

گزینه ۲

۱

عبارت "اتم‌های این مواد به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند"، یعنی هیچ یک از اتم‌های آن مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با این وجود، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف جهت میدان خارجی، در این مواد شود. این موارد از ویژگی‌های مواد دیامغناطیسی مثل: مس، نقره، سرب و بیسموت است.

گزینه ۱

۲

فرایند ذوب، فرایندی گرماگیر است.

گزینه ۴

۳

سوال نسبت بار الکتریکی هسته اتم کربن-۱۲ یک بار یونیده ( $^{12}\text{C}^{+}$ ) را به بار الکتریکی کل همان اتم یونیده می‌خواهد. هسته اتم کربن: اتم کربن (C) دارای عدد اتمی ۶ است، به این معنی که هسته آن ۶ پروتون دارد. ایزوتوپ کربن-۱۲ نیز ۶ نوترون دارد. اتم کربن یک بار یونیده: اتم کربن در حالت خنثی ۶ الکترون دارد. وقتی یک بار یونیده می‌شود ( $\text{C}^{+}$ )، یک الکترون از دست می‌دهد و ۵ الکترون باقی می‌ماند. محاسبه بارها  
بار الکتریکی هسته:  
هسته شامل ۶ پروتون (با بار  $+e$  برای هر کدام) و ۶ نوترون (بدون بار) است.  
بنابراین، بار کل هسته برابر است با:

$$q_{\text{هسته}} = 6 \times (+e) = +6e$$

بار الکتریکی اتم یونیده:  
اتم یونیده شامل هسته (با بار  $+6e$ ) و ۵ الکترون (با بار  $-e$  برای هر کدام) است.  
بنابراین، بار کل اتم یونیده برابر است با:

$$q_{\text{اتم}} = (+6e) + (5 \times -e) = +6e - 5e = +e$$

محاسبه نسبت  
نسبت بار هسته به بار اتم یونیده برابر است با:

$$\frac{q_{\text{هسته}}}{q_{\text{اتم}}} = \frac{+6e}{+e} = 6$$

علت نادرستی سایر گزینه‌ها:

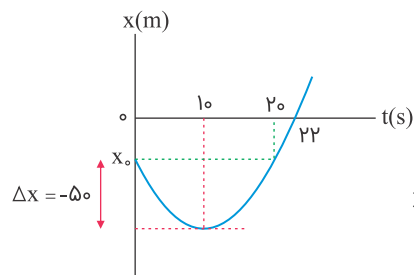
- (۱) هسته‌ها در واکنش‌های هسته‌ای برانگیخته می‌شوند.
- (۲) جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده‌اش کمتر است.
- (۳) انرژی نوکلئون‌های درون هسته کوانتیده است و نمی‌تواند هر انرژی دلخواهی را اختیار کند.

در لحظه  $t = 10\text{s}$  (رأس سهمی) سرعت صفر است. داریم:

$$t_{\text{راس}} = \frac{-v_0}{a} \Rightarrow \frac{-v_0}{a} = 10 \Rightarrow v_0 = -10a$$

جابه‌جایی از لحظه صفر تا  $t = 10\text{s}$  برابر است با مسافت طی شده در این بازه زمانی، پس:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t \Rightarrow -50 = \frac{1}{2}a(100) + (-10a) \times 10 \Rightarrow a = 1\text{m/s}^2, v_0 = -10\text{m/s}$$

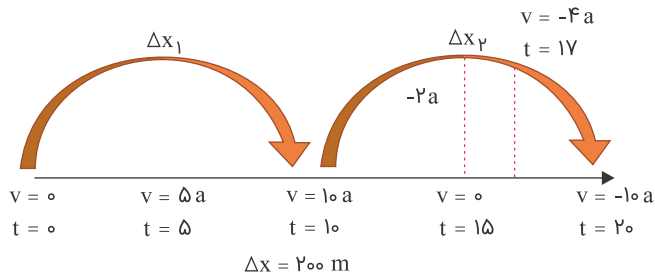


مکان متحرک در لحظه  $t = 20\text{s}$  به دلیل تقارن در سهمی، همان مکان اولیه است.

پس به کمک معادله مکان-زمان در  $t = 22\text{s}$  داریم:

$$x = \frac{1}{2}at^2 - 10t + x_0 \Rightarrow 0 = \frac{1}{2}(484) - 10(22) + x_0 \Rightarrow x_0 = -22\text{m}$$

مطابق شکل سرعت‌ها را در زمان‌های کلیدی از رابطه  $v = at + v_0$  به دست می‌آوریم.



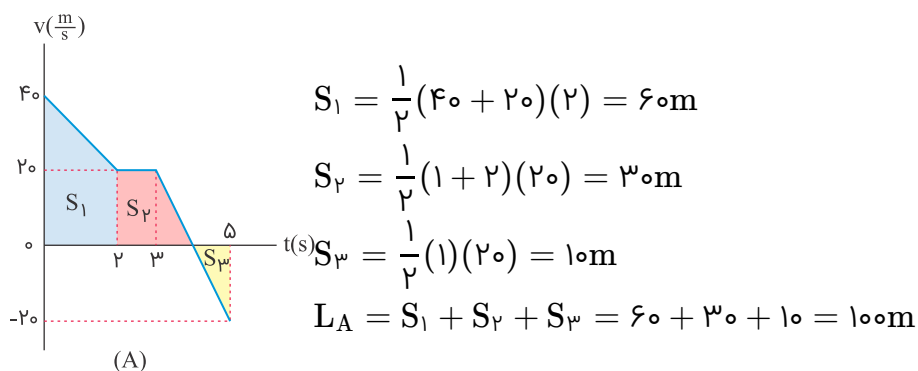
اکنون مسافت‌های طی شده در بازه‌های زمانی صفر تا  $t = 10 \text{ s}$  و  $t = 10 \text{ s}$  تا  $t = 20 \text{ s}$  را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta x = \left( \frac{v_1 + v_2}{2} \right) \Delta t \Rightarrow \begin{cases} \Delta x_1 = \left( \frac{0 + 10a}{2} \right) 10 = 50a \\ \Delta x_2 = \left( \frac{10a + 0}{2} \right) 10 + \left( \frac{0 + 10a}{2} \right) 10 = 50a \end{cases}$$

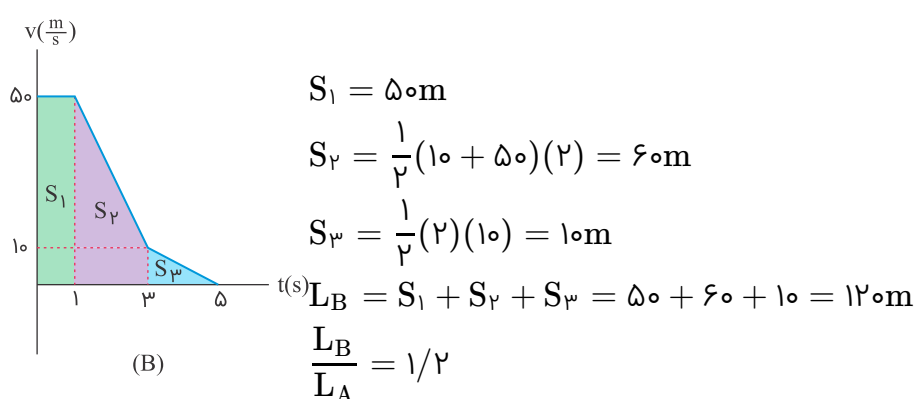
$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 \Rightarrow 100a = 200 \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10a - 0}{20 - 0} = \frac{-20a}{20} = -1 \text{ m/s}^2$$

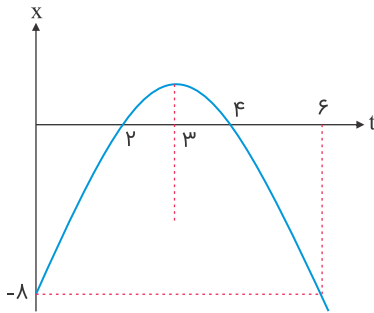
قدر مطلق مساحت زیر نمودار سرعت - زمان بیانگر مسافت طی شده است.  
مسافت طی شده A:



مسافت طی شده B:



۳ ثانیه دوم یعنی از  $t=3s$  تا  $t=6s$ . با توجه به اطلاعات داده شده، نمودار مکان- زمان مطابق زیر است:



همچنین در راس سهمی داریم:

$$t_{\text{راس}} = \frac{-v_0}{a} \Rightarrow \frac{-v_0}{a} = 3 \Rightarrow v_0 = -3a$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 - 3at \xrightarrow{t=3s} 8 = \frac{1}{2}a(3)^2 - 3a(3)$$

$$\Rightarrow a = -2 \text{ m/s}^2, v_0 = 6 \text{ m/s}$$

سرعت در لحظه  $t=3s$  صفر و همچنین به دلیل تقارن در سهمی، تندی در لحظه  $t=6s$  برابر تندی اولیه است.

$$s_{\text{av}} = \frac{v_2 + v_1}{2} = \frac{6 + 0}{2} = 3 \text{ m/s}$$

ابتدا بررسی می‌کنیم که جسم ساکن می‌ماند یا حرکت می‌کند.

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.8 \times 4 \times 10 = 32 \text{ N}$$

چون  $F < f_{s,\text{max}}$ ، جسم ساکن می‌ماند در نتیجه نیروی اصطکاک برابر است با:  $f_s = 30 \text{ N}$

$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} \Rightarrow R = 50 \text{ N}$$

$$g = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow \frac{g_{\text{ماه}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{M_{\text{ماه}}}{M_{\text{زمین}}} \times \left( \frac{r_{\text{زمین}}}{r_{\text{ماه}}} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{g_{\text{ماه}}}{9.80} = \frac{1}{80} \times (4)^2 \Rightarrow g_{\text{ماه}} = 196 \text{ cm/s}^2$$

با استفاده از رابطه مستقل از زمان شتاب را به دست می‌آوریم. (جهت مثبت را به پایین فرض کردیم)

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 36 = 2a(18) \Rightarrow a = -1 \text{ m/s}^2$$

حرکت کندشونده رو به پایین است.

$$T = m(g + |a|) = 1000(10 + 1) = 1/1 \times 10^4$$

$$A = 2 \text{ cm}$$

$$x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

$$t = \frac{T}{4} \Rightarrow x = A \cos \frac{\pi}{2} = 0 \rightarrow \text{مرکز نوسان}$$

$$t = \frac{3T}{4} \Rightarrow x = A \cos \frac{3\pi}{2} = -2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = -\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$l = |\Delta x| = |-\sqrt{2} - 0| = \sqrt{2} \text{ cm}$$

گزینه ۱: بخشی از موج عبور می‌کند و بخشی برمی‌گردد. بنابراین انرژی موج عبوری کاهش می‌یابد در نتیجه دامنه کاهش می‌یابد.

گزینه ۲: بسامد و در نتیجه دوره تناوب از ویژگی‌های چشمه موج است و ثابت می‌ماند.

گزینه ۳: با کاهش قطر طناب تندی انتشار افزایش می‌یابد. زیرا:

$$v \uparrow = \frac{2}{D \downarrow} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

گزینه ۴: طبق رابطه  $\lambda \uparrow = v \uparrow T$  ، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} m (A\omega)^2$$

$$E = 2K \Rightarrow K = \frac{1}{2} E \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2$$

$$\Rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2} A \omega = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 20\pi \times 0.04 = \frac{2\sqrt{2}\pi}{5} \text{ m/s}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \omega = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 0/\omega = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{10}$$

دو مرتبه رابطه شکست عمومی را می‌نویسیم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = (3 \times 10^8) \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = 3 \times 10^8 \times \frac{0.6}{0.8}$$

$$v_2 = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_1} \Rightarrow v_3 = v_1 \frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_1} = (3 \times 10^8) \frac{\sin 30^\circ}{\sin 53^\circ} = 3 \times 10^8 \times \frac{0.5}{0.8}$$

$$v_3 = 1.875 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\Delta v = v_2 - v_3 = (2.25 - 1.875) \times 10^8 = 3.75 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhc}{\lambda t} = \frac{3 \times 10^{21} \times 1240}{248 \times 60} \times 1/6 \times 10^{-19} = 40 \text{ W}$$

فوتون های انتقالی از  $n = 2$  به  $n = 1$  (سری لیمان) و  $n = 3$  به  $n = 2$  (سری بالمر) در محدوده فرورسرخ نیستند. در نتیجه فقط انتقال از  $n = 4$  به  $n = 3$  و انتقال از  $n = 5$  به  $n = 4$  قابل قبول است. (۲ فوتون)

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{m}{L\pi((1/4a^2) - a^2)} \Rightarrow \frac{\lambda}{\pi} = \frac{2100}{(10a)\pi(0.25a^2)} \\ \Rightarrow \lambda \times (2/1)a^3 = 2100 \Rightarrow a^3 = \frac{2100}{2/1 \times \lambda} = \frac{1000}{\lambda} \Rightarrow a = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ cm}$$

$$P_{\text{کل}} = P_o + P_{\text{مایع}} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = P_{\text{کل}} - P_o = 106 - 100 = 6 \text{ kPa}$$

چون مایع تغییر نکرده، جرم آن ثابت و در نتیجه نیرو ثابت می‌ماند.

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{P_{\text{مایع}}}{P_{\text{مایع}}} = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{P_{\text{مایع}}}{6} = \frac{\pi(10)^2}{\pi 50^2} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow P_{\text{مایع}} = 2 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{کل}} = P_o + P_{\text{مایع}} \Rightarrow P_{\text{کل}} = 100 + 2 = 102 \text{ kPa}$$

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_T = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \times (0.45) \times (16^2 - 20^2) = -32/4 J$$

$$W_T = F_T d \Rightarrow W_T = (F_1 \cos 30^\circ + F_2 - f_k) d$$

$$\Rightarrow W_T = \left( \frac{150\sqrt{3}}{2} + 60 - 30 \right) 10 = 1575 J$$

انبساط سطحی حفره را محاسبه می‌کنیم:

$$A_1 = \pi r^2 = 3 \times (10^2) = 300 \text{ mm}^2$$

$$\Delta A = 2 A_1 \alpha \Delta \theta = 2 \times 300 \times 2 \times 10^{-5} \times 150 = 1/8 \text{ mm}^2$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = 0.027 \Rightarrow |q_1| |q_2| = 12 \times 10^{-12} = 12 \mu C^2$$

در هنگام اتصال دو کره با سیم، هر دو دارای بار یکسان می‌شوند و داریم:

$$F_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{q'^2}{r^2} = 0.009 \Rightarrow q'^2 = 4 \times 10^{-12}$$

$$\Rightarrow q' = 2 \times 10^{-6} C = 2 \mu C$$

$$q' = \frac{q_1 + q_2}{2} = 2 \Rightarrow q_1 + q_2 = 4 \mu C$$

$$\begin{cases} |q_1| |q_2| = 12 \\ q_1 + q_2 = 4 \end{cases} \Rightarrow q_1 = 6 \mu C, q_2 = -2 \mu C$$

در واقع در هنگام اتصال دو کره، ۴ میکرو کولن بار از کره ۱ به کره ۲ منتقل می‌شود.

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{4 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = 2/5 \times 10^{13}$$

در خازن جدا شده از باتری، بار ثابت می‌ماند. با دوبرابر کردن فاصله بین صفحات خازن، ظرفیت آن نصف می‌شود.

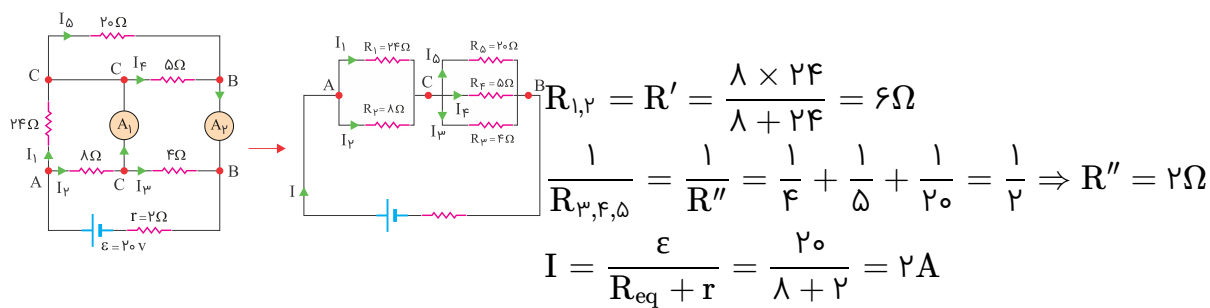
$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{d_2 = \frac{1}{2} d_1, C = \Delta n F} C = 2 / \Delta n F$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = \frac{1}{2} \times \frac{4 \Delta^2}{\Delta} = 2.02 / \Delta \text{ nJ}$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2} = \frac{1}{2} \times \frac{4 \Delta^2}{2 / \Delta} = 4.0 \Delta \text{ nJ}$$

$$U_2 - U_1 = 4.0 \Delta - 2.02 / \Delta = 2.02 / \Delta \text{ nJ} = 2 / 0.2 \Delta \times 10^2 \text{ nJ}$$

ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:



از نسبت عکس مقاومت‌ها کمک می‌گیریم:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{24}{\lambda} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 3I_1 = I_2$$

$$I_1 + I_2 = 2 \Rightarrow I_1 + 3I_1 = 2 \Rightarrow I_1 = 0.5 A, I_2 = 1.5 A$$

$$\frac{R_5}{R_4} = \frac{I_4}{I_5} \Rightarrow \frac{20}{5} = \frac{I_4}{I_5} \Rightarrow 4I_5 = I_4$$

$$\frac{R_5}{R_3} = \frac{I_3}{I_5} \Rightarrow \frac{20}{4} = \frac{I_3}{I_5} \Rightarrow 5I_5 = I_3$$

$$\Rightarrow I_3 + I_4 + I_5 = 2 \Rightarrow 5I_5 + 4I_5 + I_5 = 2$$

$$\Rightarrow I_5 = 0.2 A, I_4 = 0.8 A, I_3 = 1 A$$

پس جریان عبوری از آمپرسنج‌ها طبق شکل الف برابر است با:

$$I_2 = A_1 + I_3 \Rightarrow A_1 = 1.5 - 1 = 0.5 A$$

$$A_2 = I_5 + I_4 = 0.2 + 0.8 = 1 A$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{20}{10} = 2A$$

$$R_{eq} = \frac{10000 \times 10}{10000 + 10} = \frac{10000}{1001}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{20}{\frac{10000}{1001}} = 2/002A$$

$$I_2 - I_1 = 2/002 - 2 = 0/002A = 2mA$$

قبل از بستن کلید:

$$R_{12} = \frac{24 \times 6}{24 + 6} = 4 \Omega$$

$$R_{3,12} = R'' = 6 + 6 = 12 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{12 \times 12}{12 + 12} = 6 \Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{6 + 2} = \frac{\varepsilon}{8}$$

در مقاومت‌های موازی، جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

$$\frac{R''}{R_f} = \frac{I_f}{I_w} \Rightarrow \frac{12}{12} = \frac{I_f}{I_w} \Rightarrow I_f = I_w$$

$$I_w + I_f = I = \frac{\varepsilon}{8} \Rightarrow I_w = I_f = \frac{\varepsilon}{16}$$

$$\Rightarrow P_f = R_f I_f^2 = 12 \left( \frac{\varepsilon}{16} \right)^2 = \frac{3\varepsilon^2}{64}$$

بعد از بستن کلید مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  اتصال کوتاه می‌شوند، پس:

$$R_{w,f} = R'_{eq} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \Omega \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{4 + 2} = \frac{\varepsilon}{6}$$

$$\frac{6}{12} = \frac{I'_f}{I'_w} \Rightarrow I'_w = 2I'_f$$

$$I'_w + I'_f = I' \Rightarrow 2I'_f + I'_f = \frac{\varepsilon}{6} \Rightarrow I'_f = \frac{\varepsilon}{18}$$

$$P'_f = R_f I'^2_f = 12 \times \left( \frac{\varepsilon}{18} \right)^2 = \frac{\varepsilon^2}{27}$$

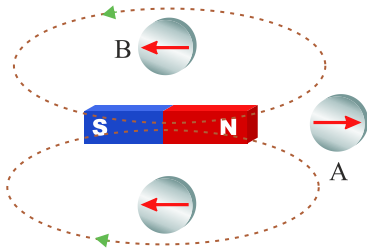
باز هم تقسیم جریان‌ها را داریم:

طبق صورت سوال، توان مصرفی  $\frac{17}{3} W$  تغییر کرده است پس:

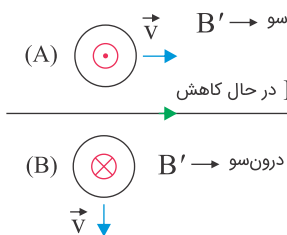
$$P_f - P'_f = \frac{3\varepsilon^2}{64} - \frac{\varepsilon^2}{27} = \frac{17}{3}$$

با حل این معادله یا امتحان گزینه‌ها در می‌یابیم که  $\varepsilon = 24V$  است.

در محیط خارج از آهنربای میله‌ای جهت خطوط میدان مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شود. همچنین جهت فلش‌های عقربه مغناطیسی باید در جهت خطوط میدان مغناطیسی باشد.



در حالت A میدان مغناطیسی حاصل از سیم مستقیم برون‌سو است. چون جریان در حال برون‌سو  $B' \rightarrow$  کاهش است، طبق قانون لنز جریان به گونه‌ای در حلقه القا می‌شود که با تغییر شار مقابله کند. پس جریان باید به گونه‌ای باشد که درون حلقه میدان برون‌سو ایجاد شود. بنابراین جریان پادساعتگرد است.



در حالت B میدان مغناطیسی حاصل از سیم مستقیم درون‌سو است. چون جریان در حال کاهش است و همچنین حلقه از سیم دور می‌شود، طبق قانون لنز جریان باید به گونه‌ای باشد که درون حلقه میدان درون‌سو ایجاد شود. بنابراین جریان ساعتگرد است.