ V}$$

اکنون برای محاسبه پتانسیل الکتریکی نقطه B می‌توان نوشت:

$$V_C - 20 = V_B \Rightarrow V_B = -8 \text{ V}$$

نکته: چون باتری ε_1 تأمین‌کننده جریان الکتریکی مدار است، بنابراین نقطه C که به باتری نزدیک‌تر است، پتانسیل بیشتری دارد.

باتوجه به شکل ساده شده مدار در حالت اول می‌توان نوشت:



در حالتی که مقاومت 12Ω در مدار قرار می‌گیرد، داریم:

$$R'_{eq} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} + 4 = 8 \Omega$$

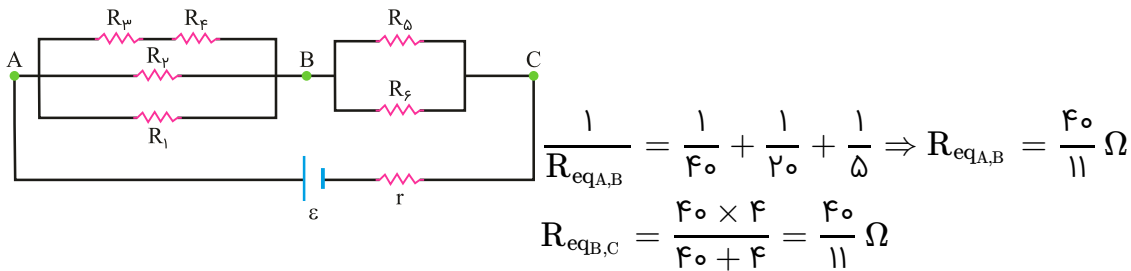
$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{5}{8 + 4} = \frac{5}{12} \text{ A}$$

$$P' = \varepsilon I' = \frac{5 \times 5}{12} = \frac{25}{12} \text{ W}$$

در این صورت تغییرات توان تولیدی باتری برابر است با:

$$\Delta P = \frac{25}{12} - \frac{5}{2} = \frac{25 - 30}{12} = -\frac{5}{12} \text{ W}$$

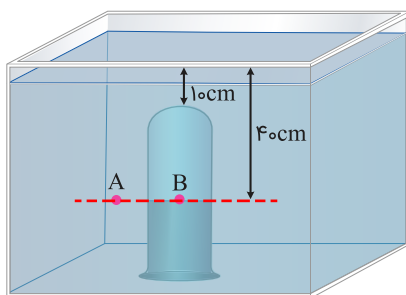
ابتدا مقاومت معادل بین دو نقطه A و B و همچنین C و B را حساب می‌کنیم:



مقاومت الکتریکی بین دو نقطه A و B و C و B با هم برابر بوده و این دو مقاومت با هم متوالی هستند. ابتدا باید ببینیم ولتاژ دو سر کدام بخش بیشتر است. چون دو بخش با هم متوالی هستند، جریان کل از هر دو بخش عبور می‌کند. ولتاژ هر بخش برابر است با $V = R_{eq} \times I$ و چون جریان و مقاومت معادل هر دو بخش یکسان است پس اختلاف پتانسیل هم برابر می‌شود.

اکنون باتوجه به رابطه محاسبه توان ($P = \frac{V^2}{R}$) می‌توان نتیجه گرفت مقاومتی که مقدار کمتری در یک مجموعه موازی دارد، توان بیشتری مصرف می‌کند. در این صورت مقاومت R_6 بیشترین توان مصرفی را دارد.

فشار در نقاط A و B با هم برابر است. در این صورت می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho gh + P_0 = P_{\text{گاز}}$$

با استفاده از مفهوم فشار پیمانه‌ای داریم:

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho gh$$

$$\Rightarrow P_g = 1700 \times 10 \times 0.4 = 6800 \text{ Pa}$$

برای تبدیل فشار پیمانه‌ای برحسب $1360 \times P(\text{cmHg}) = P(\text{Pa})$ داریم:

$$P_g = \frac{6800}{1360} = 5 \text{ cmHg}$$

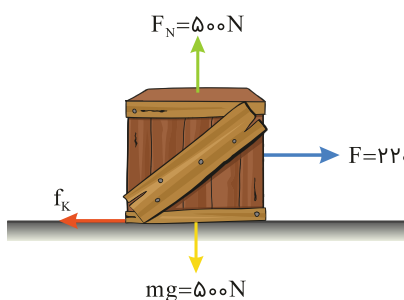
نیروی وارد بر هر دو قایق برابر است و هر دوی آنها به یک میزان جابه جا شده است بنابراین کار نیروی باد بر روی آنها برابر است. حال قضیه کار-انرژی جنبشی را برای هر دو قایق می‌نویسیم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow \begin{cases} \text{قایق سبک: } F \cos \theta d = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m v_2^2 \\ \text{قایق سنگین: } F \cos \theta d = \frac{1}{2} \cdot 4m (v_2'^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} 4m v_2'^2 \end{cases}$$

با مساوی قرار دادن دو رابطه بالا داریم:

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} 4m v_2'^2 \Rightarrow v_2^2 = 4 v_2'^2 \Rightarrow v_2 = 2 v_2' \Rightarrow \frac{v_2}{v_2'} = 2$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون ابتدا شتاب حرکت را حساب می‌کنیم:



$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{F - f_k}{m} \\ f_k &= \mu_k F_N = 0.4 \times 500 = 200 \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = \frac{220 - 200}{50} = 0.4 \text{ m/s}^2$$

اکنون جابه‌جایی انجام شده توسط جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (2)^2 = 0.8 \text{ m}$$

در این صورت کار نیروی F برابر است با:

$$W = F d \cos \alpha = 220 \times 0.8 \times 1 = 176 \text{ J}$$

با استفاده از تعریف ظرفیت گرمایی می‌توان نوشت:

$$C = mc \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{0.8 C_1}{C_1} = \frac{m_1 - 1}{m_1} \Rightarrow m_1 - 1 = 0.8 m_1$$

$$\Rightarrow m_1 = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ kg}$$

در این صورت گرمای ویژه برابر است با:

$$m_1 c = 2100 \Rightarrow c = \frac{2100}{5} = 420 \text{ J/kgK}$$

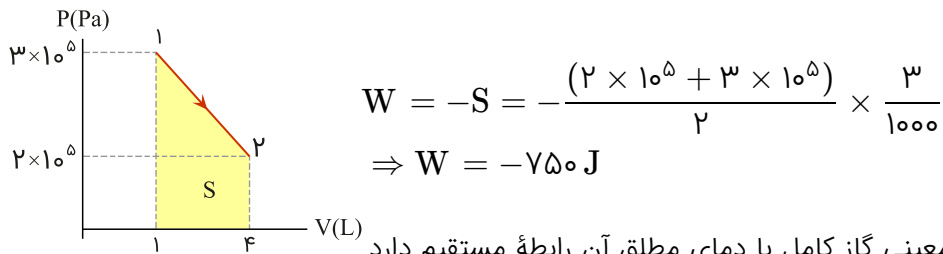
ابتدا تغییر حجم ایجاد شده را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V = A \Delta h \Rightarrow \Delta V = 2 \times 50 = 100 \text{ cm}^3$$

در فشار ثابت می‌توان نوشت:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{\Delta V}{V_1} \Rightarrow \frac{\Delta T}{27 + 273} = \frac{100}{2000} \\ \Rightarrow \Delta T = 15 \text{ K}$$

فرآیند انجام‌شده انبساطی است. کار انجام‌شده در این فرآیند را با توجه به سطح زیر نمودار $P - V$ داده‌شده حساب می‌کنیم:



از طرفی می‌دانیم انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل با دمای مطلق آن رابطه مستقیم دارد. در این صورت داریم:

$$U \propto T \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1} \xrightarrow{T \propto PV} \frac{U_2}{U_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{U_2}{750} = \frac{2 \times 10^5}{3 \times 10^5} \times \frac{4}{1} \\ \Rightarrow U_2 = 2000 \text{ J}$$

اکنون با استفاده از قانون اول ترمودینامیک گرمای مبادله‌شده برابر است با:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow 2000 - 750 = Q + (-750) \Rightarrow Q = 2000 \text{ J}$$