



روش اول:

در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در یک بازه زمانی دلخواه با سرعت در وسط آن بازه زمانی برابر است. یعنی سرعت متوسط بین دو لحظه $t_1 = 2\text{ s}$ و $t_2 = 6\text{ s}$ با سرعت در لحظه $t = 4\text{ s}$ برابر است. در این صورت داریم:

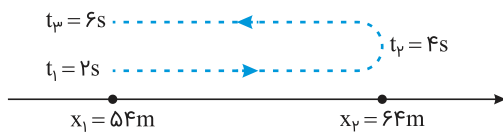
$$v_{av(4-2)} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{54 - 64}{6 - 2} = \frac{-10}{4} = -2.5\text{ m/s}$$

$$v_{av(4-2)} = v_{t=4} = -2.5\text{ m/s}$$

ازطرفی سرعت متوسط در ۱۰ ثانیه اول حرکت نیز با سرعت در لحظه $t = 5\text{ s}$ برابر است. پس داریم:

$$v_{av(0-10)} = v_{t=5} = -2.5\text{ m/s} \Rightarrow |v_{av(0-10)}| = 2.5\text{ m/s}$$

روش دوم:



باتوجه به شکل مسیر حرکت جسم در لحظه $t_2 = 6\text{ s}$ ، جهت حرکت جسم تغییر کرده است. ازطرفی می‌دانیم تندی حرکت جسم در لحظه $t_1 = 2\text{ s}$ با $t_2 = 6\text{ s}$ برابر است. اکنون با استفاده از رابطه محاسبه سرعت متوسط می‌توان نوشت:

$$v_{av(2-6)} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{64 - 54}{6 - 2} = 2.5\text{ m/s}$$

$$v_{av(2-6)} = \frac{v_2 + v_6}{2} \Rightarrow 2.5 = \frac{v_2 + 0}{2} \Rightarrow v_2 = 5\text{ m/s}$$

اکنون برای محاسبه شتاب داریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 5}{2} = -2.5\text{ m/s}^2$$

در این صورت می‌توان نوشت:

$$t = 2\text{ s} \Rightarrow v = at + v_0 \Rightarrow 5 = -2.5(2) + v_0 \Rightarrow v_0 = 10\text{ m/s}$$

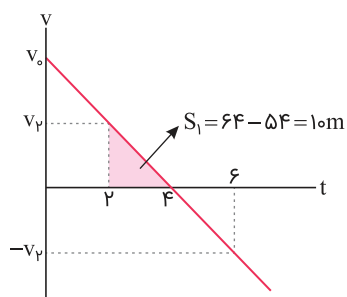
$$t = 10\text{ s} \Rightarrow v = at + v_0 \Rightarrow v = -2.5(10) + 10 = -15\text{ m/s}$$

پس بزرگی سرعت متوسط در ۱۰ ثانیه اول حرکت برابر است با:

$$|v_{av(0-10)}| = \left| \frac{v_{10} + v_0}{2} \right| = \left| \frac{-15 + 10}{2} \right| = 2.5\text{ m/s}$$

روش سوم:

با رسم نمودار سرعت- زمان و استفاده از سطح زیر نمودار خواهیم داشت:



$$S_1 = \frac{1}{2} v_2 (2) \Rightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$v_4 = at + v_2 \Rightarrow 0 = 2a + 10 \Rightarrow a = -5 \text{ m/s}^2$$

برای محاسبه سرعت اولیه حرکت با استفاده از معادله سرعت- زمان داریم:

$$v_4 = at + v_0 \Rightarrow 0 = -5(4) + v_0 \Rightarrow v_0 = 20 \text{ m/s}$$

برای محاسبه سرعت در لحظه $t = 10 \text{ s}$ داریم:

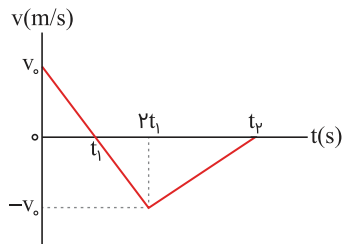
$$v_{10} = at + v_0 \Rightarrow v_{10} = -5(10) + 20 = -30 \text{ m/s}$$

در این صورت سرعت متوسط در ۱۰ ثانیه اول حرکت برابر است با:

$$v_{av(0-10)} = \frac{v_0 + v_{10}}{2} = \frac{20 + (-30)}{2} = -5 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow |v_{av(0-10)}| = 5 \text{ m/s}$$

از لحظه شروع حرکت تا لحظه $۲t_1$ ، شتاب حرکت ثابت است. در این صورت مقادیر سرعت در ابتدای حرکت و لحظه $۲t_1$ برابر است.



در این صورت می‌توان نوشت:

$$a_{1(0-2t_1)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-v_0 - v_0}{2t_1} = \frac{-2v_0}{2t_1} = -\frac{v_0}{t_1}$$

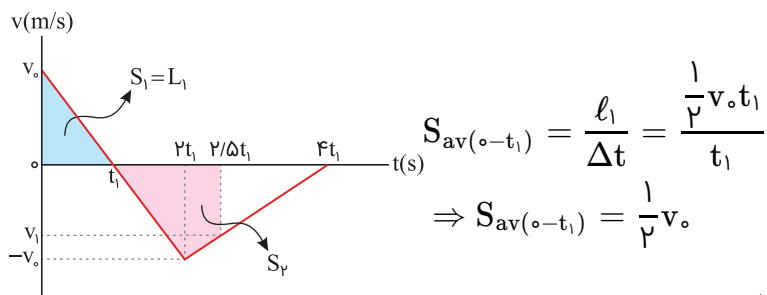
$$a_{2(t_2-2t_1)} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-v_0)}{t_2 - 2t_1} = \frac{v_0}{t_2 - 2t_1}$$

با استفاده از شرط سؤال داریم:

$$|a_1| = ۲a_2 \Rightarrow \frac{v_0}{t_1} = ۲ \frac{v_0}{t_2 - 2t_1} \Rightarrow t_2 - 2t_1 = 2t_1$$

$$\Rightarrow t_2 = 4t_1$$

برای محاسبه تندی متوسط در بازه‌های زمانی خواسته شده می‌توان نوشت:



برای تعیین تندی متوسط در بازه زمانی t_1 تا $۲/۵t_1$ ابتدا سرعت v_1 را حساب می‌کنیم:

$$\frac{v_1}{-v_0} = \frac{t_1 - ۲/۵t_1}{t_1 - 2t_1} \Rightarrow v_1 = -\frac{۳}{۴}v_0 \text{ (شتاب در این بازه زمانی ثابت است)}$$

بنابراین خواهیم داشت:

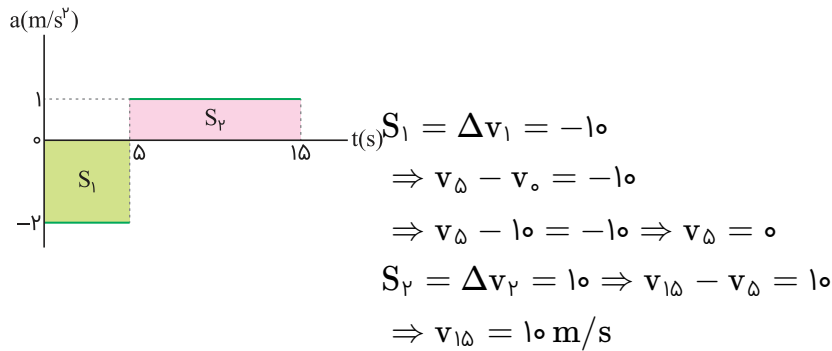
$$S'_{av(t_1-۲/۵t_1)} = \frac{\left(\frac{v_0 \times t_1}{۲}\right) + \left(\frac{v_0 + \frac{۳}{۴}v_0}{۲} \times ۰/۵t_1\right)}{۲/۵t_1 - t_1}$$

$$\Rightarrow S'_{av} = \frac{۵}{۸}v_0$$

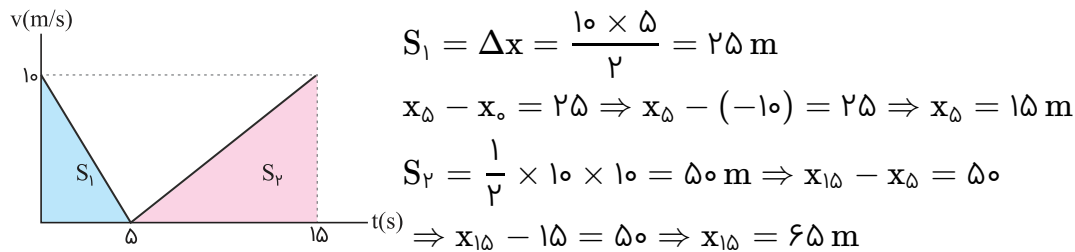
بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{S_{av}}{S'_{av}} = \frac{\frac{v_0}{۲}}{\frac{۵}{۸}v_0} = \frac{۴}{۵}$$

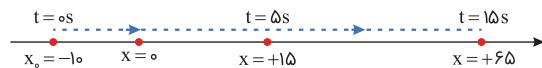
سطح زیر نمودار شتاب- زمان با تغییرات سرعت برابر است.



اکنون نمودار سرعت- زمان حرکت جسم را رسم می‌کنیم، مساحت سطح زیر نمودار سرعت- زمان با جابه‌جایی برابر است. در این صورت داریم:



بنابراین می‌توان مسیر حرکت جسم را رسم کرد:



در این صورت می‌توان نتیجه گرفت:

(۱) بردار مکان جسم یک بار تغییر کرده است، اما علامت سرعت تغییر نکرده است.

(۲) جهت حرکت جسم تغییر نکرده است در این صورت مسافت و جابه‌جایی باهم برابر است.

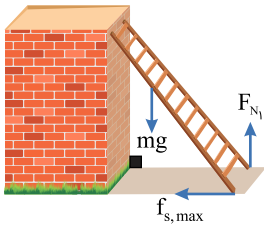
(۳) شتاب متوسط در مدت زمان نشان داده شده برابر است با:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - 10}{15 - 0} = 0$$

(۴) سرعت متوسط در مدت زمان نشان داده شده برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{75}{15} = 5 \text{ m/s}$$

باتوجه به نیروهای وارد بر نردبان برای محاسبه نیروی وارد از طرف نردبان بر سطح افقی می‌توان نوشت:



$$F_{N_1} = mg = 250 \text{ N}$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_{N_1} = 0.4 \times 250 = 100 \text{ N}$$

اکنون برای محاسبه نیروی وارد بر سطح داریم:

$$R = \sqrt{F_{N_1}^2 + f_{s,max}^2} = \sqrt{(250)^2 + (100)^2} = 50\sqrt{5^2 + 2^2}$$

$$\Rightarrow R = 50\sqrt{29} \text{ N}$$

باتوجه به رابطه محاسبه شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین، در دو حالت می‌توان نوشت:

$$\frac{g_h}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \Rightarrow \frac{g_h}{9.8} = \left(\frac{6400}{6400 + 1600} \right)^2$$

$$\Rightarrow g_h = 6.272 \text{ m/s}^2$$

باتوجه به رابطه محاسبه تکانه، ابتدا تندی بیشینه جسم را حساب می‌کنیم:

$$P_{\max} = mv_{\max} \Rightarrow 2 \times 10^{-3} \pi = \frac{1}{10} v_{\max}$$

$$\Rightarrow v_{\max} = 2\pi \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

می‌دانیم انرژی مکانیکی نوسانگر با بیشینه انرژی جنبشی برابر است. در این صورت داریم:

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} mv_{\max}^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{10} \right) (2\pi \times 10^{-2})^2$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{20} \times 4\pi^2 \times 10^{-4} = 2\pi^2 \times 10^{-5} \text{ J} = 2\pi^2 \times 10^{-5} \times 10^6 \mu\text{J}$$

$$\Rightarrow E = 20\pi^2 \mu\text{J}$$

طول پاره‌خط مسیر دو برابر دامنه نوسان است. پس داریم:

$$A = \frac{AA'}{2} = \frac{\lambda}{2} = 4 \text{ cm}$$

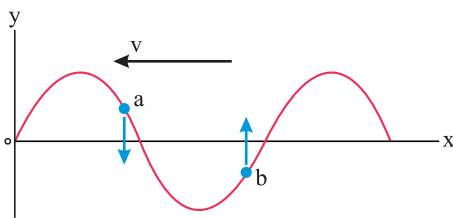
با استفاده از رابطه محاسبه شتاب بر حسب مکان در حرکت نوسانی ساده داریم:

$$|a| = |\omega^2 x| \Rightarrow \frac{\pi^2}{2} = \omega^2 \times \frac{2}{100} \Rightarrow \omega = 5\pi \text{ rad/s}$$

تندی نوسانگر در لحظه عبور از وضع تعادل بیشینه است. پس داریم:

$$v_{\max} = A\omega = 4 \times 10^{-2} \times 5\pi = \frac{\pi}{5} \text{ m/s}$$

انرژی جنبشی ذره a در حال افزایش است، پس ذره در حال حرکت به سمت وضع تعادل ($x = 0$) است. در این صورت می‌توان نتیجه گرفت موج در حال انتشار در جهت منفی محور x است. می‌دانیم هر ذره از محیط انتشار، رفتار نقاط قبل از خود را باتوجه به جهت انتشار موج تکرار می‌کند، در این صورت ذره b در حال حرکت به سمت وضع تعادل ($x = 0$) بوده و به دلیل قرار گرفتن در مکان‌های منفی، شتاب آن در جهت مثبت محور y و در حال کاهش است.



باتوجه به رابطه محاسبه تراز شدت صوت می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \beta &= 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log (2\sqrt{10} \times 10^5) \\ \Rightarrow \beta &= 10(\log 2 + \log \sqrt{10} + \log 10^5) \\ \Rightarrow \beta &= 10(0.3 + 0.5 + 5) \Rightarrow \beta = 58 \text{ dB} \end{aligned}$$

با استفاده از رابطه محاسبه طول موج تابشی و رابطه طول موج با بسامد می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{\lambda = \frac{c}{f}} f = RC \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشته معین برابر هستند با:

$$n_1 = n' + 1, \quad n_2 = n' + 2$$

باتوجه به اختلاف بسامد داده شده داریم:

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= RC \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+1)^2} \right) \\ f_2 &= RC \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+2)^2} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow f_2 - f_1 = RC \left(\frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{35}{24} \times 10^{14} = \frac{1}{100} \times \frac{1}{10^{-9}} \times 3 \times 10^8 \left(\frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{7}{144} = \frac{1}{9} - \frac{1}{16} = \frac{1}{(n'+1)^2} - \frac{1}{(n'+2)^2}$$

با بررسی گزینه‌ها در معادله بالا می‌توان نتیجه گرفت $n' = 2$ جواب است.

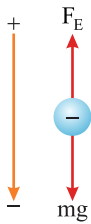
چهارمین حالت برانگیخته یعنی $n = 4 + 1$ و حالت پایه $n' = 1$ است. برای محاسبه بسامد فوتون گسیل شده باتوجه به رابطه محاسبه انرژی الکترون داریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_4 = -\frac{13/6}{25} \text{ eV} \\ E_1 = -\frac{13/6}{1} \text{ eV} \end{cases}$$

$$\Rightarrow hf = |E_1 - E_4| \Rightarrow 4 \times 10^{-15} f = 13/6 - \frac{13/6}{25}$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-15} f = 13/6 \left(\frac{25-1}{25} \right) \Rightarrow f = 3/264 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

باتوجه به جهت خطوط میدان و نیروهای وارد بر ذره باردار هنگامی که ذره در حالت تعادل است، می‌توان نوشت:



$$F_E = mg \Rightarrow E|q| = mg$$

$$\Rightarrow 10^4 |q| = 5 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow |q| = 5 \mu C$$

$$\Rightarrow q = -5 \mu C$$

باتوجه به قانون کولن و یکسان بودن بارها و فاصله‌ها برای تعیین نیروهای $F_{۱۴}$ و $F_{۳۴}$ می‌توان نوشت:

$$F_{۱۴} = F_{۳۴} = k \frac{q_1 q_4}{r^2} = 90 \times \frac{10 \times 2}{(30\sqrt{2})^2}$$

$$\Rightarrow F_{۱۴} = F_{۳۴} = 1 N$$

نیروی خالص حاصل از این دو نیرو منطبق بر محور x و در جهت مثبت آن است. پس می‌توان نوشت:

$$F_x = \sqrt{F_{۱۴}^2 + F_{۳۴}^2} = \sqrt{2} N \Rightarrow \vec{F}_x = +\sqrt{2} \vec{i}$$

باتوجه به مشخص بودن نیروی خالص وارد بر بار q_4 می‌توان نتیجه گرفت، نیروی وارد از طرف بار q_2 بر آن $2 N$ است. پس داریم:

$$F_{۲۴} = k \frac{q_2 q_4}{r^2} = 2 \Rightarrow 90 \frac{|q_2| \times 2}{30^2} = 2 \Rightarrow |q_2| = 10 \mu C$$

$$\Rightarrow q_2 = -10 \mu C$$

روش اول: قبل از حذف بار q ، میدان خالص در نقطه A برابر است با:

$$E_1 = k \frac{q}{a^2} = E$$

$$E_2 = k \frac{q}{a^2} = E$$

$$E_3 = k \frac{q}{\sqrt{2}a^2} = \frac{E}{\sqrt{2}}$$

$$E_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} - E_3 = \sqrt{E^2 + E^2} - \frac{E}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}E - \frac{E}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow E_A = E\left(\sqrt{2} - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

پس از حذف بار q ، میدان خالص در نقطه A برابر است با:

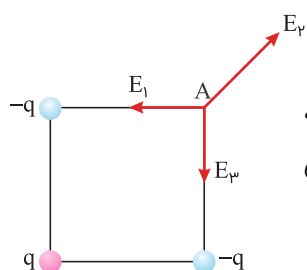
$$E'_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2}E$$

در این صورت تغییرات میدان الکتریکی در نقطه A برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} \Delta E &= E'_A - E_A = \sqrt{2}E - E\left(\sqrt{2} - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = +\frac{1}{\sqrt{2}}E \\ E &= k \frac{q}{a^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-9}}{900 \times 10^{-4}} = 2000 \text{ N/C} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \Delta E = +1000 \text{ N/C}$$

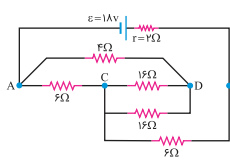
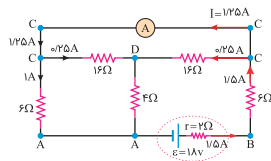
روش دوم:



با حذف بار q و باتوجه به شکل میدان‌ها در نقطه A می‌توان نتیجه گرفت، میدان خالص به اندازه میدان بار q در نقطه A افزایش پیدا می‌کند. در این صورت تغییرات میدان الکتریکی این نقطه برابر است با:

$$\Delta E = E_{\text{حذف شده}} = k \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-9}}{2 \times 900 \times 10^{-4}} = 1000 \text{ N/C}$$

ابتدا با استفاده از روش نقطه‌گذاری جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:



$$R_{eq1} = \frac{16 \times 16}{16 + 16} = 8 \Omega$$

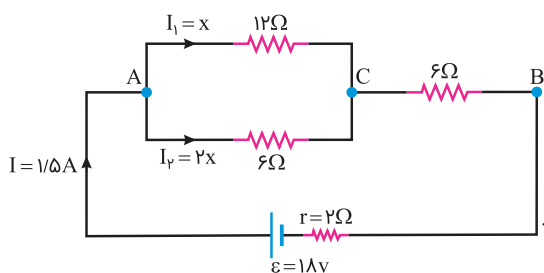
$$R_{eq2} = 8 + 4 = 12 \Omega$$

$$R_{eq3} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \Omega$$

$$R_{eq} = 4 + 6 = 10 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{12} = 1/2 A$$

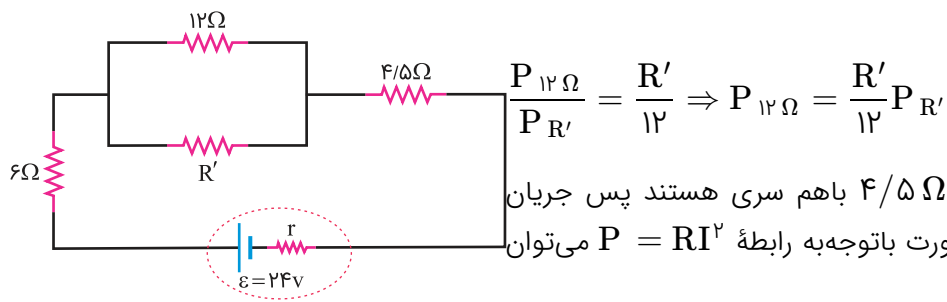
اکنون برای محاسبهٔ جریان عبوری از آمپرسنج، سهم جریان عبوری از مقاومت‌ها را حساب می‌کنیم:



$$3x = 1/2 \Rightarrow x = 1/6 A \Rightarrow I_1 = 1/6 A, I_2 = 1 A$$

با استفاده از شکل مدار اولیه و مشخص کردن جریان عبوری از هر مقاومت، جریان عبوری از آمپرسنج $1/25 A$ است.

دو مقاومت $12\ \Omega$ و R' موازی هستند. پس باتوجه به رابطه محاسبه توان ($P = \frac{V^2}{R}$) می توان نوشت:



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{P_{12\ \Omega} + \frac{R'}{12} P_{R'}}{2/5 \frac{R'}{12} P_{R'}} = \frac{12 + R'}{4/5}$$

با ساده کردن رابطه بالا خواهیم داشت:

$$\frac{\lambda}{12 + R'} = \frac{1/5(12 + R')}{\lambda R'} \Rightarrow 64R' = R'^2 + 24R' + 144$$

$$\Rightarrow R'^2 - 40R' + 144 = 0 \Rightarrow (R' - 4)(R' - 36) = 0$$

$$\Rightarrow R_{\min} = 4\ \Omega, \quad R_{\max} = 36\ \Omega$$

قبل از وصل کلید:

$$I = \frac{\epsilon}{3R + r}, \quad V = \epsilon - rI = \epsilon - r\left(\frac{\epsilon}{3R + r}\right)$$

پس از وصل کلید:

$$I' = \frac{\epsilon}{2R + r}, \quad V = \epsilon - rI' = \epsilon - r\left(\frac{\epsilon}{2R + r}\right)$$

چون مقاومت معادل مدار پس از وصل کلید کاهش می یابد، جریان عبوری از مدار افزایش یافته و اختلاف پتانسیل دو سر باتری کاهش پیدا می کند.

ازطرفی با افزایش جریان مدار و حذف لامپ (۳)، سهم اختلاف پتانسیل لامپ های (۱) و (۲) نسبت به حالت قبل افزایش می یابد.

با استفاده از رابطه محاسبه میدان سیم‌لوله می‌توان نوشت:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 5 \times 10^2 \times 800 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-1}} = 24 \times 10^{-4} \text{ T} = 24 \text{ G}$$

با استفاده از قاعده دست راست و توجه به علامت بار الکترون می‌توان نتیجه گرفت، نیروی وارد بر الکترون برون‌سو (⊙) است.

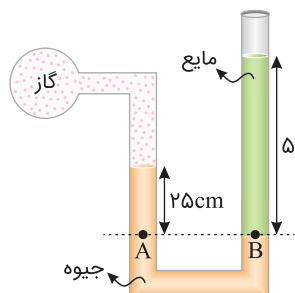
با استفاده از معادله جریان متناوب می‌توان نوشت:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 5 \sin\left(\frac{2\pi}{1}t\right) = 5 \sin(100\pi t)$$

اکنون برای محاسبه جریان در لحظه مشخص شده داریم:

$$I = 5 \sin\left(100\pi\left(\frac{3}{400}\right)\right) = 5 \sin\left(\frac{3\pi}{4}\right) = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ A}$$

باتوجه به سطح تراز مشخص شده و یکسان بودن فشار در نقاط A و B می‌توان نوشت:



$$\begin{aligned}
 P_A &= P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + (\rho g h)_{\text{جیوه}} = P_0 + (\rho g h)_{\text{مایع}} \\
 50 \text{ cm} &\Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_0 = -13600 \times 10 \times \frac{25}{100} + \rho_{\text{مایع}} \times 10 \times \frac{50}{100} \\
 &\Rightarrow -25000 = -34000 + \rho_{\text{مایع}} \times 5 \\
 &\Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 1800 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

اختلاف فشار بین دو نقطه درون مایع به واسطهٔ اختلاف ارتفاع ایجاد می‌شود. در این صورت می‌توان نوشت:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow (105 - 101) \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.2$$

$$\Rightarrow \rho = 2000 \text{ kg/m}^3$$

از طرفی می‌دانیم یکای kg/m^3 و g/L یکسان هستند. پس:

$$\rho = 2000 \text{ g/L}$$

به دلیل وجود نیروهای تلف کنندهٔ انرژی می‌توان نوشت:

$$\Delta E = \Delta U + \Delta K = E_f$$

$$\Rightarrow mg\Delta h + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = E_f$$

$$\Rightarrow \Delta E = m \times 10 \times 236 + \frac{1}{2}m(20^2 - 80^2) = m(2360 - 3000)$$

$$\Rightarrow \Delta E = E_f = -640 \text{ m}$$

در این صورت درصد انرژی تلف شده برابر است با:

$$\frac{|\Delta E|}{K_1} \times 100 = \frac{640 \text{ m}}{\frac{1}{2}m \times (80)^2} \times 100 = \frac{640}{3200} \times 100 = 20\%$$

با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ کار نیروی وزن می‌توان نوشت:

$$W_{mg} = -mg\Delta h = -2 \times 10 \times (1/5 - 1) = -10 \text{ J}$$

ابتدا تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس را حساب می‌کنیم:

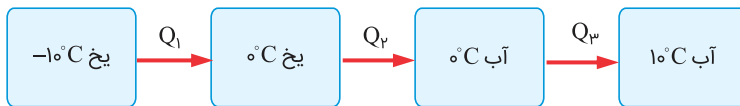
$$\Delta F = 122 - (-58) = 180^\circ \text{F}$$

$$\Delta \theta = \Delta T = \frac{5}{9} \Delta F = \frac{5}{9} \times 180 = 100^\circ \text{C}$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ محاسبهٔ تغییرات طول داریم:

$$\Delta \ell = \ell_1 \alpha \Delta T = 1158 \times 1/3 \times 10^{-5} \times 100 = 1/5 \text{ m}$$

باتوجه به تبدیل حالت و تغییر دمای ایجاد شده می‌توان نوشت:



$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 = (mc\Delta\theta)_{\text{یخ}} + mL_f + (mc\Delta\theta)_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow Q_t = 0/5 \times 2100 \times 10 + 0/5 \times 336000 + 0/5 \times 4200 \times 10$$

$$\Rightarrow Q_t = 199500 \text{ J} = 199/5 \text{ kJ}$$

- در واپاشی e^- ، تعداد پروتون‌ها یک واحد افزایش پیدا کرده و تعداد نوترون‌ها یک واحد کاهش می‌یابد. اما باید توجه داشت عدد جرمی ثابت می‌ماند. (یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود).
 - در واپاشی e^+ ، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود، سپس این پوزیترون از هسته گسیل می‌شود. در این صورت از عدد اتمی یک واحد کم می‌شود و تعداد نوترون‌ها یک واحد افزایش می‌یابد. باید توجه داشت عدد جرمی ثابت می‌ماند.

نیروی T_1 ، نیرویی است که از طرف نخ بر گلوله اثر کرده است. در این صورت واکنش آن از طرف گلوله بر نخ اثر می‌کند.
 نیروی T_2 ، نیرویی است که از طرف نخ بر سقف وارد می‌شود. در این صورت واکنش آن از طرف سقف بر نخ رو به بالا اثر می‌کند.
 ازطرفی باید توجه داشت که نیروهای کنش و واکنش بر دو جسم اثر می‌کنند. در این صورت نیروهای T_1 و T_2 نمی‌توانند کنش و واکنش هم باشند.

در اندازه‌گیری تندی شارش خون و دستگاه سونار از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

روش اول:

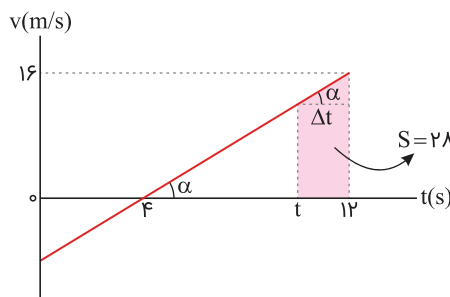
باتوجه به نمودار مکان- زمان داده شده ابتدا تندی متحرک A را حساب می‌کنیم:

$$|v_A| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{|64 - 28|}{12} = 3 \text{ m/s}$$

در این صورت تندی متحرک B برابر است با:

$$v_B = \frac{16}{3} |v_A| = \frac{16}{3} (3) = 16 \text{ m/s}$$

اکنون می‌توان نمودار سرعت- زمان مربوط به متحرک B که با شتاب ثابت حرکت می‌کند را رسم کرد:



باتوجه به نمودار، شتاب حرکت برابر است با:

$$S = 28 \text{ m} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{16 - 0}{12 - 4} = 2 \text{ m/s}^2$$

باتوجه به نمودار مکان- زمان داده شده مشخص می‌شود از لحظه (t) تا لحظه $t = 12 \text{ s}$ متحرک B، ۲۸ متر جابه‌جا شده است. پس باتوجه به سطح زیر نمودار مشخص شده می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} 28 &= \left(\frac{(16 - 2\Delta t) + 16}{2} \right) \Delta t \\ \Rightarrow 56 &= (32 - 2\Delta t) \Delta t \Rightarrow 56 = 32\Delta t - 2\Delta t^2 \\ \Rightarrow 2\Delta t^2 - 32\Delta t + 56 &= 0 \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s} \Rightarrow t = 12 - 2 = 10 \text{ s} \end{aligned}$$

در لحظه $t = 10 \text{ s}$ متحرک B از مبدأ عبور کرده و جهت بردار مکان آن تغییر می‌کند.

اکنون مکان متحرک A در این لحظه را حساب می‌کنیم:

$$x_A = vt + x_0 \Rightarrow x_A = -3t + 64 = -3(10) + 64 = 34 \text{ m}$$

چون متحرک B در مبدأ قرار دارد، فاصله دو متحرک برابر ۳۴ m است.

روش دوم:

ابتدا سرعت متحرک A را مشخص کرده و معادله حرکت آن را می‌نویسیم:

$$\begin{aligned} v_A &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{28 - 64}{12} = -3 \text{ m/s} \\ x_A &= v_A t + x_{0A} = -3t + 64 \end{aligned}$$

باتوجه به اطلاعات مربوط به نمودار در مورد متحرک B می‌توان نوشت:

$$v_B = \frac{16}{3} |v_A| = \frac{16}{3} (3) = 16 \text{ m/s} \quad (t = 12 \text{ s}) \text{ در لحظه‌ای که دو متحرک به هم می‌رسند}$$

$$4 \text{ s} \leq t \leq 12 \text{ s} : a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{16 - 0}{8} = 2 \text{ m/s}^2$$

اکنون باتوجه به مشخص بودن شتاب حرکت، می‌توان سرعت اولیه متحرک B را مشخص کرد:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{0 - v_0}{t} \Rightarrow v_0 = -8 \text{ m/s}$$

با استفاده از معادلهٔ مکان- زمان می‌توان مکان اولیه را نیز مشخص کرد:

$$\begin{cases} x_B = vt - \frac{1}{2}at + x_0 \\ t = 12 \text{ s} \\ x = 28 \text{ m} \end{cases} \Rightarrow 28 = 12v - \frac{1}{2}(8)(12) + x_0 \Rightarrow x_0 = -20 \text{ m}$$

$$\Rightarrow x_B = vt - \frac{1}{2}at + 20$$

اکنون می‌توان لحظهٔ تغییر جهت بردار مکان برای متحرک B را مشخص کرد:

$$x_B = 0 \Rightarrow vt - \frac{1}{2}at + 20 = 0 \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

در این صورت فاصلهٔ دو متحرک برابر است با:

$$d = x_A - x_B = (-3t + 64) - 0 = -3(10) + 64 = 34 \text{ m}$$