



منتشر شد!



# جامع فیزیک پایه (تجربی)



منتشر شد!

مولفان: رضا خالو، امیرعلی میری

برشانه غول‌ها بایستید

فصل اول

۱۴ ۳ A

**پاسخ** باید یکای دو طرف تساوی یکسان باشد، گزینه‌ها را بررسی

می‌کنیم: الف)  $x=vt \Rightarrow [x]=[v][t] \Rightarrow m=m/s \times s \Rightarrow m=m$  (ب)  $v^2=2ax \Rightarrow m^2/s^2=m/s^2 \times m^2 \Rightarrow \frac{1}{s}=1$  / طرف رابطه سازگار است.

در رابطه (ب)  $\frac{1}{s}=1$  را به دست آوردیم که منطقی نیست و مفهوم آن این است که رابطه (ب) نمی‌تواند یک رابطه فیزیکی درست باشد.

پ)  $t=\sqrt{\frac{2x}{a}} \Rightarrow s=\sqrt{\frac{m}{m/s^2}} \Rightarrow s=s$  (ت)  $v=at \Rightarrow m/s=m/s^2 \times s \Rightarrow m/s=m/s$  (ت) سازگار است.

سازگار است. / ث)  $v=\frac{1}{2}at^2 \Rightarrow m/s=m/s^2 \times s^2 \Rightarrow 1=s^2$  در رابطه (ث) به نتیجه  $1=s^2$  رسیده‌ایم که نمی‌تواند درست باشد. بنابراین رابطه (ث)، یک رابطه فیزیکی درست نیست.

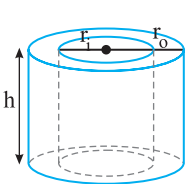
یادآوری می‌کنیم که اگر یکاها را در طرفین تساوی برابر قرار می‌دهیم، باید عددهای ثابت را مثل  $\frac{1}{3}$  و ۲ در اینجا، بدون یکا به حساب آوریم.

۷۳ ۴ A

**پاسخ** می‌خواهیم از فلزی به چگالی  $6g/cm^3$ ، یک استوانه

توخالی با شعاع داخلی  $5cm$  و شعاع خارجی  $10cm$  و ارتفاع  $20cm$  بسازیم. جرم این استوانه چند کیلوگرم می‌شود؟ ( $\pi=3$ )

- ۱) ۷ ۲) ۴۸ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶



**پاسخ** در رابطه چگالی،  $V$  حجم ماده‌ای است که جسم از آن ساخته شده است.

به‌طور مثال: در یک لوله فلزی استوانه‌ای به شعاع داخلی  $r_1$  و شعاع خارجی  $r_0$  منظور از حجم فلز مقدار زیر است:

$$V_{\text{فلز}} = \pi(r_0^2 - r_1^2)h$$

حجم فلز به‌کار برده شده در این استوانه را حساب می‌کنیم.

$$V = \frac{4}{3}\pi(r_0^2 - r_1^2)h = \frac{4}{3}\pi \times 3(10^2 - 5^2) \times 20$$

$$\Rightarrow V = 4 \times 75 \times 20 \Rightarrow V = 6000 \text{ cm}^3$$

جرم را حساب می‌کنیم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 6 \times 6000 = 36000 \text{ g} \Rightarrow m = 36 \text{ kg}$$

۷۶ ۲ A

**پاسخ** درون یک ظرف دارای پیستون مقداری گاز محبوس

است. اگر توسط پیستون حجم ظرف را نصف کنیم، چگالی گاز درون ظرف چند برابر می‌شود؟

- ۱)  $\frac{1}{2}$  ۲) ۲ ۳) ۴۲ ۴) تغییر نمی‌کند

**پاسخ** حجم گاز نصف شده اما جرم آن ثابت است بنابراین:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} \Rightarrow \rho' = \frac{m}{V'} \xrightarrow{V' = \frac{V}{2}} \rho' = \frac{m}{\frac{V}{2}} \Rightarrow \rho' = 2\rho \\ \rho' &= \frac{m}{V'} \end{aligned} \right.$$

۳۱ ۲ A

**پاسخ** کمیت‌های عنوان شده در کدام گزینه همگی اصلی هستند؟

- ۱) شدت روشنایی، طول، نیرو  
۲) گرما، زمان، جرم  
۳) جریان الکتریکی، دما، جرم  
۴) اختلاف پتانسیل الکتریکی، مقدار ماده، زمان

**پاسخ** فیزیک‌دان‌ها هفت کمیت جرم، طول، زمان، جریان الکتریکی، دما، مقدار ماده و شدت روشنایی را به عنوان کمیت‌های اصلی اختیار کرده‌اند.

۳۱ ۲ A

**پاسخ** فاصله اختروشی از منظومه شمسی برابر  $1.05 \text{ AU}$  است.

این فاصله برحسب سال نوری تقریباً برابر کدام گزینه می‌باشد؟ (مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند تقریباً  $8 \times 10^{13} \text{ m}$  بوده و میانگین فاصله زمین تا خورشید برابر  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$  است.)

- ۱)  $1.5 \times 10^8$  ۲)  $1.5 \times 10^{11}$  ۳)  $3 \times 10^{14}$  ۴)  $3 \times 10^{17}$

**پاسخ** یکای نجومی (AU) برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید یعنی  $1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$  است. فاصله اختروش از منظومه شمسی برابر  $1.05 \text{ AU}$  است

که آن را برحسب متر به دست می‌آوریم.  $1.05 \text{ AU} \times \left(\frac{1.5 \times 10^{11} \text{ m}}{1 \text{ AU}}\right) = 1.575 \times 10^{12} \text{ m}$

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند و هر سال  $12$  ماه است. مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند  $8 \times 10^{13} \text{ m}$  است، بنابراین مسافت طی شده توسط نور در یک سال خواهد شد.  $1 \text{ ly} = 12 \times 8 \times 10^{13} = 96 \times 10^{13} \text{ m}$  اکنون فاصله اختروش تا منظومه شمسی را برحسب سال نوری با روش تبدیل زنجیره‌ای به دست می‌آوریم:

$$1.05 \text{ AU} = 1.575 \times 10^{12} \text{ m} \times \frac{1 \text{ ly}}{96 \times 10^{13} \text{ m}} = \frac{1.575}{96} \times 10^{-1} \text{ ly} \approx 1.64 \times 10^{-2} \text{ ly}$$

۳۴ ۲ B

**پاسخ** ارتفاع یک گیاه در هر هفته به اندازه  $10/08 \text{ cm}$  رشد

می‌کند. آهنگ متوسط رشد این گیاه چند  $\mu\text{m/s}$  است؟ **از کتاب درسی**

- ۱)  $\frac{1}{3}$  ۲)  $\frac{1}{6}$  ۳)  $\frac{1}{2}$  ۴)  $\frac{1}{4}$

**پاسخ** آهنگ رشد گیاه  $10/08 \frac{\text{cm}}{\text{هفته}}$  است که باید هفته را به ثانیه (s) تبدیل کنیم:

$$10/08 \frac{\text{cm}}{\text{هفته}} \times \frac{1 \text{ روز}}{7 \text{ روز}} \times \frac{1 \text{ h}}{24 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ s}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{6} \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

حال  $\text{cm}$  را به  $\mu\text{m}$  تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{1}{6} \times 10^{-4} \text{ cm/s} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{10^6 \mu\text{m}}{1 \text{ m}} = \frac{1}{6} \mu\text{m/s}$$

۴۲ ۲ B

**پاسخ** با در نظر گرفتن یکای کمیت‌های جابه‌جایی، سرعت، شتاب

و زمان، در چه تعداد از روابط زیر، یکای دو طرف تساوی با یکدیگر سازگاری دارد؟ (x نماد جابه‌جایی، v نماد سرعت، a نماد شتاب و t نماد زمان است.) **قلمچی**

- الف)  $x=vt$  ب)  $v^2=2ax$  ج)  $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}$  د)  $v=at$   
 ث)  $v=\frac{1}{2}at^2$  ز)  $v=at$   
 ۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵



۴ ۹۳ A

**بازی با سؤال** چگالی جسم A،  $\frac{2}{3}$  چگالی جسم B است. اگر جرم

$50\text{cm}^3$  از جسم A برابر  $750\text{g}$  باشد، جرم  $60\text{cm}^3$  از جسم B چند گرم است؟

کنکور دهه‌های گذشته

- (۱) ۹۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۱۱۲۵ (۴) ۱۳۵۰

**پاسخ** بنا به فرض مسئله و داده‌های آن می‌توان نوشت:

$$\rho_A = \frac{2}{3} \rho_B \xrightarrow{\rho = m/V} \frac{m_A}{V_A} = \frac{2}{3} \frac{m_B}{V_B}$$

$$\frac{m_A = 750\text{g}, V_A = 50\text{cm}^3}{m_B = ?, V_B = 60\text{cm}^3} \rightarrow \frac{750}{50} = \frac{2}{3} \frac{m_B}{60} \Rightarrow m_B = 1350\text{g}$$

۳ ۹۴ A

**بازی با سؤال** قطر یک گلوله توپر آلومینیومی دو برابر قطر یک گلوله توپر

مسی است. اگر جرم گلوله آلومینیومی  $\frac{2}{4}$  برابر جرم گلوله مسی باشد، چگالی آلومینیوم چند برابر چگالی مس است؟

خارج ریاضی - ۸۷

- (۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{3}{4}$  (۴)  $\frac{1}{8}$

**پاسخ** ابتدا نسبت حجم دو گلوله را حساب می‌کنیم

$$\frac{V_{Al}}{V_{Cu}} = \frac{\frac{4}{3} \pi (r_{Al})^3}{\frac{4}{3} \pi (r_{Cu})^3} \xrightarrow{r_{Al} = 2r_{Cu}} \frac{V_{Al}}{V_{Cu}} = 8$$

نسبت چگالی‌ها خواهد شد:

$$\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = \frac{\frac{m_{Al}}{V_{Al}}}{\frac{m_{Cu}}{V_{Cu}}} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} \times \frac{V_{Cu}}{V_{Al}}$$

$$\frac{m_{Al} = \frac{2}{4} m_{Cu}}{\rho_{Cu}} \rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = \frac{2}{4} \times \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} = \frac{1}{16}$$

۴ ۱۰۴ C

**بازی با سؤال** ظرفی محتوی آب را که قطعه یخی بر سطح آن شناور

است حرارت می‌دهیم تا همه یخ ذوب شود به طوری که  $3\text{cm}^3$  از حجم مخلوط آب و یخ کاسته می‌شود. اگر چگالی یخ  $0.9\text{g/cm}^3$  و چگالی آب  $1\text{g/cm}^3$  باشد، حجم یخ اولیه چند سانتی‌متر مکعب بوده است؟

- (۱) ۲۷ (۲)  $\frac{1}{8}$  (۳)  $\frac{4}{5}$  (۴) ۳۰

**پاسخ** حجم آب تولید شده در اثر ذوب یخ  $3\text{cm}^3$  از حجم یخ کمتر است. بنابراین:

$$V_W = V_i - 3$$

جرم آب حاصل از ذوب یخ و جرم یخ برابر است از این‌رو:

$$m_W = m_i \Rightarrow \rho_W V_W = \rho_i V_i \Rightarrow 1 \times (V_i - 3) = 0.9 V_i \Rightarrow V_i = 30\text{cm}^3$$

۱ ۱۲۲ A

**بازی با سؤال** کره توپری به شعاع R از فلزی با چگالی  $\rho$  ساخته شده

است. اگر درون آن حفره‌ای کروی به شعاع  $\frac{R}{4}$  و هم‌مرکز با کره ایجاد شود، چگالی

آن چند برابر  $\rho$  می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{4}$  (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{1}{8}$  (۴)  $\frac{1}{16}$

۱ ۹۱ B

**بازی با سؤال** درون مکعبی برنزی به جرم  $6/4\text{kg}$  که طول هر ضلع آن

$10\text{cm}$  است، حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی برنز  $8\text{g/cm}^3$  باشد، چند درصد از حجم این مکعب برنزی را حفره تشکیل داده است؟

- (۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) ۵ (۴) ۱۵

**پاسخ** چگالی  $\rho$  برحسب  $\text{kg/m}^3$  برابر است با:

$$\rho = 8\text{g/cm}^3 = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{10^{-3}\text{kg}}{1\text{g}} \times \frac{10^6\text{cm}^3}{1\text{m}^3} = 8 \times 10^3\text{kg/m}^3$$

۲ ابتدا حجم فلز برنزی که در ساخت مکعب به کار رفته را حساب می‌کنیم.

$$\rho = \frac{m_{\text{برنز}}}{V_{\text{برنز}}} \Rightarrow 8000 = \frac{6/4}{V_{\text{برنز}}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{برنز}} = \frac{6/4}{8000} = \frac{0.75}{8000} = 9.375 \times 10^{-5}\text{m}^3 = 93.75\text{cm}^3$$

۳ حجم ظاهری کل مکعب برابر است با:

$$V_{\text{کل}} = a^3 = (10\text{cm})^3 = 1000\text{cm}^3$$

حجم حفره را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهر}} - V_{\text{برنز}} \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 1000 - 93.75 = 906.25\text{cm}^3$$

$$\frac{V_{\text{حفره}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{906.25}{1000} = 0.90625$$

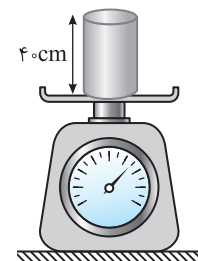
حجم حفره به حجم کل برابر است با:

پس  $\frac{1}{10}$  یا  $10\%$  حجم کل را حفره تشکیل داده است.

۲ ۹۲ C

**بازی با سؤال** مطابق شکل استوانه‌ای

توخالی به ارتفاع  $40\text{cm}$  به شعاع داخلی  $5\text{cm}$  و شعاع خارجی R از یک فلز با چگالی  $3500\text{kg/m}^3$  ساخته شده است. اگر استوانه را از آب پر کنیم، جرم مجموع برابر  $7/62$  کیلوگرم می‌شود. R چند سانتی‌متر است؟ ( $\pi \approx 3, \rho_{\text{آب}} = 1\text{kg/L}$ )



- (۱) ۲ (۲) ۶ (۳) ۴ (۴) ۳

**پاسخ** ابتدا جرم ظرف را با توجه به چگالی فلز و حجم ظرف به دست می‌آوریم.

$$V_{\text{ظرف}} = h(\pi R_{\text{خارجی}}^2 - \pi R_{\text{داخلی}}^2) = 40 \times (\pi R^2 - 25\pi)$$

$$= 120\pi(R^2 - 25) = 120\pi R^2 - 3000\pi\text{cm}^3$$

$$\rho_{\text{ظرف}} = m_{\text{ظرف}} / V_{\text{ظرف}} = 3500\text{kg/m}^3 = 3.5\text{g/cm}^3$$

$$m_{\text{ظرف}} = \rho V = 420\pi R^2 - 10500\pi\text{g} \quad (1)$$

آب درون فضای خالی ظرف به حجم  $V = \pi R_{\text{داخلی}}^2 h = 3 \times 25 \times 40 = 3000\pi\text{cm}^3$

قرار می‌گیرد:

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{m_{\text{آب}}}{V_{\text{آب}}} \Rightarrow \rho = 1\text{kg/L} = 1\text{g/cm}^3 \Rightarrow m = 3 \times 10^3\text{g} = 3\text{kg}$$

پس از  $7/62\text{kg}$ ، جرم آب بوده و مابقی جرم ظرف است، بنابراین:

$$m_{\text{ظرف}} = 7/62 - 3 = 4/62\text{kg} = 4620\text{g} \quad (2)$$

با توجه به رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$(1), (2) \Rightarrow 420\pi R^2 - 10500\pi = 4620\pi \Rightarrow 420\pi R^2 = 15120\pi$$

$$\Rightarrow R^2 = 36 \Rightarrow R = 6\text{cm}$$

**پاسخ** می‌دانیم چگالی یک جسم به جنس جسم و فاصله بین مولکول‌های آن بستگی دارد و در این مسأله هیچ کدام تغییر نکرده است، بنابراین چگالی ثابت است.

**B** ۱۲۲ ۳

**بازی با سوال** دو مکعب فلزی هم‌جنس A و B که به ترتیب طول ضلع آن‌ها  $a$  و  $2a$  و جرم آن‌ها  $m$  و  $2m$  است در اختیار داریم. اگر بدانیم یکی از مکعب‌ها توپر و دیگری توخالی است حجم حفره برابر کدام گزینه است؟

- (۱)  $2a^3$  (۲)  $4a^3$   
(۳)  $6a^3$  (۴)  $3a^3$

**پاسخ** طول ضلع مکعب B، دو برابر طول ضلع مکعب A است، بنابراین حجم مکعب B، هشت برابر حجم مکعب A است.

$$\begin{cases} V_A = a^3 \\ V_B = (2a)^3 = 8a^3 \end{cases} \Rightarrow V_B = 8V_A \xrightarrow{m=\rho V} m_B = 8m_A$$

از این رو باید جرم مکعب B، ۸ برابر جرم مکعب A باشد. اما در صورت مسأله جرم مکعب A،  $m$  و جرم مکعب B،  $2m$  بیان شده است در نتیجه مکعب A توپر و مکعب B توخالی است. حجم فلز تشکیل دهنده مکعب B برابر است با:

$$V = \frac{m_B}{\rho} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = \frac{2m}{\rho} \quad (1)$$

$$V_B = \frac{8m}{\rho} \quad (2) \quad \text{حجم مکعب توپر B برابر است با:}$$

دو رابطه (۱) و (۲) را بر هر تقسیم می‌کنیم تا حجم فلز را بر حسب  $a^3$  به دست بیاوریم:

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{V_{\text{فلز}}}{8a^3} = \frac{2m}{8m} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 2a^3$$

حجم حفره B برابر حجم ظاهری مکعب B منهای حجم فلزی است که مکعب از آن ساخته شده است.

$$V_{\text{حفره}} = 8a^3 - 2a^3 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 6a^3$$



## فصل دوم

A ۱۳۲ ۳

**بازی با سؤال** اگر فاصله بین دو مولکول مایع یک بار  $10^{-12} m$  و بار دیگر  $10^{-8} m$  باشد، نیروی بین دو مولکول به ترتیب از چه نوعی است؟

(۱) ربایشی، رانشی

(۲) رانشی، ربایشی

(۳) رانشی، نیروی بین مولکولی صفر است.

(۴) ربایشی، نیروی بین مولکولی صفر است.

**پاسخ** در حالت عادی، فاصله بین مولکولها در مایعها حدود  $10^{-10} m$  است و بین مولکولها نیروی ربایشی وجود دارد. هنگامی که فاصله بین مولکولها کمتر از  $10^{-10} m$  می شود، بین مولکولها نیروی رانشی به وجود می آید و هنگامی که فاصله مولکولها کمی زیاد شود بین آنها نیروی ربایشی به وجود می آید. اگر این افزایش فاصله زیاد باشد، نیروی بین مولکولی ناچیز و عملاً صفر می شود. وقتی فاصله مولکولها  $10^{-8} m$  می شود، فاصله صد برابر شده است. پس نیروی بین مولکولها صفر می شود.

A ۱۳۶ ۲

**بازی با سؤال** دو ظرف آب A و B در دو دمای  $T_A$  و  $T_B$  در اختیار داریم. اگر  $T_B < T_A$  باشد، کدام گزینه درست است؟

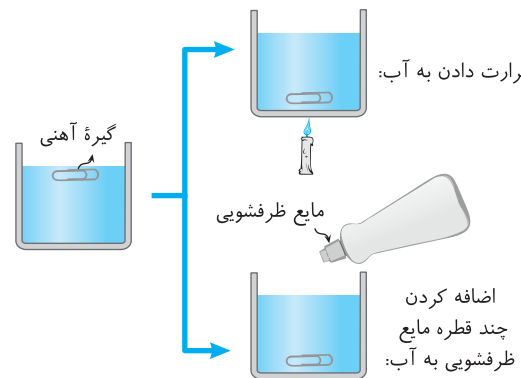
(۱) قطره های آب ظرف A از قطره های آب ظرف B بزرگ تر است.

(۲) اگر آب درون ظرف A روی سطح شیشه ای به صورت قطره باقی بماند، قطعاً آب درون ظرف B نیز روی سطح به صورت قطره باقی می ماند.

(۳) اگر گیره ای فلزی در ظرف A روی سطح آن باقی نماند، قطعاً روی سطح ظرف B نیز باقی نمی ماند.

(۴) هر سه گزینه درست است.

**پاسخ خط فکری** افزایش دمای مایع باعث کاهش نیروی هم چسبی بین مولکولهای مایع و کشش سطحی آن می شود. افزودن ناخالصی به آب باعث کاهش کشش سطحی آب می شود مثلاً در شکل زیر اگر یک گیره آهنی روی سطح آب قرار گرفته باشد، داریم:



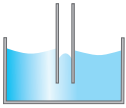
با توجه به خط فکری، با افزایش دما نیروی هم چسبی کاهش می یابد، بنابراین نیروی هم چسبی A کمتر از نیروی هم چسبی B است و قطره های آب A کوچک تر از قطره های آب B است زیرا کشش سطحی که حاصل از نیروی هم چسبی است در A کمتر از B بوده و قطره های آن نیز کوچک تر است و گزینه (۱) نادرست است. / همچنین با توجه به اینکه کشش سطحی A کمتر از B است، اگر گیره فلزی در سطح آب A باقی نماند ممکن است در سطح آب B که کشش سطحی بیشتری دارد، باقی بماند پس گزینه (۳) نیز نادرست است.

A ۱۴۴ ۳

اگر آب A روی سطح شیشه ای به صورت قطره باقی بماند یعنی نیروی هم چسبی آن از نیروی دگر چسبی A و شیشه بیشتر است و با توجه به اینکه نیروی هم چسبی B از A بیشتر است پس مطمئناً آب B نیز روی سطح آن شیشه به صورت قطره باقی می ماند و گزینه (۲) درست است.

**بازی با سؤال** هر گاه سطح درونی لوله شیشه ای را روغن اندود کرده و سپس لوله را وارد ظرف آب کنیم، سطح آب درون لوله ..... می ایستد، زیرا نیروی هم چسبی بین مولکولهای آب از نیروی دگر چسبی بین آب و روغن ..... است.

(۱) کوژ - کمتر (۲) کاو - کمتر (۳) کوژ - بیشتر (۴) کاو - بیشتر

**پاسخ** نیروی بین مولکولهای آب از نیروی

دگر چسبی بین آب و روغن بیشتر است و همین امر

سبب می گردد که سطح آب درون لوله به شکل کوژ

و پایین تر از سطح آب درون ظرف قرار گیرد.

B ۱۴۶ ۳

**بازی با سؤال** کدام یک از گزاره های زیر در مورد مایع ریخته شده بر سطح جامد درست است؟

(۱) الزاماً سطح جامد چرب است.  
 (۲) سطح این مایع درون لوله موئین از جنس این جامد دارای تحدب (کوژ) خواهد بود.  
 (۳) مایع درون لوله موئین از جنس این جامد بالاتر از سطح مایع قرار می گیرد.  
 (۴) تمام موارد بالا

**پاسخ** با توجه به شکل، مایع به صورت لایه ای روی جامد قرار گرفته است بنابراین نیروی دگر چسبی بین این مایع و این جامد از نیروی هم چسبی بین مولکولهای مایع بیشتر است و سطح مایع درون لوله موئین این جامد از سطح مایع درون ظرف بالاتر می رود و سطح آن دارای تفر (کاو) است. گزینه (۲) نادرست و گزینه (۳) درست است. در مورد گزینه (۱) باید گفت که لزومی ندارد که سطح جامد چرب باشد.

A ۱۴۸ ۳

**بازی با سؤال** با توجه به شکل روبه رو کدام گزینه درست است؟

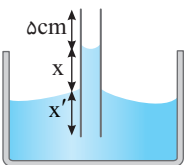
(۱) اگر  $x', x$ ،  $1\text{ cm}$  افزایش پیدا کند،  $x$  نیز  $1\text{ cm}$  افزایش می یابد.(۲) اگر  $x', x$ ،  $1\text{ cm}$  افزایش پیدا کند،  $x$  کمتر از  $1\text{ cm}$  افزایش می یابد.(۳) اگر  $x', x$ ،  $1\text{ cm}$  افزایش پیدا کند،  $x$  تغییر نمی کند.(۴) اگر  $x', x$ ،  $1\text{ cm}$  افزایش پیدا کند،  $x$  بیشتر از  $1\text{ cm}$  افزایش می یابد.

**پاسخ خط فکری** در لوله های موئین، میزان بالا آمدن مایع درون لوله به میزان فرورفتگی لوله موئین درون ظرف بستگی ندارد.

به شکل نگاه کنید با توجه به خط فکری بیان شده

اگر لوله را  $1\text{ cm}$  بیشتر وارد مایع کنیم مقدار  $x$  تغییر

نمی کند و گزینه (۳) درست است.



**B** ۲۷۷ ۳

**بازی با سؤال** چه ارتفاعی از آب (برحسب متر) فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ (چگالی آب و جیوه به ترتیب  $1000 \text{ kg/m}^3$  و  $13600 \text{ kg/m}^3$  است.)

- (۱) ۰/۱۵ (۲) ۱/۵۰ (۳) ۲/۰۴ (۴) ۸/۰۲

**یاسج** **فکری** در واقع پرسش این است که فشار ستون چند متری آب با فشار ستون ۱۵۰ میلی‌متری جیوه برابر است. ( $P_W = P_{Hg}$ )

با توجه به خط فکری فشار جیوه را با فشار آب برابر قرار می‌دهیم. ارتفاع جیوه  $h_{Hg} = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$  است.

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow 13600 \times 15 = 1000 \times h \Rightarrow h = 136 \times 15 = 204 \text{ cm} = 2.04 \text{ m}$$

**A** ۲۷۸ ۳

**بازی با سؤال** ارتفاع سقف یک سالن از کف آن برابر ۸ متر است. چنانچه چگالی هوا  $1/25 \text{ g/L}$  باشد، فشار هوا در سقف سالن چند پاسکال از فشار هوا در کف سالن کمتر است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

- (۱) صفر (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰۰۰

**یاسج** چگالی هوا را برحسب  $\text{kg/m}^3$  به دست می‌آوریم:

$$\rho = 1/25 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{10^{-3} \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 1/25 \text{ kg/m}^3$$

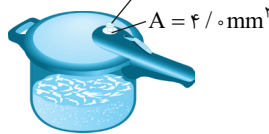
برای فشار هوا می‌توان از رابطه  $\rho gh$  استفاده کرد، یعنی اگر فشار در کف اتاق  $P$  باشد و به اندازه  $h$  از کف اتاق بالا برویم. فشار هوا به اندازه  $\rho gh$  کم می‌شود، بنابراین با فرض اینکه در این فاصله چگالی هوا و شتاب گرانش ثابت است می‌توان نوشت:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = 1/25 \times 10 \times 8 = 10 \text{ Pa}$$

**B** ۲۸۳ ۱

**بازی با سؤال** مساحت روزنه خروج بخار آب روی در یک زودپز  $4 \text{ mm}^2$  است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چند گرم باشد تا فشار داخل زودپز در  $2 \text{ atm}$  نگه داشته شود؟ ( $P_0 = 1 \text{ atm}$ )

- (۱) ۴۰ (۲) ۰/۰۴ (۳) ۸۰ (۴) ۰/۰۸



**یاسج** باید مجموع فشار ناشی از وزنه و فشار هوا با فشار داخل دیگ

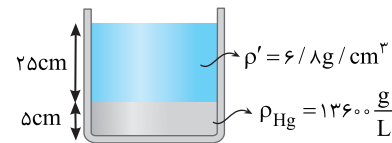
$$P_{\text{دیگ}} = P_0 + \frac{W}{A} \Rightarrow 2 \times 10^5 = 1 \times 10^5 + \frac{W}{4 \times 10^{-6}}$$

$$10^5 = \frac{W}{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow W = 4 \times 10^{-1} = m \times 10 \Rightarrow m = 0.04 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$

**B** ۲۸۵ ۳

**بازی با سؤال** در ظرفی مطابق شکل دو مایع روی هم قرار گرفته‌اند. فشار ناشی از مایع در کف ظرف  $P$  کیلوپاسکال و  $P'$  سانتی‌متر جیوه است.  $P$  و  $P'$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

- (۱) ۱۷/۵، ۱۶/۸ (۲) ۱۲/۵، ۱۶/۸ (۳) ۱۷/۵، ۲۳/۸ (۴) ۱۲/۵، ۲۳/۸



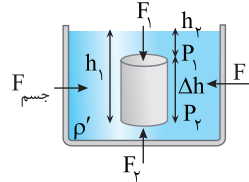
**B** ۱۹۰ ۲

**بازی با سؤال** مطابق شکل، جسمی درون مایعی قرار دارد. اختلاف نیروی وارد بر سطح بالایی جسم با نیروی وارد بر سطح پایینی جسم از طرف مایع به کدام عامل بستگی ندارد؟



- (۱) ابعاد جسم (۲) چگالی جسم (۳) چگالی مایع (۴) شتاب گرانش

**یاسج** در شکل روبه‌رو  $F_1$  نیروی

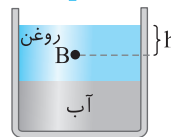


وارد بر سطح بالایی و  $F_2$  نیروی وارد بر سطح پایینی است.  $\rho$  چگالی جسم و  $\rho'$  چگالی مایع است. اختلاف نیروی وارد بر دو سطح خواهد شد:

$$\Delta F = F_2 - F_1 = P_2 A - P_1 A = (\Delta P) A \xrightarrow{\Delta P = \rho' g \Delta h} \Delta F = \rho' g (\Delta h) A$$

به حاصل ضرب  $\Delta h$  در  $A$  دقت کنید، این حجم جسمی است که در مایع قرار گرفته است، بنابراین اختلاف نیرو  $(\Delta F = \rho' g V)$  به چگالی مایع ( $\rho'$ ) و حجم جسم ( $V$ ) و شتاب گرانش ( $g$ ) بستگی دارد و به چگالی جسم بستگی ندارد.

**C** ۲۳۵



**بازی با سؤال** فشار در نقطه B را قبل و بعد

از مخلوط شدن دو مایع با هم مقایسه کنید؟ **یاسج** در حالت اول فشار در نقطه B برابر  $\rho_{\text{روغن}} gh$  است و پس از هم زدن و مخلوط شدن فشار در نقطه B برابر  $\rho_{\text{مخلوط}} gh$  است و چون چگالی مخلوط از چگالی روغن بیشتر است پس فشار در نقطه B افزایش می‌یابد.

**C** ۲۴۱ ۱

**بازی با سؤال** اختلاف فشار بین دو نقطه درون ظرف پر از آبی در حال سکون  $P$  می‌باشد. اگر ظرف آب با شتاب ثابت گرانش سقوط کند، اختلاف فشار بین این دو نقطه .....

- (۱) برابر صفر می‌شود. (۲) بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از  $P$  می‌شود. (۳) برابر  $P$  می‌شود. (۴) بزرگ‌تر از  $P$  می‌شود.

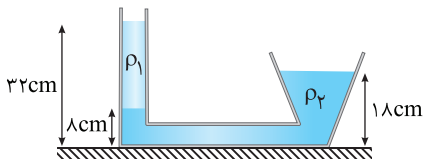
**یاسج** وقتی که ظرف با شتاب ثابت گرانش ( $a = g$ ) سقوط می‌کند، فشار

$$P = \rho h (g - a) \xrightarrow{a = g} P = \rho h (g - g) = 0$$

در هر نقطه برابر خواهد شد با:  $0$  بنابراین اختلاف فشار صفر می‌شود.

**A** ۲۴۲ ۳

**بازی با سؤال** با توجه به شکل زیر،  $\rho_1 / \rho_2$  کدام است؟



- (۱) ۱۶/۹ (۲) ۱۲/۵ (۳) ۵/۱۲ (۴) ۹/۱۶

**یاسج** فشار در نقاط هم‌تراز با هم برابر است:

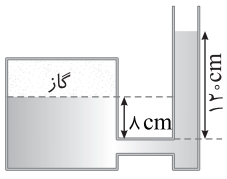
$$h_1 = 32 - 18 = 24 \text{ cm}$$

$$h_2 = 18 - 18 = 0 \text{ cm}$$

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 24 = \rho_2 \times 0 \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{0}{24}$$



**۴ ۳۰۵ A**

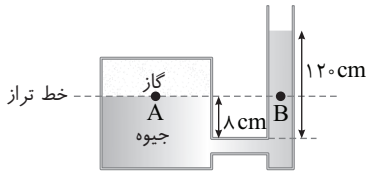


**بازی با سؤال** در شکل مقابل، مایع درون ظرف جیوه است. اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار گاز درون محفظه چند سانتی‌متر جیوه است؟

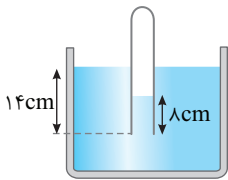
- ۴۵ (۱)      ۸۳ (۲)      ۱۷۵ (۳)      ۱۸۷ (۴)

**بازی با سؤال** خط تراز را رسم می‌کنیم، فشار در نقاط A و B روی خط تراز برابر است. در سمت چپ در نقطه A فشار برابر فشار گاز و در سمت راست در نقطه B، فشار برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون ۱۲۰-۸=۱۱۲cm جیوه است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 + P_{\text{جیوه}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = ۷۵ + ۱۱۲ = ۱۸۷ \text{ cmHg}$$



**۳ ۳۰۷ B**



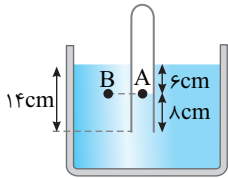
**بازی با سؤال** مطابق شکل، دهانه لوله قائمی تا عمق ۱۴ سانتی‌متر درون مایعی به چگالی  $\rho = ۰/۹ \text{ g/cm}^3$  فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتی‌متر باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ (فشار هوا  $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵ \text{ g/cm}^3$  است.)

- ۷۵/۵ (۱)      ۷۵/۶ (۲)      ۷۶/۴ (۳)      ۷۶/۵ (۴)

**بازی با سؤال** با توجه به شکل، سطح مایع درون لوله از سطح مایع درون ظرف پایین‌تر است. از این رو، فشار هوای درون لوله از فشار هوای بیرون بیشتر است.  $P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_0 + P_{\text{مایع}}$  و B روی یک خط تراز قرار دارند، بنابراین: فشار مایع را برحسب cmHg به دست می‌آوریم:

$$(\rho gh)_{\text{مایع}} = \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{Hg}} = \frac{(\rho h)_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{Hg}}} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = \frac{۰/۹ \times ۶}{۱۳/۵} = ۰/۴ \text{ cmHg}$$

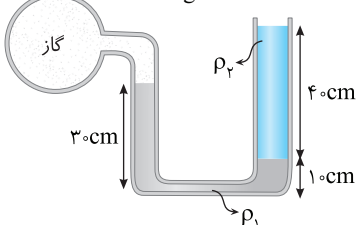


بنابراین فشار در نقطه A (فشار گاز) برابر است با:  $P_A = ۷۶ + ۰/۴ = ۷۶/۴ \text{ cmHg}$

**۱ ۳۰۹ B**

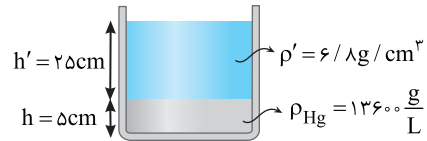
**بازی با سؤال** درون یک لوله U شکل که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه به چگالی  $\rho_1 = ۱۳/۶ \times ۱۰^۳ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و مایعی با چگالی  $\rho_2$  قرار دارد. اگر

فشار مخزن  $۸۰ \text{ kPa}$  باشد،  $\rho_2$  در SI کدام است؟ ( $P_0 = ۱۰^۵ \text{ Pa}$ ,  $g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



- ۱۸۰۰ (۱)  
۳۶۰۰ (۲)  
۱/۸ (۳)  
۳/۶ (۴)

**بازی با سؤال** ابتدا فشار حاصل از مایع‌ها را برحسب پاسکال به دست می‌آوریم:



$$P_{\text{کف}} = \rho' gh' + \rho gh \quad \frac{\rho' = ۶/۸ \text{ g/cm}^3 = ۶۸۰ \text{ kg/m}^3}{\rho_{\text{Hg}} = ۱۳۶۰۰ \text{ kg/m}^3}$$

$$P_{\text{کف}} = ۶۸۰ \times ۱۰ \times \frac{۲۵}{۱۰۰} + ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰}$$

$$P_{\text{کف}} = ۱۷۰۰۰ + ۶۸۰۰ = ۲۳۸۰۰ \text{ Pa} \Rightarrow P = ۲۳/۸ \text{ kPa}$$

حال به دست می‌آوریم این فشار چند سانتی‌متر جیوه است:

$$P_{\text{کف}} = \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}} \Rightarrow ۲۳۸۰۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h_{\text{Hg}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{Hg}} = ۰/۱۷۵ \text{ m} = ۱۷/۵ \text{ cm} \Rightarrow P' = ۱۷/۵ \text{ cmHg}$$

**۲ ۲۹۶ B**

**بازی با سؤال** درون لوله فشارسنجی که قطر مقطع آن یک سانتی‌متر است،

تا ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر جیوه وجود دارد. در فشارسنج دیگری که قطر مقطع لوله آن  $\frac{۱}{۲}$

سانتی‌متر است. ارتفاع ستون جیوه در همان مکان چند سانتی‌متر می‌شود؟

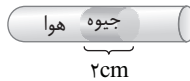
- ۳۲/۵ (۱)      ۶۵ (۲)      ۱۳۰ (۳)       $۶۵\sqrt{۲}$  (۴)

**بازی با سؤال** فشارسنج هوای محیط را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین ارتفاع h که معرف فشار هوای محیط است تغییر نمی‌کند.

**۴ ۳۰۲ B**

**بازی با سؤال** به وسیله ۲cm جیوه، مقداری هوا درون لوله افقی

محبوس شده است. هرگاه لوله را به صورت قائم در آوریم و جیوه نریزد فشار هوای محبوس شده چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) ۲ سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.

(۲) ۲ سانتی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.

(۳) تغییر نمی‌کند.

(۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

**بازی با سؤال** این سؤال کمی شبیه تست‌های هوش است.



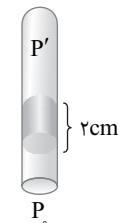
بسته به اینکه لوله را چگونه به حالت قائم در آوریم دو جواب خواهیم داشت. در شکل (۱) داریم:  $P = P_0$

در شکل (۲) دهانه لوله رو به پایین است:

$$P' + P_{\text{جیوه}} = P_0 \Rightarrow P' = P_0 - ۲$$

بنابراین فشار گاز محبوس ۲cmHg کاهش می‌یابد.

شکل (۱)

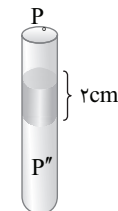


شکل (۲)

در شکل (۳) دهانه لوله رو به بالا است:

$$P_0 + P_{\text{جیوه}} = P'' \Rightarrow P'' = P_0 + ۲$$

بنابراین فشار گاز محبوس ۲cmHg افزایش می‌یابد در نتیجه گزینه (۴) درست است.



شکل (۳)

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_{\text{مخزن}} + P_{\text{جیوه}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = P_0 - P_{\text{جیوه}}$$

$$P_{\text{مخزن}} = P_0 - \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = 10^5 - 13600 \times 10 \times \frac{15}{100} \Rightarrow$$

$$P = 100000 - 20400 = 79600 \text{ Pa}$$

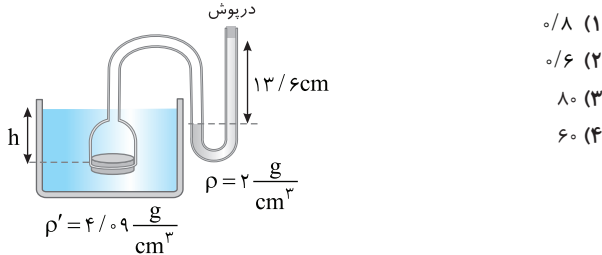
فشار در نقطه A برابر مجموع فشار هوای مخزن و فشار آب است. در نتیجه:

$$P_A = P_{\text{مخزن}} + \rho_W g h_W = 79600 + 1000 \times 10 \times 4 = 79600 + 40000$$

$$\Rightarrow P_A = 119600 \text{ Pa} = 119/6 \text{ kPa}$$

**۳ ۳۳۰ B**

**بازی با سؤال** در شکل زیر نیروی وارد بر درپوش بالایی لوله ۶۰ N و سطح مقطع لوله ۲۰ cm<sup>۲</sup> است و در طرف دیگر لوله U شکل، پیستون سبکی مقداری هوا را در لوله محبوس کرده است. h چند سانتی متر است؟

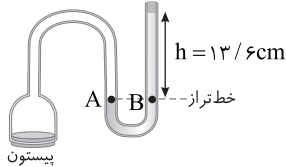


**پاسخ** ابتدا با توجه به لوله U شکل و استفاده از خط تراز فشار هوای محبوس را به دست می آوریم:

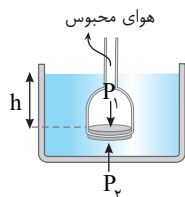
$$P_A = P_B$$

$$P_{\text{هوای محبوس}} = P_{\text{مخزن}} + P_{\text{مایع}} \Rightarrow P_{\text{هوای محبوس}} = \frac{F}{A} + \rho g h$$

$$P_{\text{هوای محبوس}} = 2000 \times 10 \times \frac{13}{100} + \frac{60}{20 \times 10^{-4}} \Rightarrow P_{\text{هوای محبوس}} = 32720 \text{ Pa}$$

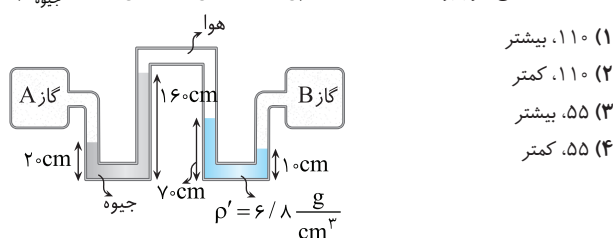


**۲** فشار هوای محبوس وارد بر پیستون برابر ۳۲۷۲۰ Pa است و از طرف مایع درون ظرف به پیستون فشاری به اندازه  $\rho' g h$  وارد می شود و چون پیستون در حال تعادل است، داریم:  $P_1 = P_2 \Rightarrow 32720 = 4090 \times h \Rightarrow h = 0.8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$



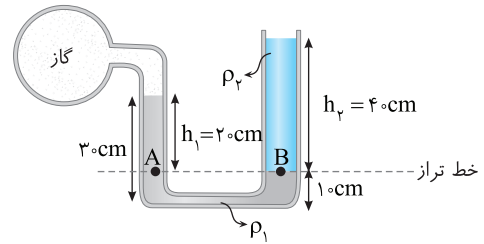
**۱ ۳۳۳ C**

**بازی با سؤال** در شکل زیر، فشار گاز مخزن B از فشار گاز مخزن A ..... سانتی متر جیوه ..... است. (g=۱۰ N/kg، rho=۱۳/۶ g/cm<sup>۳</sup>)



**پاسخ** ۱ خط تراز را رسم می کنیم.

**۲** فشار نقاط A و B روی خط تراز را برابر قرار می دهیم.



**۳** فشار در نقطه A برابر فشار گاز و فشار ستون ۲۰ cm مایع rho1 و فشار در نقطه B برابر فشار هوا و فشار ستون ۴۰ cm مایع rho2 است.

$$P_{\text{گاز}} + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow 80 \times 10^3 + 13/6 \times 10^3 \times 10 \times 0.2 = 10^5 + \rho_2 \times 10 \times 0.4$$

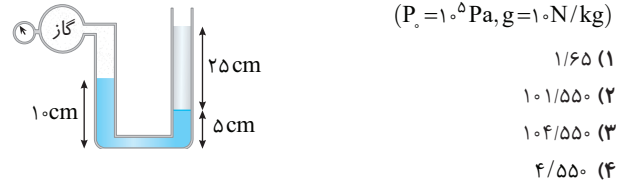
$$107/2 \times 10^3 = 10^5 + 4 \rho_2 \Rightarrow 107/2 \times 10^3 - 10^5 = 4 \rho_2$$

$$\Rightarrow 0.72 \times 10^5 = 4 \rho_2 \Rightarrow \rho_2 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

**۱ ۳۱۳ A**

**بازی با سؤال** درون لوله U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، دو مایع به چگالی rho1=۱۲۰۰ kg/m<sup>۳</sup> و rho2=۹۰۰ g/L قرار دارد.

فشارسنج بردون متصل به مخزن فشار چند کیلو پاسکال را نشان می دهد؟ (P0=۱۰۵ Pa، g=۱۰ N/kg)



**پاسخ** می دانیم که در مقایسه دو مایع، مایعی که ته نشین می شود دارای چگالی بیشتری است پس در لوله سمت راست، rho1 مایع با ارتفاع ۲۵ سانتی متر است. فشارسنج بردون فشار پیمانهای مخزن را اندازه می گیرد:

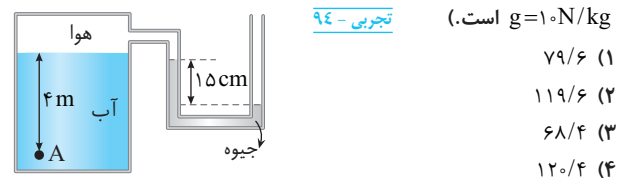
$$P_B = P_A \Rightarrow P_{\text{مخزن}} + \rho_1 g \frac{5}{100} = \rho_2 g \frac{25}{100}$$

$$P_{\text{مخزن}} + 1200 \times 10 \times \frac{5}{100} = 900 \times 10 \times \frac{25}{100}$$

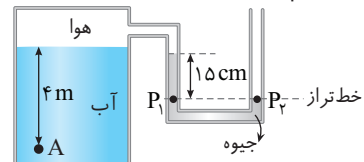
$$P_{\text{مخزن}} = 1650 \text{ Pa} = 1/65 \text{ kPa}$$

**۲ ۳۱۶ B**

**بازی با سؤال** فشار در نقطه A چند کیلو پاسکال است؟ (چگالی آب rho=۱۰۰۰ kg/m<sup>۳</sup>، چگالی جیوه rho=۱۳۶۰۰ kg/m<sup>۳</sup>، فشار هوای بیرون ۱۰۵ Pa و g=۱۰ N/kg است.)



**پاسخ** ابتدا فشار هوای درون مخزن را به دست می آوریم. قطعاً فشار هوای محیط از فشار هوای مخزن بیشتر است زیرا سطح جیوه در سمت مخزن بالاتر است. خط تراز را می کشیم و فشار در دو شاخه در خط تراز برابر قرار می دهیم.



### ۱. پاسخ فکری

هرچه چگالی مایع کمتر باشد، فرورفتگی یک جسم شناور در آن مایع بیشتر می‌شود. چگالی نفت کمتر از چگالی آب است، از این رو میزان فرورفتگی چوب در نفت بیشتر از آب است. با توجه به فرض مسئله نصف حجم چوب در آب فرو رفته است، بنابراین بیش از نصف حجم چوب در نفت فرو می‌رود.

۲ ۳۵۱ B

### ۲. بازی با سؤال

اگر نیروی شناوری وارد بر دو جسم برابر و حجم جسم A بیشتر از حجم B باشد، چگالی A و B را با هم مقایسه کنید؟

$$\rho_A < \rho_B < \rho_{\text{مایع}} \quad (۲) \quad \rho_{\text{مایع}} < \rho_A = \rho_B \quad (۱)$$

$$\rho_{\text{مایع}} < \rho_A < \rho_B \quad (۴) \quad \rho_B < \rho_A < \rho_{\text{مایع}} \quad (۳)$$

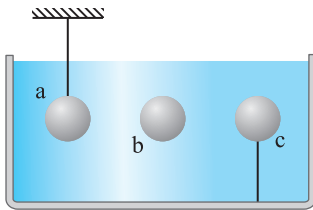
### ۳. پاسخ

با برابر بودن نیروی شناوری با توجه به حل سؤال اصلی، جرم دو جسم برابر است و چون حجم A بیشتر است ( $\rho = \frac{m}{V}$ )، چگالی A کمتر از چگالی B است.

۲ ۳۵۲ B

### ۴. بازی با سؤال

در شکل زیر سه جسم a، b و c جرم برابر دارند و هر سه در یک مایع فرو رفته‌اند. جسم a از یک ریسمان کشیده شده آویزان است و جسم c نیز به یک ریسمان کشیده شده متصل است و هر سه جسم در تعادل‌اند. اگر نیروی شناوری وارد بر آن‌ها به ترتیب  $F_{b_a}$ ،  $F_{b_b}$  و  $F_{b_c}$  باشد، کدام گزینه درست است؟



گزینه درست است؟

$$F_{b_a} = F_{b_b} = F_{b_c} \quad (۱)$$

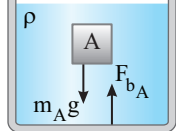
$$F_{b_a} < F_{b_b} < F_{b_c} \quad (۲)$$

$$F_{b_a} > F_{b_b} = F_{b_c} \quad (۳)$$

$$F_{b_a} = F_{b_b} > F_{b_c} \quad (۴)$$

### ۵. پاسخ فکری

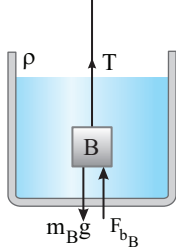
توجه کنید برای حالتی که جسم درون مایع قرار دارد سه حالت ممکن است.



۱. چگالی جسم با چگالی مایع برابر باشد ( $\rho_A = \rho$ ).

در این صورت نیروی وزن برابر نیروی شناوری است.

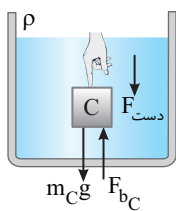
$$m_A g = F_{b_A}$$



۲. چگالی جسم از چگالی مایع بزرگ‌تر باشد ( $\rho_B > \rho$ ).

در این حالت برای آنکه جسم درون مایع سقوط نکند، باید نیرویی مانند نیروی ریسمان (T) به کمک نیروی شناوری بیاید.

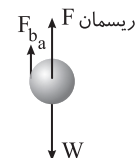
$$F_{b_B} + T = m_B g$$



۳. چگالی جسم از چگالی مایع کمتر باشد ( $\rho_C < \rho$ ).

در این حالت نیروی شناوری از نیروی وزن بزرگ‌تر است و جسم را رو به بالا می‌راند و باید نیروی رو به پایینی (مثلاً با نیروی دست) جسم را درون مایع نگه داشت.

$$F_{\text{دست}} + m_C g = F_{b_C}$$

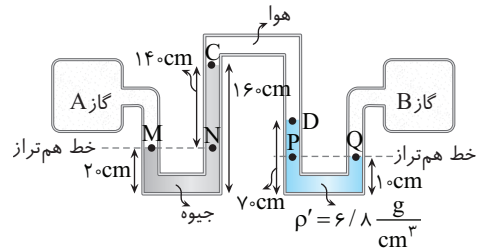


جسم a در تعادل است. بر جسم a نیروی وزن رو به پایین و نیروی شناوری و نیروی ریسمان رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین نیروی شناوری وارد بر a از وزن a کمتر است.

$$F_{b_a} < W$$

### ۶. پاسخ فکری

فشار گاز در یک مخزن در همه نقاط آن یکسان است، بنابراین فشار در نقاط C و D یکسان است. خط تراز را برای هر لوله U شکل می‌کشیم و فشار نقاط واقع بر خط‌های تراز را برابر قرار می‌دهیم.



۱. با توجه به شکل، فشار نقاط M و N برابر است.

$$P_M = P_N \Rightarrow P_A \text{ گاز} = P_C + P_{\text{جیوه}} \Rightarrow P_A \text{ گاز} = P_C + (16 - 2) = P_C + 14$$

$$P_A \text{ گاز} = P_C + 14 \quad (I)$$

۲. برای نقاط P و Q که روی یک خط تراز قرار دارند، خواهیم داشت.

$$P_P = P_Q \Rightarrow P_D + P_{\text{مایع}} = P_B \text{ گاز} \quad (II)$$

ارتفاع ستون مایع بالای خط تراز برابر  $10 - 6 = 4 \text{ cm}$  است. فشار این ستون مایع را برحسب cmHg حساب می‌کنیم.

$$\rho_{\text{مایع}} g h = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow 6/8 \times 4 = 13/6 \times h_{\text{Hg}} \Rightarrow$$

$$h_{\text{Hg}} = 3 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 3 \text{ cmHg}$$

در رابطه (II) خواهیم داشت:

$$P_D + 3 = P_B \text{ گاز} \Rightarrow P_B \text{ گاز} = P_D + 3 \quad \xrightarrow{P_C = P_D} \Rightarrow P_B \text{ گاز} = P_C + 3 \quad (III)$$

با مقایسه رابطه (I) و (III) مشخص است.

$$P_A \text{ گاز} - P_B \text{ گاز} = P_C + 14 - P_C - 3 = 11 \text{ cmHg}$$

۳ ۳۴۷ A

### ۷. بازی با سؤال

اگر سنگ را از بیرون آب رها کنیم تا وارد آب شده و در آن فرو رود، نیروی شناوری وارد بر آن چه تغییری می‌کند؟

(۱) همواره ثابت است.

(۲) افزایش می‌یابد.

(۳) ابتدا افزایش و سپس ثابت

(۴) هر سه گزینه ممکن است.

### ۸. پاسخ

وقتی سنگ روی سطح آب شروع به پایین رفتن می‌کند هر چه بیشتر در آب فرو می‌رود، نیروی شناوری وارد بر آن افزایش می‌یابد تا لحظه‌ای که به طور کامل در آب فرو می‌رود از آن لحظه به بعد با پایان رفتن سنگ درون آب، نیروی شناوری ثابت می‌ماند.

۳ ۳۴۹ B

### ۹. بازی با سؤال

نیروی شناوری وارد بر قایق چگونه تغییر می‌کند؟

۱. پاسخ جسم روی سطح آب شناور است و نیروی وزن با نیروی شناوری برابر است.

با انداختن توپ بولینگ در آب، نیروی وزن قایق کمتر می‌شود و همچنان قایق بر سطح آب شناور است پس نیروی شناوری وارد بر قایق کمتر می‌شود.

۱ ۳۵۰ B

### ۱۰. بازی با سؤال

تکه چوبی در آب شناور می‌ماند، به طوری که نیمی از حجم آن زیر سطح آب قرار می‌گیرد. اگر همین تکه چوب در نفت شناور شود، چه کسری از حجم آن زیر سطح نفت قرار می‌گیرد؟

$$(\rho_O = 0.8 \text{ g/cm}^3, \rho_W = 1 \text{ g/cm}^3)$$

(۲) نصف

(۱) بیش از نصف

(۴) پاسخ به شکل تکه چوب بستگی دارد.

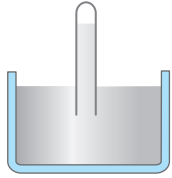
(۳) کمتر از نصف



**پاسخ** با پایین آمدن باریکه آب، تندی آن افزایش می‌یابد، پس طبق اصل برنولی با افزایش تندی، سطح مقطع کاهش می‌یابد.

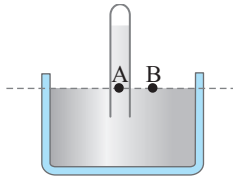
**B** ۳۷۰ ۱

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو یک لوله آزمایش را درون ظرف حاوی مایع به صورت وارون قرار داده‌ایم و مایع درون لوله در حال تعادل است. اگر بالای ظرف و به موازات سطح مایع با یک دمنده قوی به شدت بدمیم، ارتفاع مایع درون لوله چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) کاهش می‌یابد.
- (۲) افزایش می‌یابد.
- (۳) تغییری نمی‌کند.
- (۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

**پاسخ** فشار نقطه A و B روی خط تراز با هم برابر است. فشار در نقطه B برابر فشار هوا و فشار در نقطه A برابر فشار گاز محبوس در انتهای لوله و فشار ستون مایع بالای این نقطه است.



با دمیدن و افزایش تندی جریان هوای بالای سطح مایع، فشار هوا کاهش می‌یابد. با کاهش فشار هوا فشار در نقطه B کاهش یافته، بنابراین فشار در نقطه A نیز باید کاهش یابد در نتیجه ارتفاع مایع درون لوله کاهش می‌یابد.

**A** ۳۷۵ ۱

**بازی با سؤال** آهنگ شارش حجمی شاره در یک لوله برابر  $37/5 \text{ L/s}$  است. اگر قطر سطح مقطع لوله  $10 \text{ cm}$  باشد، تندی جریان شاره در لوله چند  $\text{m/s}$  است؟ ( $\pi=3$ )

- (۱) ۵ (۲)  $2/5$  (۳)  $6/25$  (۴) ۱۰

**پاسخ** آهنگ شارش حجمی شاره را برحسب  $\text{m}^3/\text{s}$  حساب می‌کنیم.

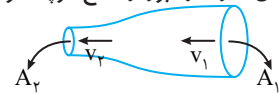
$$37/5 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 37/5 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ L}} = 3/75 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

آهنگ شارش حجمی شاره برابر است با:

$$Av = 3/75 \times 10^{-2} \Rightarrow \pi \left(\frac{10}{2}\right)^2 \times 10^{-4} \times v = 3/75 \times 10^{-2} \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

**A** ۳۷۶ ۳

**بازی با سؤال** شاره‌ای با جریان لایه‌ای و پایا تمام فضای لوله نشان داده شده در شکل را پر کرده است. شعاع سطح مقطع در قسمت بزرگ‌تر لوله  $r_1 = 4 \text{ cm}$  و شعاع سطح مقطع کوچک‌تر  $r_2 = 1/5 \text{ cm}$  است. اگر تندی شاره در عبور از سطح بزرگ‌تر  $9 \text{ cm/s}$  باشد، تندی شاره در عبور از سطح کوچک‌تر چند سانتی‌متر بر ثانیه خواهد بود؟

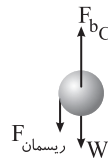


- (۱) ۱۶ (۲) ۳۲ (۳) ۶۴ (۴) ۴

**پاسخ** با توجه به معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 \Rightarrow 16 \times 9 = 2/25 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 16 \times 4 = 64 \text{ cm/s}$$

جسم b در تعادل است و بر آن نیروی شناوری و نیروی وزن وارد می‌شود که این دو نیرو باید با هم برابر باشند تا جسم b درون مایع در تعادل باشد.  $F_{b_b} = W$



$$F_{b_a} < F_{b_b} < F_{b_c}$$

بر جسم c نیروی وزن و نیروی رسمان رو به پایین و  $F_{b_c}$  رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین  $F_{b_c}$  باید با مجموع W و رسمان برابر شود تا جسم در تعادل بماند بنابراین  $F_{b_c} > W$  خواهد بود. دقت کنید جرم هر سه جسم برابر، یعنی وزن هر سه جسم برابر است، بنابراین خواهیم داشت:

**B** ۳۵۹ ۴

**بازی با سؤال** ظرفی استوانه‌ای شکل، حاوی آب روی سطح افقی قرار دارد. اگر جسمی درون مایع غوطه‌ور شود، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر است با:

- (۱) صفر
  - (۲) وزن جسم
  - (۳) نیروی شناوری وارد بر جسم
  - (۴) گزینه (۲) و (۳) درست است.
- پاسخ** ۱ جسم غوطه‌ور بوده و نیروی شناوری و نیروی وزن وارد بر جسم با هم برابر است.
- ۲ مایع به جسم نیروی شناوری رو به بالا و جسم به مایع نیروی شناوری رو به پایین وارد می‌کند، پس به اندازه نیروی شناوری بر نیروی وارد بر کف ظرف اضافه می‌شود. با توجه به دو مورد ذکر شده، گزینه (۴) درست است.

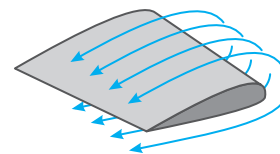
**A** ۳۶۳ ۱

**بازی با سؤال** با توجه به شکل زیر و متلاطم بودن جریان در مقطع (۱)، نوع جریان در مقطع (۲) چگونه می‌تواند باشد؟



- (۱) جریان در قسمت (۲) الزاماً متلاطم است.
  - (۲) جریان در قسمت (۲) می‌تواند لایه‌ای باشد.
  - (۳) جریان در قسمت (۲) می‌تواند متلاطم باشد.
  - (۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درست است.
- پاسخ** چون در قسمت (۲) سرعت شاره افزایش می‌یابد، پس جریان به سمت متلاطم‌تر شدن پیش می‌رود، پس ممکن نیست جریان در قسمت (۲) لایه‌ای شود و الزاماً جریان در قسمت (۲) متلاطم است.

**B** ۳۶۶ ۱



**بازی با سؤال** شکل روبه‌رو بال هواپیما را نشان می‌دهد، اگر جریان تند هوا در زیر بال و جریان آرام هوا بالای بال باشد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا به سمت پایین است.
- (۲) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا به سمت بالا است.
- (۳) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا افقی است.
- (۴) هر سه حالت ممکن است.

**پاسخ** جریان تند هوا در زیر بال است، پس فشار در زیر بال کمتر از فشار در بالای بال است، چون فشار بیشتر در بالای بال هواپیما است، بنابراین هواپیما به سمت پایین حرکت می‌کند.

**A** ۳۶۸ ۳

**بازی با سؤال** وقتی شیر آب را کمی باز می‌کنیم، آب به آرامی جریان پیدا می‌کند و مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک شدن به زمین باریک‌تر می‌شود. دلیل این موضوع آن است که .....

- (۱) نیروی هم‌جسبی مولکول‌های آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین کمتر می‌شود.
- (۲) نیروی هم‌جسبی مولکول‌های آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین زیادتر می‌شود.
- (۳) تندی جریان آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین زیادتر می‌شود.
- (۴) نیروی جاذبه زمین در نزدیکی سطح زمین بیشتر است.





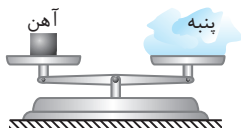
۱ ۳۷۸ A

به قسمت C با آب خروجی از قسمت B برابر باشد و بنا به معادله پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_A v_A + A_C v_C = A_B v_B \Rightarrow \Delta + v_C = \epsilon \Rightarrow v_C = 1 \text{ m/s}$$

۳ ۳۸۷ C

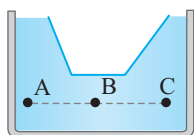
**بازی با سؤال** مقدار نیروی پنبه و مقداری آهن در دو کفه ترازو قرار دارند و ترازو در تعادل است. نیروی گرانش وارد بر .....  
 (۱) پنبه و آهن برابر است.  
 (۲) پنبه از آهن کمتر است.  
 (۳) پنبه از آهن بیشتر است.  
 (۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.



**پاسخ** حجم پنبه از آهن بسیار بیشتر است و هوای بیشتری را جابه‌جا می‌کند، بنابراین نیروی شناوری که توسط هوا بر پنبه وارد می‌شود از نیروی شناوری که توسط هوا بر آهن وارد می‌شود، بزرگ‌تر است. پنبه و آهن در تعادل هستند، بنابراین نیروی وزن پنبه باید از نیروی وزن آهن بزرگ‌تر باشد و پنبه جرم بیشتری دارد.

۱ ۳۹۱ A

**بازی با سؤال** در شکل مقابل نقاط A و B و C در یک ارتفاع از ظرف قرار دارند. کدام گزینه درست است؟



(۱)  $P_A = P_B = P_C$

(۲)  $P_B < P_A < P_C$

(۳)  $P_B > P_A > P_C$

(۴)  $P_A = P_B < P_C$

**پاسخ** برای مایع در حال سکون فشار نقاط در عمق یکسان با هم برابر است.

**بازی با سؤال** در شکل زیر به علت تشکیل رسوب در لوله، مساحت سطح قسمتی از لوله ۲۰ درصد کاهش یافته است. اگر درون لوله شماره‌ای پایا و لایه‌ای برقرار باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت بدون رسوب چند برابر قسمت رسوب کرده است؟

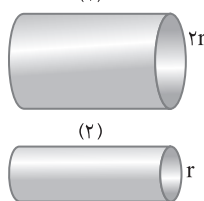


- (۱) ۱  
 (۲) ۱/۲  
 (۳) ۱/۴۴  
 (۴) ۸/۰

**پاسخ** هرگاه شماره درون لوله هنگام حرکت تمام فضای لوله را پر کند و حرکت آن یکنواخت و لایه‌ای باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در آن ثابت است، بنابراین در قسمت بدون رسوب و قسمت دارای رسوب، آهنگ شارش حجمی شاره برابر است.

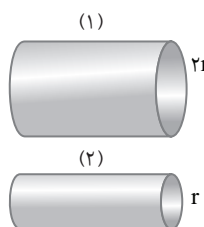
۲ ۳۸۱ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو دو لوله با شعاع‌های مختلف داریم و تندی جریان آب در لوله (۱) نصف تندی جریان آب در لوله (۲) است. اگر مقدار آب خارج شده از لوله (۱) در مدت زمان  $t_1$  برابر مقدار آب خارج شده از لوله (۲) در مدت  $t_2$  باشد،  $t_2$  برابر  $t_1$  کدام گزینه است؟



(۱) ۱  
 (۲) ۲  
 (۳) ۳  
 (۴) ۴

**پاسخ فکری** آب در مدت  $t$  با تندی  $v$  به اندازه  $V = vt$  جابه‌جا می‌شود و حجم آب خروجی در مدت  $t$  برابر  $V = AL$  است که در آن  $A$  مساحت سطح مقطع لوله است. بنابراین مقدار آب خارج شده از لوله‌ای به سطح مقطع  $A$  برابر  $V = Avt$  خواهد شد.



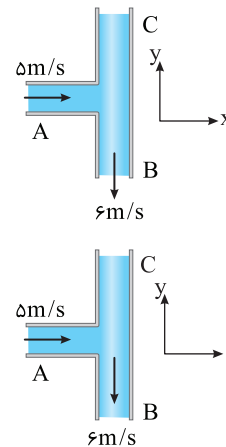
در فرض مسئله، مقدار آب خارج شده از دو لوله یکسان است. با توجه به خط فکری بیان شده

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 v_1 t_1 = A_2 v_2 t_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2}{t_1}$$

$$\pi(2r)^2 \left(\frac{1}{2} v_2\right) t_1 = \pi(r^2) v_2 t_2 \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = 2$$

۱ ۳۸۲ B

**بازی با سؤال** در یک لوله سه راهه افقی که سطح مقطع سه شاخه آن یکسان است آب جریان دارد. سرعت در مقطع C در SI کدام است؟



- (۱)  $-1 \hat{j}$   
 (۲)  $+1 \hat{j}$   
 (۳)  $-2 \hat{j}$   
 (۴)  $+2 \hat{j}$

**پاسخ** بنا به پایستگی جرم، آهنگ شارش حجمی آب باید ثابت بماند. از طرفی مساحت سطح مقطع سه لوله یکسان است  $(A_A = A_B = A_C)$  و با توجه به شکل

$$v_A < v_B \xrightarrow{A_A = A_B} v_A A_A < v_B A_B$$

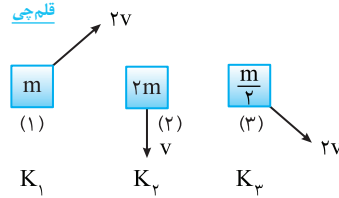
یعنی آهنگ مایع ورودی به A از آهنگ مایع خروجی از B کمتر است و باید از قسمت C آب وارد شود و جریان آب C رو به پایین و خلاف جهت محور  $y$ ها باشد. برای ثابت ماندن آهنگ شارش حجمی آب باید مجموع آب ورودی به قسمت A و آب ورودی

فصل سوم

۳ ۳۹۶ A

**بازی با سؤال** در کدام گزینه انرژی جنبشی اجسام زیر به درستی

- مقایسه شده است؟  
 ۱)  $K_1 < K_2 < K_3$   
 ۲)  $K_2 < K_1 < K_3$   
 ۳)  $K_2 = K_1 < K_3$   
 ۴)  $K_2 = K_1 = K_3$



**بازی با سؤال** انرژی جنبشی هر جسم را به دست می آوریم و با هم مقایسه می کنیم.

- ۱) جسم:  $K_1 = \frac{1}{2} m (2v)^2 \Rightarrow K_1 = 2mv^2$   
 ۲) جسم:  $K_2 = \frac{1}{2} (2m) v^2 \Rightarrow K_2 = mv^2 \Rightarrow K_2 = K_1 < K_3$   
 ۳) جسم:  $K_3 = \frac{1}{2} (\frac{m}{2}) (2v)^2 \Rightarrow K_3 = mv^2$

۴ ۴۰۱ A

**بازی با سؤال** نسبت انرژی جنبشی جسمی به جرم  $m_1$  که با تندی  $v_1$

در حرکت است، به انرژی جنبشی جسم دیگری که جرم آن  $2m_1$  و تندی اش

- $\frac{1}{2} v_1$  است، چقدر است؟  
 ۱)  $\frac{1}{4}$   
 ۲)  $\frac{1}{2}$   
 ۳) ۱  
 ۴) ۲

**بازی با سؤال** باید انرژی جنبشی جسم اول را بر انرژی جنبشی جسم دوم تقسیم

کنیم:  

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\frac{1}{2} m_1 v_1^2}{\frac{1}{2} m_2 v_2^2} = \frac{m_1 v_1^2}{2 m_1 (\frac{1}{2} v_1)^2} = \frac{v_1^2}{\frac{1}{2} v_1^2} = 2$$

۲ ۴۰۵ A

**بازی با سؤال** جسمی با سرعت  $v_1$  در حرکت است. اگر به سرعت آن

$6 \text{ m/s}$  افزوده شود، انرژی جنبشی آن ۲۱٪ افزایش می یابد،  $v_1$  چند متر بر

- ثانیه است؟  
 ۱) ۳۰  
 ۲) ۶۰  
 ۳) ۴۰  
 ۴) ۵۰

**بازی با سؤال** با توجه به فرض مسأله می توان نوشت:

$$K_2 = K_1 + \frac{21}{100} K_1 \Rightarrow K_2 = \frac{121}{100} K_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m (v_1 + 6)^2 = \frac{121}{100} \left( \frac{1}{2} m v_1^2 \right)$$

$$\Rightarrow v_1 + 6 = \frac{11}{10} v_1 \Rightarrow \frac{6}{10} v_1 = 6 \Rightarrow v_1 = 6 \text{ m/s}$$

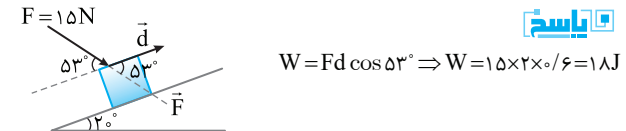
۱ ۴۴۷ B

**بازی با سؤال** جسمی را از پایین سطح شیب داری مطابق شکل با نیروی

$F = 15 \text{ N}$  بالا می بریم. در بازه ای که جسم ۲ متر جابه جا می شود، کار نیروی  $F$

چند ژول است؟

- ۱) ۱۸  
 ۲) ۱۸  
 ۳) ۲۰  
 ۴) ۲۴



$$W = Fd \cos 53^\circ \Rightarrow W = 15 \times 2 \times \frac{6}{10} = 18 \text{ J}$$

۲ ۴۶۳ C

**بازی با سؤال** در صفحه  $xOy$  بر جسمی که بردار جابه جایی آن به

صورت  $\vec{d} = \Delta \vec{i} + 4 \vec{j}$  است، نیروی  $\vec{F} = \alpha \vec{i} + 5 \vec{j}$  وارد شده است. اگر کار این نیرو در این جابه جایی، سه برابر کار آن در جابه جایی روی محور  $x$ ها باشد،  $\alpha$

کدام است؟ (تمامی واحدها در دستگاه اندازه گیری SI می باشند).

- ۱) ۱  
 ۲) ۲  
 ۳) ۳  
 ۴) ۴

**بازی با سؤال** ابتدا کار نیروی  $\vec{F}$  را در جابه جایی روی هر یک از محورهای  $x$  و  $y$

به صورت جدا محاسبه می کنیم. با توجه به عمود بودن مؤلفه های  $x$  و  $y$  داریم:

$$W_x = F_x x \Rightarrow W_x = \Delta \alpha J, W_y = F_y y \Rightarrow W_y = 5 \times 4 = 20 J$$

کار یک کمیت نرده ای است، بنابراین کل کار نیروی  $\vec{F}$  در جابه جایی  $\vec{d}$  برابر

است با:

$$W_t = W_x + W_y \Rightarrow W_t = (\Delta \alpha + 20) J$$

با توجه به صورت سؤال داریم:

$$W_t = 3 W_x \Rightarrow \Delta \alpha + 20 = 3 \times \Delta \alpha \Rightarrow \alpha = 2 \text{ N}$$

۳ ۴۶۷ B

**بازی با سؤال** بر جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار

دارد، دو نیروی افقی عمود بر هم  $|\vec{F}_1| = 12 \text{ N}$  و  $\vec{F}_2$  وارد می شود. اگر در یک

جابه جایی معین کار نیروی  $\vec{F}_1$  برابر کار نیروی  $\vec{F}_2$  باشد، بزرگی نیروی  $\vec{F}_2$

چند نیوتون است؟

- ۱) ۳۶  
 ۲)  $\frac{4}{3}$   
 ۳) ۴  
 ۴) ۶

**بازی با سؤال** جسم ساکن در جهت نیروی

خالص به حرکت درمی آید. نسبت  $F_2$  به

$F_1$  خواهد شد:  $\tan \theta_1 = \frac{F_2}{F_1}$  (۱)

کار نیروهای  $F_1$  و  $F_2$  خواهد شد:

$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow \begin{cases} W_1 = F_1 d \cos \theta_1 \\ W_2 = F_2 d \cos \theta_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{F_2 \cos \theta_2}{F_1 \cos \theta_1}$$

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ \Rightarrow \cos \theta_2 = \sin \theta_1 \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{F_2 \sin \theta_1}{F_1 \cos \theta_1} = \frac{F_2}{F_1} \tan \theta_1$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{F_2}{F_1} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \left( \frac{F_2}{F_1} \right)^2$$

$$\frac{\frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{9}}{\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{12}} \Rightarrow \frac{1}{9} = \left( \frac{F_2}{12} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{F_2}{12} \Rightarrow F_2 = 4 \text{ N}$$

۴ ۴۷۹ B

**بازی با سؤال** جسمی با سرعت  $8 \text{ m/s}$  در جهت مثبت محور  $x$ ها

حرکت می کند و انرژی جنبشی آن  $64 \text{ J}$  است. پس از مدتی سرعت این جسم

تغییر می کند و در جهت منفی محور  $x$ ها به  $16 \text{ m/s}$  می رسد. کار کل وارد بر

جسم در این مدت چند ژول است؟

- ۱) ۱۲۸  
 ۲) -۱۹۲  
 ۳) -۱۲۸  
 ۴) ۱۹۲

**بازی با سؤال** کار کل بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهد شد:

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow 64 = \frac{1}{2} m \times 8^2 \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W = \frac{1}{2} \times 2 \times ((16)^2 - 64) \Rightarrow W = 256 - 64 \Rightarrow W = 192 \text{ J}$$

**پاسخ** تندى‌ها را برحسب m/s به دست می‌آوریم:

$$v_1 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{36}{3.6} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad v_2 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{72}{3.6} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تغییر انرژی جنبشی جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta K = K_2 - K_1 \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} \times 10 \times (20^2 - 10^2) = 0.5 \times 3000 = 1500 \text{ J}$$

بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_1} + W_{F_{22}} = \Delta K \Rightarrow 60 + W_{F_{22}} = 1500$$

$$\Rightarrow W_{F_{22}} = 1440 \text{ J}$$

**۳ ۴۹۴ B**

**بازی با سؤال** دو نیروی عمود برهم  $F_1$  و  $F_2 = 30 \text{ N}$  بر جسم ساکن ۵ کیلوگرمی وارد می‌شوند. تندى جسم پس از ۱۰ متر جابه‌جایی برابر  $10\sqrt{2} \text{ m/s}$  می‌شود.  $F_1$  چند نیوتون است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۴۵

**پاسخ** جسم از حال سکون در جهت برآیند نیروها شروع به حرکت می‌کند.

پس جابه‌جایی و برآیند نیروها هم‌راستا هستند.

$$W_F = \Delta K \Rightarrow F \times 10 = \frac{1}{2} \times 5 \times (20\sqrt{2})^2 \Rightarrow F = 100 \text{ N}$$

$F_1$  و  $F_2$  برهم عمود است، در نتیجه:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \Rightarrow F^2 = F_1^2 + F_2^2 \Rightarrow 10000 = F_1^2 + 900 \Rightarrow F_1^2 = 9100 \Rightarrow F_1 = 95.39 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_1 = 95.39 \text{ N}$$

**۲ ۴۹۸ B**

**بازی با سؤال** چتربازی از ارتفاع ۸۰۰ متری از حال سکون رها می‌شود.

جرم چترباز همراه چترش ۸۰ kg است. اگر چترباز با تندى  $5 \text{ m/s}$  به زمین

برسد کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟

$$(g = 10 \text{ N/kg})$$

- (۱) -۶۲۹ (۲) -۶۳۹ (۳) -۶۲۹ \times 10^3 (۴) -۶۳۹ \times 10^3

**پاسخ** با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{\text{کل}} = \Delta K \Rightarrow W_{\text{mg}} + W_{f_D} = \Delta K \Rightarrow mgh + W_{f_D} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{v_2 = 5 \text{ m/s}}{v_1 = 0} \rightarrow 800 \times 10 \times 800 + W_{f_D} = 40 \times 25$$

$$640000 + W_{f_D} = 1000 \Rightarrow W_{f_D} = -639000 = -639 \text{ kJ}$$

**۲ ۵۱۳ A**

**بازی با سؤال** ماهواره‌ای به جرم ۵۰۰ kg با تندى ۳ m/s در فاصله ۷۲۰۰ km از مرکز زمین به گرد زمین می‌چرخد، در مدتی که ماهواره نیم دور به گرد زمین می‌چرخد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟

- (۱) صفر (۲) ۲۲۵۰ (۳) ۴۵۰۰ \pi (۴) ۴۵۰۰

**پاسخ** تنها نیروی وارد بر ماهواره در طول مسیر حرکت، نیروی گرانشی

است که بر مسیر حرکت عمود بوده و کار این نیرو صفر است. از این رو بنا به

قضیه کار و انرژی جنبشی، انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و برابر است با:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 500 \times 3^2 \Rightarrow K = 2250 \text{ J}$$

**۴ ۴۸۰ B**

**بازی با سؤال** جسمی به جرم ۲ kg روی سطح افقی ساکن است و

تحت تأثیر نیروی افقی ۲۰ N شروع به حرکت می‌کند و تندى اش پس از طی

مسافت ۵ متر به ۸ m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک جسم با سطح چند نیوتون

است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

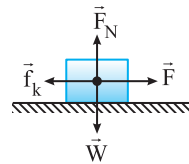
- (۱) ۹ (۲) صفر

- (۳) ۳/۶ (۴) ۷/۲

**پاسخ** بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی، کار کل برابر با تغییر انرژی

جنبشی است، بنابراین:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{W_f = -f_k d, W_F = Fd} \xrightarrow{W_{F_N} = W_W = 0}$$



$$(F - f_k) d = \frac{1}{2} m v^2 = 0$$

$$\Rightarrow (20 - f_k) \times 5 = \frac{1}{2} \times 2 \times 64 \Rightarrow f_k = 7/2 \text{ N}$$

**۲ ۴۸۶ B**

**بازی با سؤال** مکعبی به جرم ۲ kg روی سطح افقی با تندى اولیه  $v_0$

پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که کار نیروی اصطکاک به ۲۴ ژول می‌رسد، تندى

جسم ۴ m/s کمتر از تندى اولیه آن است.  $v_0$  چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۳ (۴) ۲/۵

**پاسخ** فقط  $f_k$  کار کل وارد بر جسم برابر مجموع جبری کار تک

تک نیروهای وارد بر جسم است. در اینجا کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح

که بر سطح افقی عمود هستند صفر است و کار کل همان کار نیروی اصطکاک است.

بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی است. البته

دقت کنید که کار کل برابر -۲۴ J است.

$$W_F = W_t = \Delta K \Rightarrow -24 = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\xrightarrow{\substack{m=2\text{kg} \\ v_2=v_1-v_0, v_1=v_0}} -24 = \frac{1}{2} \times 2 (v_0 - 4)^2 - \frac{1}{2} \times 2 v_0^2$$

$$-24 = v_0^2 - 8v_0 + 16 - v_0^2 \Rightarrow 8v_0 = 40 \Rightarrow v_0 = 5 \text{ m/s}$$

**۳ ۴۸۹ B**

**بازی با سؤال** در سؤال اصلی جابه‌جایی جسم از ابتدا تا انتهای حرکت

چند متر است؟

- (۱) ۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴) ۱۵

**پاسخ** یک راه‌حل همان راه‌حل مسئله قبل است و کافی است ۲۰ m و

۵ m را باهم جمع کنید و عدد ۲۵ m را به دست بیاورید.

اما راه‌حل دیگر این است که در ابتدا و انتهای مسیر تندى صفر است بنابراین:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{\Delta K = 0} W_t = 0 \Rightarrow W_F + W_{f_k} = 0$$

برای نیروی F جابه‌جایی ۵ m است اما در کل جابه‌جایی نیروی  $f_k$  بر جسم وارد

می‌شود بنابراین:  $Fd - f_k d_{\text{کل}} = 0 \Rightarrow 20 \times 5 - 4 d_{\text{کل}} = 0 \Rightarrow d_{\text{کل}} = 25 \text{ m}$

**۲ ۴۹۲ B**

**بازی با سؤال** جسمی به جرم ۱۶۰۰ گرم فقط تحت تأثیر سه نیروی  $\vec{F}_1$ ،

$\vec{F}_2$  و  $\vec{F}_3$  قرار گرفته و در ۲۰ متر جابه‌جایی، تندى آن از ۳۶ km/h به

۷۲ km/h می‌رسد. اگر کار نیروی  $\vec{F}_1$  در این جابه‌جایی معادل ۶۰ J باشد،

کار برآیند نیروهای  $\vec{F}_2$  و  $\vec{F}_3$  در همین جابه‌جایی چند ژول است؟

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۱۸۰

- (۳) ۲۴۰ (۴) ۱۲۰

برگرفته از کتاب درسی

**پایستگي انرژي را مي نويسيم:**

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$\frac{U_1=0}{K_1=\frac{1}{2}mv_1^2} \rightarrow 0 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{5} v_1^2 = gh \Rightarrow \frac{1}{2} \times 400 = 10 \times h \Rightarrow h = 16m$$

**۲ ۵۶۰ B**

**بازي با سوال:** گلوله‌اي بدون سرعت اوليه از ارتفاع  $h$  رها مي‌شود و پس

از طی  $\Delta h$ ، انرژي جنبشي آن با  $\frac{1}{5}$  انرژي پتانسیل گرانشي اوليه آن برابر

مي‌شود.  $\frac{\Delta h}{h}$  کدام است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچيز

است.)

- (۱)  $\frac{2}{5}$  (۲)  $\frac{1}{5}$  (۳)  $\frac{1}{4}$  (۴)  $\frac{3}{4}$

**پایستگي انرژي مکانیکی را مي نويسيم و به جای انرژي جنبشي**

ثانويه،  $\frac{1}{5}$  انرژي پتانسیل گرانشي اوليه ( $K_2 = \frac{1}{5}U_1$ ) را قرار مي‌دهيم.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$\frac{K_1=0}{K_2=\frac{1}{2}mv_2^2} \rightarrow U_1 + 0 = U_2 + \frac{1}{5}U_1$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{4}{5}U_1 \xrightarrow[U_2=mg(h-\Delta h)]{U_1=mgh}$$

$$mg(h-\Delta h) = \frac{4}{5}mgh \Rightarrow \Delta h = \frac{1}{5}h$$

**۱ ۵۶۵ A**

**بازي با سوال:** توبي مطابق شکل از سطح زمین با تندی  $40m/s$  به طرف

صخره‌اي پرتاب مي‌شود و با تندی  $20m/s$  با بالای صخره برخورد مي‌کند. اگر از مقاومت هوا صرف نظر کنيم، ارتفاع  $h_p$  چند متر است؟

(۱) ۶۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۳۰

**پایستگي انرژي مکانیکی را مي نويسيم البته سطح زمین را مبدأ**

انرژي پتانسیل گرانشي فرض مي‌کنيم.

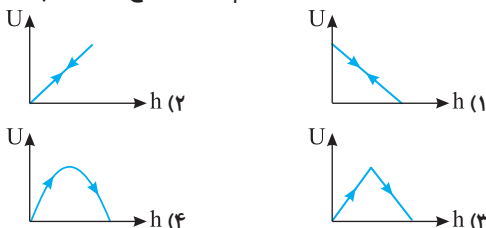
$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow[U_1=0]{K_1=\frac{1}{2}mv_1^2} 0 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 1600 = 10 \times h + \frac{1}{2} \times 400 \Rightarrow h = 60m$$

**۲ ۵۶۹ C**

**بازي با سوال:** جسمی را با سرعت اوليه  $v$  در شرایط خلأ از سطح زمین و

در راستای قائم، رو به بالا پرتاب مي‌کنيم. نمودار انرژي پتانسیل بر حسب ارتفاع از زمین در زمان رفت و برگشت کدام است؟ (سطح زمین مبدأ پتانسیل است.)

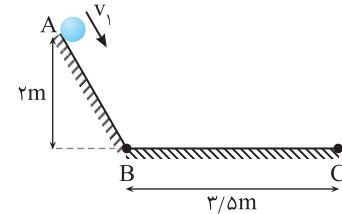


**۱ ۵۱۸ A**

**بازي با سوال:** مطابق شکل زیر، گلوله‌اي به جرم  $1kg$  با تندی اوليه  $v_1$

از نقطه A شروع به حرکت مي‌کند و مماس بر مسیر بدون اصطکاک AB با تندی  $7m/s$  به نقطه B می‌رسد و پس از طی مسافت  $3/5$  متر در مسیر افقی، در نقطه

C می‌ایستد. کار کل انجام شده روی گلوله چند ژول است؟ ( $g=10 \frac{m}{s^2}$ )



- (۱)  $-4/5$  (۲)  $4/5$  (۳) ۹ (۴)  $-9$

**پایستگي در مسیر A تا B تنها نیروی وزن به گلوله وارد می‌شود:**

$$W_{AB} = mgh \Rightarrow W_{AB} = 1 \times 10 \times 2 = 20J$$

در مسیر B تا C تندی گلوله از  $7m/s$  به صفر می‌رسد:

$$W_{BC} = \Delta K \Rightarrow W_{BC} = \frac{1}{2}m(v_C^2 - v_B^2) \Rightarrow W_{BC} = \frac{1}{2} \times 1 \times (-49) = -\frac{49}{2}J$$

کار کل در مسیر ABC برابر است با:

$$W_t = W_{AB} + W_{BC} \Rightarrow W_t = 20 + (-\frac{49}{2}) = -\frac{9}{2}J = -4.5J$$

**۱ ۵۴۱ A**

**بازي با سوال:** سنگی به جرم  $1kg$  از ارتفاع  $10$  متری سطح زمین، با

تندی  $20m/s$  به طرف بالا پرتاب شده و با تندی  $22m/s$  به زمین می‌رسد،

تغییرات انرژي پتانسیل گرانشي آن در طول این حرکت چند برابر کار نیروی وزن

است؟ ( $g=10m/s^2$ )

- (۱)  $-1$  (۲) ۲ (۳)  $-2$  (۴) ۱

**پایستگي همواره تغییر انرژي پتانسیل گرانشي منفی کار نیروی وزن است.**

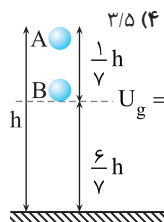
$$\frac{\Delta U_g}{W_w} = -1$$

**۱ ۵۵۴ B**

**بازي با سوال:** جسمی به جرم  $2kg$  در شرایط خلأ از ارتفاع  $h$  رها

می‌شود. اگر انرژي جنبشي آن در لحظه‌اي که  $\frac{1}{5}$  مسیر را طی کرده است برابر

$30J$  باشد، ارتفاع  $h$  چند متر است؟ ( $g=10N/kg$ )



- (۱)  $10/5$  (۲) ۱۲ (۳) ۱۴ (۴)  $3/5$

**پایستگي بنا به اصل پایستگي انرژي مکانیکی:**

انرژي پتانسیل را در ارتفاعی که جسم  $\frac{1}{5}h$  پایین

آمده صفر در نظر می‌گیريم در این نقطه طبق فرض

مسئله انرژي جنبشي  $K_B = 30J$  است. بنا به

اصل پایستگي انرژي مکانیکی:  $E_A = E_B \Rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B$

$$mg(\frac{1}{5}h) + 0 = 0 + K_B \Rightarrow 2 \times 10 \times (\frac{1}{5}h) = 30 \Rightarrow h = 10/2 = 5m$$

**۱ ۵۵۸ B**

**بازي با سوال:** جسمی را از سطح زمین با تندی  $20m/s$  در راستای قائم

به طرف بالا پرتاب مي‌کنيم. در ارتفاع چند متری از سطح زمین انرژي جنبشي

جسم یک پنجم انرژي جنبشي آن در لحظه پرتاب خواهد شد؟ ( $g=10N/kg$ )

و مقاومت هوا ناچيز است.)

- (۱) ۱۶ (۲) ۴ (۳) ۲۰ (۴) ۵



**پاسخ** تمام انرژی جسم به صورت انرژی جنبشی اولیه است که پس از پرتاب و برگشت به زمین پس از چند برخورد نهایتاً متوقف می‌شود و بنا به قانون پایستگی انرژی، این انرژی جنبشی به گرما تبدیل می‌شود بنابراین خواهیم داشت:

$$Q = K = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 100 \text{ J}$$

**B** ۶۰۷ ۳

**بازی با سؤال** در حین سقوط جسمی در نزدیکی سطح زمین نسبت تغییرات انرژی جنبشی به قدرمطلق کار نیروی مقاومت هوا برابر ۳ است. نسبت تغییرات انرژی جنبشی به تغییرات انرژی پتانسیل کدام است؟

$$(1) \frac{1}{4} \quad (2) \frac{2}{3} \quad (3) \frac{3}{4} \quad (4) \frac{4}{5}$$

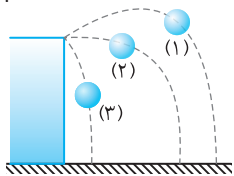
**پاسخ** در فرض مسئله  $|\Delta K| = 3|W_f|$  است بنابراین می‌توان نوشت:

$$|\Delta U| = |\Delta K| + |W_f| \xrightarrow{|W_f| = \frac{1}{3}|\Delta K|} |\Delta U| = |\Delta K| + \frac{1}{3}|\Delta K|$$

$$\Rightarrow |\Delta K| = \frac{3}{4}|\Delta U| \Rightarrow \frac{|\Delta K|}{|\Delta U|} = \frac{3}{4}$$

**A** ۶۲۳ ۴

**بازی با سؤال** مطابق شکل سه گلوله یکسان را در سه حالت نشان داده شده با تندی یکسان پرتاب می‌کنیم. کدام گزینه در مورد تندی گلوله‌ها هنگام رسیدن به زمین می‌تواند درست باشد؟



- (۱) تندی هر سه گلوله با هم برابر است.
- (۲) تندی گلوله (۱) از همه بیشتر است.
- (۳) تندی گلوله (۳) از همه بیشتر است.
- (۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

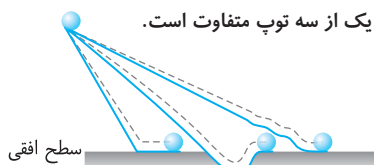
**پاسخ یادآوری** اگر جسمی را از سه وضعیت مختلف زیر پرتاب کنیم داریم:

**۱** کار نیروی وزن در هر سه حالت یکسان است.

**۲** تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برای سه جسم یکسان است.

**۳** اگر سه توپ دارای سرعت اولیه یکسان و مسیرهای بدون اصطکاک باشند، تندی هر سه جسم در رسیدن به سطح افقی برابر است. (حتی اگر جرم توپ‌ها متفاوت باشند زیرا  $v = \sqrt{2gh}$ )

**۴** اگر مسیرها اصطکاک داشته باشند، کار نیروی اصطکاک به مسیر وابسته است و برای هر یک از سه توپ متفاوت است.



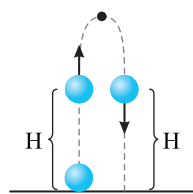
اگر مسیر بدون اصطکاک باشد، در هر سه حالت انرژی پتانسیل گرانشی یکسانی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و تندی هر سه گلوله در هنگام رسیدن به زمین با هم برابر است و گزینه (۱) درست است.

اما اگر اصطکاک در طول مسیر وجود داشته باشد چون گلوله (۱) مسیر طولانی‌تری طی می‌کند، اتلاف انرژی آن بیشتر بوده و تندی آن از دو گلوله دیگر کمتر است و گلوله (۳) که مسیر کوتاه‌تری را طی می‌کند اتلاف انرژی آن کمتر است و تندی آن هنگام رسیدن به زمین بیشتر است، بنابراین گزینه (۳) نیز می‌تواند درست باشد.

**B** ۶۲۶ ۲

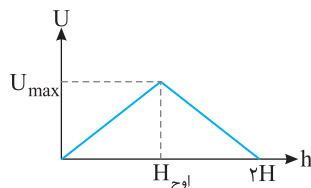
**بازی با سؤال** جسمی به جرم ۳۰۰ گرم را از پایین سطح شیب‌داری با زاویه شیب  $37^\circ$  با تندی اولیه  $6 \text{ m/s}$  مماس بر سطح، رو به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از  $1/5$  متر پیش‌روی جسم متوقف شده و بازمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک و کار نیروی وزن در تمام مسیر رفت و برگشت به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ )

$$(1) \text{ صفر، صفر} \quad (2) -5/4, -5/4 \quad (3) \text{ صفر، صفر} \quad (4) -5/4, +5/4$$



**پاسخ** با پرتاب توپ رو به بالا تندی توپ کاهش و انرژی جنبشی آن نیز کاهش می‌یابد، اما ارتفاع توپ از سطح زمین افزایش می‌یابد و انرژی پتانسیل گرانشی ( $mgh$ ) زیاد خواهد شد، پس گزینه (۱) نادرست است. دقت کنید که در مسیر

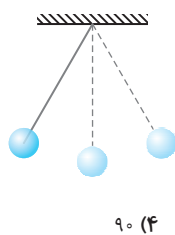
رفت و برگشت، در یک ارتفاع معین H مقدار انرژی پتانسیل گرانشی یکسان و برابر  $mgh$  است. بنابراین نمودارهای انرژی پتانسیل گرانشی توپ در مسیر رفت از سطح زمین به ارتفاع H و در برگشت از H به سطح زمین ( $h=0$ ) بر هم منطبق می‌شوند و گزینه (۲) درست است.



یک اشتباه متداول در مورد این تست، انتخاب گزینه (۳) است. دقت کنید گلوله بالا می‌رود و به ارتفاع H می‌رسد و مجدداً همین مسیر را برمی‌گردد اما به شکل گزینه (۳) (شکل روبه‌رو) دقت

کنید در این شکل جسم به ارتفاع H و در ادامه به ارتفاع  $2H$  می‌رود که این متفاوت با مسیر حرکت توپی است که به بالا پرتاب می‌شود (به‌طور عمودی) و به پایین برمی‌گردد. چرا که در مسأله ما جسم از  $h=0$  به  $h=H$  می‌رود و همین مسیر را بازمی‌گردد.

**B** ۵۷۹ ۳



**بازی با سؤال** آونگی به طول  $1/6$  متر در حال نوسان است. وقتی گلوله آونگ از پایین‌ترین نقطه مسیر می‌گذرد، سرعتش  $4 \text{ m/s}$  است. زاویه راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطه مسیر می‌رسد، چند درجه است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

$$(1) 45 \quad (2) 30 \quad (3) 60 \quad (4) 90$$

**پاسخ** با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mg(L - L \cos \theta)$$

$$\frac{1}{2} \times 16 = 10 \times (1/6 - 1/6 \cos \theta)$$

$$\Rightarrow 8 = 16 - 16 \cos \theta \Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{2}$$

بنابراین  $\theta = 60^\circ$  است.

**B** ۵۹۵ ۲

**بازی با سؤال** اتومبیلی به جرم  $800 \text{ kg}$  و تندی  $10 \text{ m/s}$  ترمز کرده و متوقف می‌شود. چه مقدار انرژی برحسب ژول به گرما تبدیل می‌شود؟

$$(1) 4 \times 10^2 \quad (2) 4 \times 10^4$$

(۳)  $8 \times 10^4$  (۴) باید نیروی اصطکاک معلوم باشد.

**پاسخ** کافی است انرژی جنبشی اولیه خودرو را حساب کنیم:

$$Q_{\text{گرما}} = |\Delta K| \Rightarrow Q = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow Q = \frac{1}{2} \times 800 \times 10^2$$

$$\Rightarrow Q = 40000 \text{ J} \Rightarrow Q = 4 \times 10^4 \text{ J}$$

**A** ۵۹۸ ۲

**بازی با سؤال** تویی به جرم ۲ کیلوگرم را از سطح زمین با تندی اولیه  $10 \text{ m/s}$  در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم و توپ پس از چند بار برخورد به زمین نهایتاً روی سطح زمین متوقف می‌شود. چند ژول گرما در این حرکت به توپ و محیط اطراف آن داده شده است؟

$$(1) 50 \quad (2) 100$$

(۳) صفر (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

**پاسخ** پس از  $10\text{cm}$  جابه‌جایی انرژی پتانسیل گرانشی آزاد شده خواهد

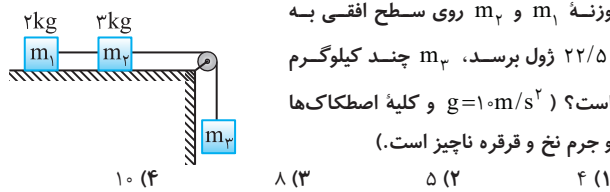
شد:  $\Delta U = mgh \Rightarrow \Delta U = 1/5 \times 10 \times 0/1 \Rightarrow \Delta U = 1/5\text{J}$   
 انرژی جنبشی مجموعه دستگاه برابر می‌شود با:

$\Delta K_t = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 \Rightarrow \Delta K_t = \frac{1}{2} \times (6/5) \times (0/16) \Rightarrow \Delta K_t = 0/52\text{J}$   
 کار نیروی اصطکاک برابر تفاضل  $\Delta U$  و  $\Delta K$  است.

$W_f = 0/52 - 1/5 \Rightarrow W_f = -0/98\text{J}$   
 $W_f = -f_k d \Rightarrow -0/98 = -f_k \times 0/1 \Rightarrow f_k = 9/8\text{N}$

**B ۶۴۹ ۲**

**بازی با سؤال** در شکل زیر وزنه  $m_2$  از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنه  $m_2$   $90^\circ$  سانتی‌متر پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو



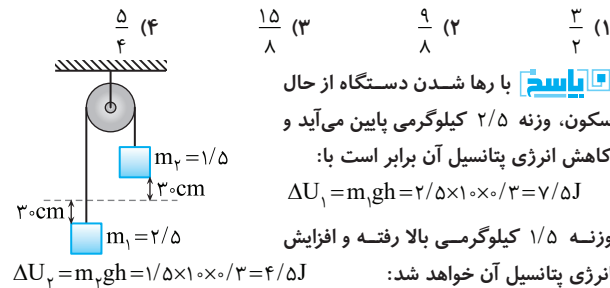
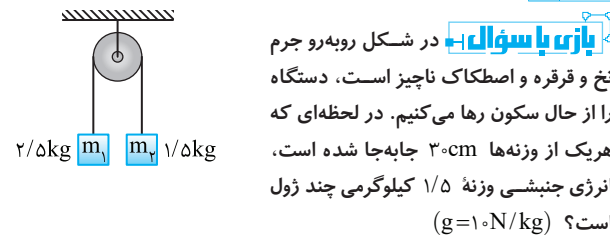
**پاسخ** ابتدا به کمک جمع انرژی جنبشی جسم  $m_1$  و  $m_2$ ، تندی هر سه جسم را حساب می‌کنیم:

$K_1 + K_2 = 22/5 \Rightarrow \frac{1}{2}m_2 v^2 + \frac{1}{2}m_1 v^2 = \frac{3}{2}v^2 + v^2 = \frac{5}{2}v^2 = 22/5$   
 $\Rightarrow v^2 = 9 \Rightarrow v = 3\text{m/s}$

با پایین آمدن جسم  $m_3$  به اندازه  $90\text{cm}$ ، انرژی پتانسیل گرانشی به اندازه  $\Delta U_g = mgh = m_3 \times 10 \times 9/10 = 9m_3$  هر سه جسم تبدیل می‌شود:

$9m_3 = \frac{1}{2}m_2 v^2 + \frac{1}{2}m_1 v^2 + \frac{1}{2}m_3 v^2 = \frac{1}{2}m_3 v^2 + 22/5$   
 $\Rightarrow 9m_3 = \frac{1}{2}m_3 + 22/5 \Rightarrow \frac{9}{2}m_3 = 22/5 \Rightarrow m_3 = 5\text{kg}$

**C ۶۵۰ ۲**

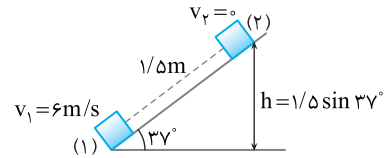


تفاوت انرژی پتانسیل دو وزنه برابر انرژی جنبشی مجموعه است.  
 $K_{\text{ج}} = 7/5 - 4/5 = 3\text{J}$   
 چون تندی وزنه‌ها برابر است:

$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = 3 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 4 \times v^2 = 3 \Rightarrow v^2 = \frac{3}{2} \xrightarrow{K_p = \frac{1}{2}mv^2} K_p = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{9}{8}\text{J}$

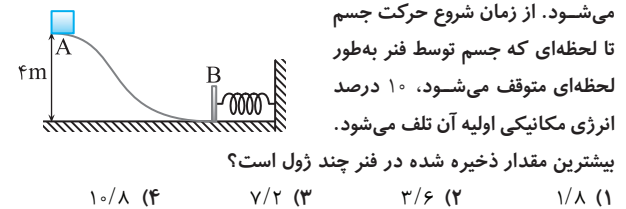
**پاسخ** کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و در مسیر رفت و برگشت، جسم به مکان اولیه برمی‌گردد، بنابراین کار نیروی وزن صفر است. اما برای دو نقطه (۱) و (۲) قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم و کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت را حساب می‌کنیم.

$E_p - E_k = W_f \Rightarrow mgh - \frac{1}{2}mv^2 = W_f$   
 $\xrightarrow{\frac{h=1/5 \sin 37^\circ}{h=0/9m}} W_f = 0/3 \times 10 \times 0/9 - \frac{1}{2} \times 0/3 \times 36 \Rightarrow W_f = -2/7\text{J}$



**B ۶۳۱ ۳**

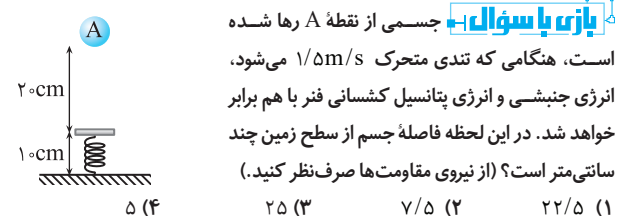
**بازی با سؤال** مطابق شکلی جسمی به جرم  $200\text{g}$  از نقطه A رها



**پاسخ** بیشینه فشردگی فنر و بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی فنر زمانی است که تندی جسم صفر می‌شود. از طرفی کار نیروی اصطکاک ۱۰٪ انرژی مکانیکی اولیه است و با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

$E_B - E_A = W_f \Rightarrow U_{\text{فنر}} - E_A = -\frac{10}{100}(E_A)$   
 $U_{\text{فنر}} = \frac{90}{100}E_A \Rightarrow U_{\text{فنر}} = \frac{9}{10} \times (0/2 \times 10 \times 0/4) = 7/2\text{J}$

**B ۶۳۳ ۲**



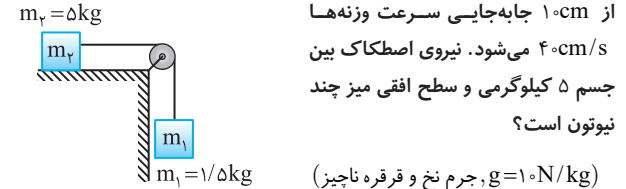
**پاسخ** اصل پایستگی انرژی مکانیکی را برای دو حالت (۱) و (۲) می‌نویسیم:

$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$   
 $\xrightarrow{K_1=0} mgh = (\frac{1}{2}mv^2) + U_{\text{فنر}}$   
 $mgh = 2(\frac{1}{2}mv^2) \Rightarrow 10 \times h = 2/25$   
 $h = 0/225\text{m} = 22/5\text{cm}$   
 فاصله جسم از سطح زمین برابر است با:

$30 - 22/5 = 7/5\text{cm}$

**B ۶۴۸ ۳**

**بازی با سؤال** در شکل زیر دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. پس



چون تندی وزنه‌ها برابر است:



۵. توان متوسط موتور پیشران خودرو برابر است با:

$$P = \frac{W}{t} \xrightarrow{t=1s} P = \frac{150000}{1} \Rightarrow P = 150000 \text{ W}$$

$$\Rightarrow P = 150000 \text{ W} \times \frac{1 \text{ hp}}{745 \text{ W}} \Rightarrow P = 200 \text{ hp}$$

۲ ۶۶۵ B

۱. بازی با سؤال - جسمی به جرم ۱ kg روی سطح شیب‌داری که با افق زاویه

۳۰° می‌سازد، قرار دارد. به آن نیروی ثابت F که موازی سطح شیب‌دار است، وارد می‌کنیم. این نیرو جسم را با تندی ثابت ۵ m/s به سمت بالا جابه‌جا می‌کند. اگر توان نیروی F، ۵ وات باشد، کار نیروی اصطکاک وارد بر جسم در مدت ۱۰ s چند ژول است؟ (g=۱۰ N/kg)

(۱) -۴۵ (۲) -۲۵ (۳) -۵۰ (۴) -۱۵

۱. پاسخ - کار نیروی F را به کمک تعریف توان به دست می‌آوریم:

$$W_F = P \cdot t \Rightarrow W_F = 5 \times 10 = 50 \text{ J}$$

۲. جابه‌جایی جسم در مدت ۱۰ s را به دست می‌آوریم:  $d = vt = 5 \times 10 = 50 \text{ m}$

۳. ارتفاعی که جسم در این مدت بالا می‌رود را حساب می‌کنیم.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow h = \frac{50}{2} = 25 \text{ m}$$

۴. کار نیروی وزن در بالا رفتن جسم به اندازه ۲/۵ متر منفی و برابر است با:

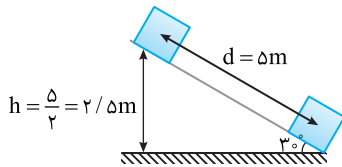
$$W_{mg} = -mgh \Rightarrow W_{mg} = -1 \times 10 \times 25 \Rightarrow W_{mg} = -25 \text{ J}$$

۵. کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر حرکت عمود بوده صفر است.

۶. چون سرعت ثابت است، کار نیروی برابند (کار کل) صفر است.

$$W_t = 0 \Rightarrow W_F + W_g + W_N + W_f = 0 \Rightarrow 50 + (-25) + 0 + W_f = 0$$

$$\Rightarrow W_f = -25 \text{ J}$$



۳ ۶۷۳ A

۱. بازی با سؤال - توان موتور آبی ۵۰۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است. به

کمک این پمپ پس از چند ثانیه، می‌توان ۲۰۰۰ لیتر آب را تا ارتفاع ۱۰ متر بالا

$$\text{برد؟ } (\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3, g = 10 \text{ N/kg})$$

(۱) ۱۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۶۰۰

۱. پاسخ - جرم آب را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 = \frac{m}{2000 \times 10^{-3}} \Rightarrow m = 2000 \times 10^{-3} \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$$

کار مفیدی که پمپ انجام می‌دهد بالا بردن ۲۰۰۰ لیتر آب یعنی ۲۰۰۰ kg آب

$$\text{به ارتفاع ۱۰ متر است. } W_O = mgh = 2000 \times 10 \times 10 = 2 \times 10^5 \text{ J}$$

$$P = \frac{W_{\text{ورودی}}}{t} \Rightarrow W_{\text{ورودی}} = P \cdot t$$

به کمک بازده، زمان را حساب می‌کنیم.

$$Ra = \frac{W_O}{W_{\text{ورودی}}} \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{2 \times 10^5}{500 \times t} \Rightarrow t = 500 \text{ s}$$

۴ ۶۷۶ B

۱. بازی با سؤال - پمپ آبی با توان ورودی ۱۰ kW و بازده ۷۹/۵ درصد، در

هر ثانیه ۲۵ لیتر آب به چگالی ۱ g/cm<sup>۳</sup> را از ته چاهی به عمق ۳ متر بالا می‌کشد

و با تندی ۷ به بیرون پمپاژ می‌کند، ۷ چند متر بر ثانیه است؟ (g=۱۰ N/kg)

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۶

۲ ۶۵۲ C

۱. بازی با سؤال - در شکل زیر به دو سر میله سبکی دو گلوله m' و m

متصل است. میله می‌تواند حول نقطه O بدون اصطکاک در صفحه قائم بچرخد.

اگر میله را از وضع افقی رها کنیم، لحظه‌ای که میله به وضع قائم در می‌آید

مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها برابر

mgL می‌شود. کدام است؟

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

۱. پاسخ - وزنه m' به اندازه  $\frac{2L}{3}$

پایین می‌آید و به اندازه  $mg(\frac{2L}{3})$

انرژی پتانسیل از دست می‌دهد. وزنه

m به اندازه  $\frac{L}{3}$  بالا می‌رود و به اندازه

$mg \frac{L}{3}$  به انرژی پتانسیل آن افزوده می‌شود که تفاضل این دو مقدار به انرژی

جنبشی مجموعه تبدیل می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت:  $m'g \frac{2L}{3} - mg \frac{L}{3} = K$

با توجه به فرض مسئله  $K = mgL$  خواهیم داشت:

$$m'g \frac{2L}{3} - mg \frac{L}{3} = mgL \Rightarrow m' = 2m \Rightarrow \frac{m'}{m} = 2$$

۲ ۶۵۵ B

۱. بازی با سؤال - یک پمپ آتش‌نشانی در هر دقیقه ۳۰۰ لیتر آب را با تندی

۲۰ m/s پرتاب می‌کند. توان خروجی این پمپ چند وات است؟

(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۱۰ (۴) ۱

۱. پاسخ - جرم ۳۰۰ لیتر آب، ۳۰۰ کیلوگرم است.

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t} \Rightarrow P = \frac{\frac{1}{2} \times 300 \times 400}{60} \Rightarrow P = 1000 \text{ W}$$

۲ ۶۶۱ B

۱. بازی با سؤال - تندی خودرویی به جرم ۱۲۰۰ kg در مدت ۱۰ s و طی

مسافت افقی ۱۰۰ m از ۵ m/s به ۱۵ m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک وارد بر

خودرو در طول مسیر ثابت و برابر ۳۰۰ N است. توان متوسط موتور پیشران

خودرو چند اسب بخار است؟ (۱ hp = ۷۵۰ W)

(۱) ۱۵۰۰۰ (۲) ۲۰ (۳) ۱۵ (۴) ۷۵۰

۱. پاسخ - کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر

حرکت عمودند صفر است.  $W_{F_N} = W_{mg} = 0$

۲. کار نیروی اصطکاک در مسافت ۱۰۰ متر را حساب می‌کنیم.

$$W_{f_k} = -f_k d = -300 \times 100 = -30000 \text{ J}$$

۳. تغییر انرژی جنبشی خودرو را به دست می‌آوریم.

$$\Delta K = K_f - K_i \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \Rightarrow \Delta K = \frac{1}{2} \times 1200 \times (15^2 - 5^2)$$

$$\Rightarrow \Delta K = 600 \times 20 \Rightarrow \Delta K = 120000 \text{ J}$$

۴. اکنون به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی نیروی پیشران خودرو را حساب

می‌کنیم.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_N} + W_W + W_{f_k} + W_F = \Delta K$$

$$\Rightarrow 0 + 0 + (-30000) + W_F = 120000 \Rightarrow W_F = 150000 \text{ J}$$

۱ ۶۹۰ B

**بازی با سؤال** جسمی به جرم  $2\text{kg}$  از ارتفاع  $10\text{m}$  متری رها شده و روی خط راست با شتاب  $8\text{m/s}^2$  به سمت پایین سقوط می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا در این جابه‌جایی چند ژول است؟  $(g=10\text{m/s}^2)$

- (۱)  $-40$  (۲)  $40$  (۳)  $-160$  (۴)  $160$

**پاسخ** ابتدا کار نیروی خالص وارد بر جسم را به دست می‌آوریم:

$$F_t = ma \Rightarrow F_t = 2 \times 8 = 16\text{N}$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:

$$W_{F_t} = F_t d = 16 \times 10 = 160\text{J}$$

کار نیروی وزن هنگام آمدن جسم برابر خواهد شد با:

$$W_g = mgd \cos 0 = 2 \times 10 \times 10 \times 1 = 200\text{J}$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر مجموع جبری کار تک‌تک نیروهاست (هر چند این جمله به‌طور مستقیم در کتاب درسی بیان نشده است، اما بهتر است شما آن را بدانید.)

$$W_{F_t} = W_g + W_f \Rightarrow 160 = 200 + W_f \Rightarrow W_f = -40\text{J}$$

۲ ۶۹۰ B

**بازی با سؤال** معادلهٔ تندی - مکان متحرکی به صورت  $v = x^2 + 2x + 4$  است. کار کل در دو متر اول حرکت چند برابر کار کل در دو متر بعدی حرکت است؟

- (۱)  $5$  (۲)  $\frac{1}{5}$  (۳)  $\frac{1}{3}$  (۴)  $3$

**پاسخ** با استفاده از مکان جسم، تندی‌ها را محاسبه می‌کنیم و سپس با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} x=0 \Rightarrow v_1 = 4\text{m/s} \\ x=2\text{m} \Rightarrow v_2 = 2^2 + 2 \times 2 + 4 = 12\text{m/s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{1\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(144 - 16) = \frac{1}{2}m \times 128$$

$$\begin{cases} x=2\text{m} \Rightarrow v_3 = 12\text{m/s} \\ x=4\text{m} \Rightarrow v_4 = 4^2 + 2 \times 4 + 4 = 28\text{m/s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{2\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_4^2 - \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}m(4^2 \times 7^2 - 4^2 \times 3^2)$$

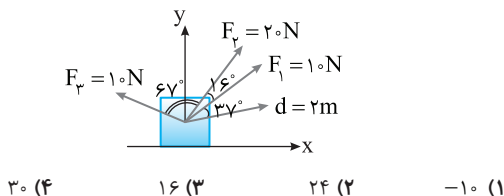
$$\frac{1}{2}m(16(49 - 9)) = \frac{1}{2}m \times 16 \times 40$$

حال نسبت کار کل‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{W_{1\text{کل}}}{W_{2\text{کل}}} = \frac{\frac{1}{2} \times m \times 128}{\frac{1}{2} \times m \times 16 \times 40} = \frac{1}{5}$$

۴ ۶۹۰ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو جسمی تحت تأثیر سه نیروی  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$  و  $F_4$  جابه‌جایی  $2\text{m}$  را در جهت نشان داده شده طی می‌کند. کار کل چند ژول است؟  $(\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 0.8)$



**پاسخ** با توجه به توان ورودی و بازده داده شده، توان خروجی را به دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 = 79/5 \Rightarrow 79/5 = \frac{P_{\text{خروجی}}}{10} \times 100 \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 7/95\text{kJ}$$

$$\frac{W_{\text{خروجی}}}{W_{\text{ورودی}}} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \Rightarrow W_{\text{خروجی}} = 7/95 \times 10 = 7/95\text{kJ}$$

جرم هر لیتر آب برابر  $1\text{kg}$  است بنابراین  $25\text{L}$  آب یعنی  $m=25\text{kg}$ .

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t = W_{\text{بمب}} + W_{\text{mg}} = \Delta K \Rightarrow 7950 - mgh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$\Rightarrow 7950 - 25 \times 10 \times 30 = \frac{1}{2} \times 25 v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{900}{25} \Rightarrow v = 6\text{m/s}$$

۱ ۶۷۷ B

**بازی با سؤال** انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر بنزین  $2000\text{kJ}$  است. اگر  $10\%$  درصد از انرژی ذخیره شده در بنزین توسط موتور خودرویی به جرم یک تن به انرژی جنبشی خودرو تبدیل شود، برای آنکه تندی خودرو به  $72\text{km/h}$  برسد، چند لیتر بنزین مصرف خواهد شد؟

- (۱)  $1$  (۲)  $2$  (۳)  $3$  (۴)  $1/5$

**پاسخ** ابتدا تندی خودرو را بر حسب  $\text{m/s}$  به دست می‌آوریم.

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 20\text{m/s}$$

جرم خودرو  $1\text{تن}$  یعنی  $1000\text{kg}$  است. بنابراین انرژی جنبشی آن خواهد شد:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 1000 \times (20)^2 \Rightarrow K = 2 \times 10^5\text{J}$$

این مقدار انرژی،  $10\%$  کل انرژی حاصل از سوختن بنزین است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K = \frac{10}{100} U \Rightarrow 2 \times 10^5 = \frac{10}{100} U \Rightarrow U = 2 \times 10^6\text{J} = 2 \times 10^2\text{kJ} = 200\text{kJ}$$

انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر برابر  $2000\text{kJ}$  است. در نتیجه با مصرف یک لیتر بنزین این خودرو می‌تواند به تندی  $72\text{km/h}$  برسد.

۳ ۶۸۳ B

**بازی با سؤال** توان مصرفی بالابر A،  $20\%$  درصد از توان مصرفی بالابر B بیشتر است و بازده آن  $\frac{6}{5}$  برابر بازده بالابر B است. اگر  $m$  کیلوگرم بار با تندی ثابت توسط بالابره‌های A و B به ترتیب در مدت زمان  $t_A$  و  $t_B$  تا یک ارتفاع

مشخص بالا رود. حاصل  $\frac{t_A}{t_B}$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{36}{25}$  (۲)  $\frac{6}{5}$  (۳)  $\frac{25}{36}$  (۴)  $\frac{5}{6}$

**پاسخ** هر دو بالابر،  $m$  کیلوگرم بار را تا یک ارتفاع معین بالا می‌برند پس کار مفید آن‌ها (خروجی) برابر است:

$$(W_{\text{خروجی A}} = W_{\text{خروجی B}})$$

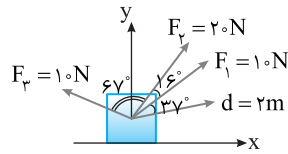
بازده بالابر A،  $\frac{6}{5}$  برابر بازده بالابر B است از این‌رو:

$$Ra_A = \frac{6}{5} Ra_B \Rightarrow \frac{W_{\text{خروجی A}}}{W_{\text{ورودی A}}} = \frac{6}{5} \frac{W_{\text{خروجی B}}}{W_{\text{ورودی B}}} \Rightarrow W_{\text{ورودی B}} = \frac{6}{5} W_{\text{ورودی A}} \quad (I)$$

توان مصرفی بالابر A،  $20\%$  از توان مصرفی بالابر B بیشتر است بنابراین:

$$P_{\text{ورودی A}} = 1/2 P_{\text{ورودی B}} \Rightarrow \frac{W_{\text{ورودی A}}}{t_A} = 1/2 \frac{W_{\text{ورودی B}}}{t_B}$$

$$\xrightarrow{(I)} \frac{W_{\text{ورودی A}}}{t_A} = 1/2 \frac{6}{5} \frac{W_{\text{ورودی A}}}{t_B} \Rightarrow \frac{t_A}{t_B} = \frac{25}{36}$$



**پاسخ** با توجه به اندازه‌های نیرو و جابه‌جایی و زاویه بین نیرو جابه‌جایی، کار نیروها را به دست می‌آوریم.

$$W_{F_1} = F_1 d \cos \theta_1 = 10 \times 2 \times \cos 37^\circ = 16 \text{ J}$$

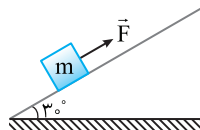
$$W_{F_2} = F_2 d \cos \theta_2 = 20 \times 2 \times \cos 53^\circ = 24 \text{ J}$$

$$W_{F_r} = F_r d \cos \theta_r = 10 \times 2 \times \cos(67^\circ + 16^\circ + 37^\circ) = -20 \times \frac{1}{2} = -10 \text{ J}$$

کار کل برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروها پس:

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_r} = 16 + 24 - 10 = 30 \text{ J}$$

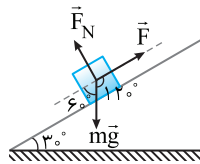
۲ ۶۹۰ B



**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو، جسمی به جرم  $m$  با نیروی ثابت  $F$  و با تندی ثابت روی سطح بدون اصطکاکی به اندازه  $L$  بالا می‌رود. کار نیروی  $F$  در این جابه‌جایی کدام است؟

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

**پاسخ** سرعت ثابت است، بنابراین نیروی خالص، کار نیروی خالص و کار کل صفر است. بر جسم سه نیروی  $F$ ،  $F_N$  و  $W$  وارد می‌شود.



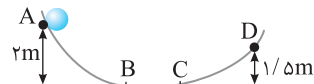
$$W_{F_t} = W_t = W_F + W_g + W_{F_N}$$

$$\Rightarrow 0 = W_F + mgL \cos 12^\circ + 0$$

$$\Rightarrow W_F = -\frac{mgL}{2}$$

۱ ۶۹۰ B

**بازی با سؤال** در شکل زیر گلوله از حال سکون از نقطه A شروع به حرکت می‌کند و از طرف دیگر حداکثر تا نقطه D بالا می‌رود. اگر فقط قسمت افقی مسیر اصطکاک داشته باشد، وقتی گلوله از نقطه D بر می‌گردد و به نقطه B می‌رسد، اندازه سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟



- (۱)  $2\sqrt{5}$  (۲)  $2\sqrt{10}$  (۳)  $\sqrt{10}$  (۴)  $\sqrt{5}$

**پاسخ** قضیه کار و انرژی جنبشی را در مسیر A تا D می‌نویسیم:

$$W_{F_T} = \Delta K \Rightarrow K_D - K_A = W_{mg} + W_{f_k} \Rightarrow 0 = -mg\Delta h + W_{f_k}$$

$$\Rightarrow 0 = -m \times 10 \times (1/5 - 2) + W_{f_k} \Rightarrow W_{f_k} = -5m \text{ J}$$

کار اصطکاک در مسیر B تا C و مسیر C تا B یکسان و برابر  $-5$  میلی‌ژول است. قضیه کار و انرژی جنبشی را از D تا B می‌نویسیم:

$$K_B - K_D = W_{mg} + W_{f_k} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 - 0 = -mg\Delta h + W_{f_k}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 = -m \times 10 \times (0 - 1/5) + (-5m) \Rightarrow \frac{v_B^2}{2} = 10 - 5$$

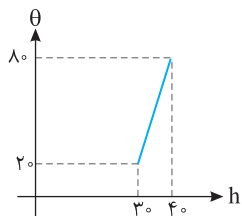
$$\Rightarrow v_B^2 = 10 \Rightarrow v_B = \sqrt{10} \text{ m/s}$$

فصل چهارم

۳ ۶۹۴ A

۳ ۷۰۷ B

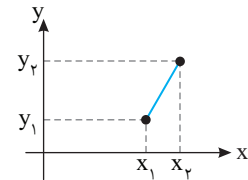
**بازی با سؤال** کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر نمودار تغییرات ارتفاع بر حسب دما به صورت مقابل باشد، در کدام



ارتفاع اندازه دما با مقدار ارتفاع برابر است؟

- ۲۸ (۱)
- ۳۰ (۲)
- ۳۲ (۳)
- ۳۶ (۴)

**یاسج یادآوری** برای نوشتن معادله خطی که مختصات دو نقطه آن



معلوم است می توان نوشت:

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1}$$

و مختصات هر نقطه از خط در این معادله صدق می کند.

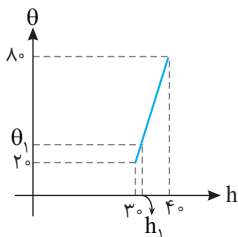
با توجه به نمودار، معادله خط  $\theta-h$  را می نویسیم:

$$\frac{\theta-20}{80-20} = \frac{h-30}{40-30} \Rightarrow \frac{\theta-20}{60} = \frac{h-30}{10} \Rightarrow \theta-20 = 6(h-30) = 6h-180$$

مختصات  $\theta_1$  و  $h_1$  در این معادله صدق می کند که با توجه به فرض مسئله،

عدد  $\theta_1$  و  $h_1$  با هم برابر است از این رو می توان نوشت:

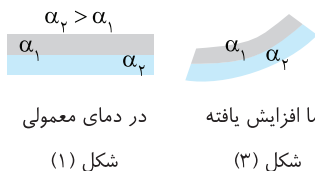
$$\frac{\theta_1-20}{6} = h_1-30 \xrightarrow{\theta_1=h_1} \frac{h_1-20}{6} = h_1-30 \Rightarrow h_1-20 = 6h_1-180 \Rightarrow 5h_1 = 160 \Rightarrow h_1 = 32$$



۷۰۹ A

**بازی با سؤال** اگر دمای نوار سؤال اصلی را افزایش دهیم، شکل قرارگیری آن چگونه خواهد شد؟

**یاسج** با افزایش دما طول میله ها افزایش می یابد و چون  $\alpha_p > \alpha_1$  است، بنابراین طول میله (۲) بیشتر افزایش می یابد و طول ثانویه این میله بیشتر از میله (۱) خواهد شد و میله (۲) قوس خارجی نوار خواهد بود.



در دمای معمولی (۱) شکل  
دما افزایش یافته (۲) شکل

۱ ۶۹۹ A

**بازی با سؤال** اساس کار دماسنج ترموکوپل چیست؟

- (۱) تبدیل انرژی الکتریکی به گرمایی
  - (۲) تبدیل انرژی شیمیایی به گرمایی
  - (۳) تبدیل انرژی گرمایی به الکتریکی
  - (۴) تبدیل انرژی گرمایی به شیمیایی
- یاسج** اساس کار دماسنج ترموکوپل تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی و ایجاد جریان الکتریکی بوده که به کمک این جریان الکتریکی، دما اندازه گیری می شود.

**بازی با سؤال** دمای جسمی x درجه فارنهایت افزایش می یابد. افزایش

دمای این جسم بر حسب کلونین چند x است؟

- (۱)  $\frac{5}{9}$
- (۲)  $\frac{9}{5}$
- (۳)  $\frac{273}{5}$
- (۴)  $\frac{5}{273}$

**یاسج** با توجه به نکته:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta$$

از طرفی تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس و کلونین یکسان است، بنابراین:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta T \Rightarrow x = \frac{9}{5} \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{5}{9} x$$

۱ ۷۰۲ B

**بازی با سؤال** مجموع عددی دمای جسمی بر حسب کلونین و درجه

سلسیوس ۶۰۰ می باشد. دمای جسم چند درجه سلسیوس است؟

- (۱)  $163/5$
- (۲) ۳۲۷
- (۳)  $463/5$
- (۴) ۶۰۰

**یاسج** با توجه به رابطه بین مقیاس سلسیوس و کلونین خواهیم داشت:

$$T = 273 + \theta \quad (I)$$

از طرفی بنا به فرض مسئله مجموع عددی دماها بر حسب کلونین و سلسیوس ۶۰۰ می باشد.

$$T + \theta = 600 \quad (II)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$(I), (II) \Rightarrow 273 + \theta + \theta = 600 \Rightarrow 2\theta = 327 \Rightarrow \theta = 163/5^\circ C$$

۱ ۷۰۵ A

**بازی با سؤال** یک دماسنج که طریقه مدرج کردن آن مشخص نیست،

دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را صفر و دمای بخار آب جوش در فشار ۱ atm را ۲۵° نشان می دهد. این دماسنج ۴۱° F را چند درجه نشان می دهد؟

- (۱)  $12/5$
- (۲) ۲۵
- (۳) ۳۷
- (۴) ۱۵

**یاسج** دماسنج فارنهایت دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را ۳۲° F و دمای بخار آب جوش در فشار ۱ atm را ۲۱۲° F نشان می دهد، از این رو:

۲۱۲° F	۲۵°	$\frac{212-32}{41-32} = \frac{25-\theta}{\theta-0} \Rightarrow \frac{180}{9} = \frac{25-\theta}{\theta} \Rightarrow \theta = 12/5^\circ$
۴۱° F	$\theta = ?$	
۳۲° F	°	



۱ ۷۲۶ A

**بازی با سؤال** طول یک میله آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس ۴cm بیشتر از طول یک میله نقره‌ای در همان دما است. طول اولیه میله نقره‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس چند سانتی‌متر باشد تا اختلاف طول آن‌ها در دمای ۶۰°C برابر ۴cm شود؟ (ضریب انبساط طولی آهن و نقره به ترتیب  $1/18 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  و  $1/2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

۸ (۱)      ۱۰ (۲)      ۱۲ (۳)      ۲۰ (۴)

**پاسخ** طول میله آهنی در دمای ۶۰°C، از طول میله نقره‌ای بیشتر است.  $L_{Fe} - L_{Ag} = 4\text{cm}$  (I)

با توجه به صورت مسئله اختلاف طول میله‌ها در دمای ۶۰°C همچنان ۴cm است یعنی باید افزایش طول دو میله یکسان باشد.

$$\Delta L_{Fe} = \Delta L_{Ag} \Rightarrow L_{Fe} \alpha_{Fe} \Delta \theta = L_{Ag} \alpha_{Ag} \Delta \theta \Rightarrow \frac{L_{Fe}}{L_{Ag}} = \frac{\alpha_{Ag}}{\alpha_{Fe}} = \frac{1/18 \times 10^{-5}}{1/2 \times 10^{-5}} = \frac{2}{9} \Rightarrow L_{Fe} = \frac{2}{9} L_{Ag}$$
 (II)

از رابطه (II) در رابطه (I) جای گذاری می‌کنیم.

$$L_{Fe} - L_{Ag} = 4 \Rightarrow \frac{2}{9} L_{Ag} - L_{Ag} = 4 \Rightarrow -\frac{7}{9} L_{Ag} = 4 \Rightarrow L_{Ag} = -\frac{36}{7} \text{cm} \approx -5.14 \text{cm}$$

۲ ۷۳۰ B

**بازی با سؤال** طول قطعات فولادی که در ساختن ریل‌های راه آهن به کار می‌رود ۱۰ متر و ضریب انبساط طولی آن‌ها  $1/11 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$  است. اگر دمای محیط بین ۱۰°C تا ۲۶°C تغییر کند، فاصله بین قطعات ریل باید چند سانتی‌متر باشد تا ریل‌ها در اثر انبساط، خمیده نشوند؟

۳/۹۶ (۴)      ۱/۹۸ (۳)      ۰/۳۹۶ (۲)      ۰/۱۹۸ (۱)

**پاسخ** فاصله بین ریل‌ها باید به اندازه تغییر طول یک ریل باشد تا هنگام انبساط به هم فشاری وارد نکنند.

$$\Delta L = L \alpha (\Delta \theta) \Rightarrow \Delta L = 10 \times 1/11 \times 10^{-5} \times (26 - (-10)) \Rightarrow \Delta L = 3.96 \times 10^{-5} \text{m} = 3.96 \times 10^{-3} \text{cm} = 0.396 \text{cm}$$

۲ ۷۳۳ A

**بازی با سؤال** ضریب انبساط سطحی فلزی  $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  است. اگر شعاع صفحه‌ای دایره‌ای شکل از آن فلز در دمای صفر درجه سلسیوس ۱m باشد، افزایش قطر آن در دمای ۱۰۰°C چند میلی‌متر می‌شود؟

۲/۵ (۱)      ۱ (۲)       $\sqrt{2}$  (۳)      ۲ (۴)

**پاسخ** شعاع دایره ۱m است، بنابراین قطر آن ۲m است. از طرفی ضریب انبساط سطحی دو برابر ضریب انبساط طولی است، از این رو:

$$2\alpha = 10^{-5} \Rightarrow \alpha = 5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

انبساط قطر صفحه، انبساط طولی است بنابراین می‌توان نوشت:

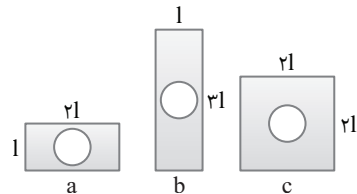
$$\Delta L = L \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta L = (2 \times 1) \times 5 \times 10^{-6} \times 100 \Rightarrow \Delta L = 10^{-3} \text{m} = 1 \text{mm}$$

۴ ۷۳۶ B

**بازی با سؤال** شکل زیر سه صفحه فلزی هم جنس را در یک دما، نشان می‌دهد. اگر حفره‌های موجود در هر سه صفحه هم‌اندازه باشند، با افزایش دمای یکسان سطح کدام صفحه و سطح کدام حفره بیشتر از بقیه افزایش خواهد یافت؟

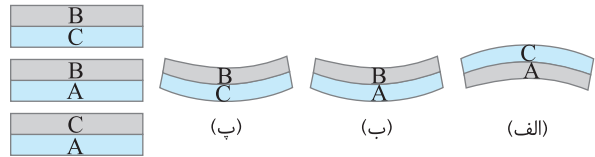
۱) a, c      ۲) c, a      ۳) a, b      ۴) c, هر سه حفره یکسان

افزایش سطح می‌یابند.



۳ ۷۱۰ B

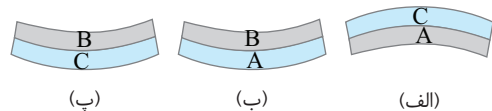
**بازی با سؤال** شکل‌های زیر، تیغه‌های فلزی A، B و C را نشان می‌دهد که در دمای اولیه یکسان T<sub>۰</sub> دارای طول‌های اولیه یکسانی هستند و دوبه‌دو به یکدیگر به‌طور سراسری جوش داده شده‌اند و سپس دمایشان تغییر داده شده است. اگر مقایسه بین ضرایب انبساط طولی آن‌ها به‌صورت  $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$  باشد، در شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) به ترتیب از راست به چپ نوع تغییر دمای تیغه‌ها نسبت به دمای T<sub>۰</sub> چگونه بوده است؟



- ۱) افزایش - افزایش - افزایش      ۲) کاهش - کاهش - افزایش  
 ۳) کاهش - افزایش - کاهش      ۴) افزایش - افزایش - کاهش

**پاسخ فطری** هرگاه به دو تیغه فلزی با طول یکسان که به یکدیگر به‌طور سراسری جوش خورده باشند، گرما دهیم، فلزی که دارای ضریب انبساط بیشتری است، دارای انبساط بزرگ‌تری است و این امر سبب می‌گردد تیغه خمیده شده و کمان بیرونی آن فلز دارای  $\alpha$  بزرگ‌تر باشد و هنگامی که دما را پایین می‌آوریم تیغه با ضریب انبساط طولی بیشتر، کمان داخلی تیغه خواهد بود.

در شکل (الف)  $\alpha_A > \alpha_C$  است و با تغییر دمای یکسان تغییرات طولی از تغییرات طولی C بیشتر است. با توجه به شکل، طول ثانویه A کوچک‌تر از طول ثانویه C است (تیغه C سطح خارجی را دربرمی‌گیرد) پس باید دما کاهش یافته باشد تا کاهش طول تیغه A بیشتر از کاهش طول تیغه C باشد و طول ثانویه A کوچک‌تر از طول ثانویه C شود. در شکل (پ) هم با همین استدلال به این نتیجه می‌رسیم که کاهش دما داشته‌ایم. در شکل (ب) با توجه به اینکه  $\alpha_A > \alpha_B$  و تغییرات طولی A بیشتر از تغییرات طولی B است، افزایش دما داشته‌ایم که در آن افزایش طول A بیشتر از افزایش طول B است و طول ثانویه A بیشتر از طول ثانویه B شده است.



۲ ۷۱۳ B

**بازی با سؤال** طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۸۰cm است. اگر طول آن در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به ۸۰.۱cm برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟

۲/۵ × ۱۰<sup>-۴</sup> (۱)      ۲/۵ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۲)      ۴ × ۱۰<sup>-۴</sup> (۳)      ۴ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۴)

**پاسخ** طول میله از ۸۰cm به ۸۰.۱cm رسیده است، بنابراین طول میله ۱cm افزایش یافته است:

$$\Delta L = L \alpha \Delta \theta \Rightarrow 1 = 80 \times \alpha \times 50 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{4} \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

۱ ۷۱۴ A

**بازی با سؤال** طول تیر آهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟

( $\alpha = 1/2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

۷/۲ (۱)      ۷۲ (۲)       $7/2 \times 10^{-1}$  (۳)       $7/2 \times 10^{-2}$  (۴)

**پاسخ** یک تست ساده و راحت که با جای گذاری در فرمول انبساط طولی حل می‌شود.

$$\Delta L = L \alpha \Delta \theta \xrightarrow{L_1=12\text{m}, \alpha=1/2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \Delta \theta=50 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta L = 12 \times 1/2 \times 10^{-5} \times 50 \Rightarrow \Delta L = 72 \times 10^{-5} \text{m} \Rightarrow \Delta L = 72 \times 10^{-2} \text{mm} \Rightarrow \Delta L = 7/2 \text{mm}$$

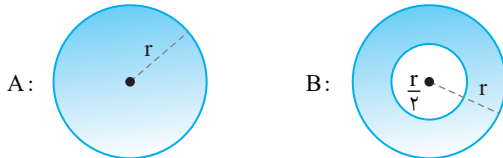
**A** ۷۴۵ ۲

**بازی با سؤال** دمای کره مسی توپر A به شعاع r و کره مسی توخالی B

به شعاع داخلی  $\frac{r}{3}$  و خارجی r را به طور یکسان بالا می‌بریم. افزایش حجم مس به کار رفته در کره A چند برابر افزایش حجم مس به کار رفته در کره B است؟

$$(1) \frac{1}{8} \quad (2) \frac{1}{7} \quad (3) 1 \quad (4) \frac{1}{8}$$

**پاسخ** هر دو کره هم‌جنس‌اند و تغییر دمای آن‌ها یکسان است، اما حجم مس به کار رفته در کره‌های A و B متفاوت است:



$$V_A = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V_B = \frac{4}{3} \pi r^3 - \frac{4}{3} \pi \left(\frac{r}{3}\right)^3 \Rightarrow V_B = \frac{4}{3} \pi \left(r^3 - \frac{r^3}{27}\right) \Rightarrow V_B = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{26}{27} r^3\right)$$

حال نسبت افزایش حجم مس به کار رفته در دو حالت را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A \alpha \Delta \theta}{V_B \alpha \Delta \theta} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A}{V_B} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{1}{7}$$

**B** ۷۵۰ ۱

**بازی با سؤال** اگر دمای یک لوله مسی به تدریج افزایش یابد، کدام

کمیت وابسته به آن کاهش می‌یابد؟

(۱) چگالی (۲) قطر خارجی (۳) قطر داخلی (۴) چگالی و قطر داخلی

**پاسخ** هنگام انبساط جسم جامد تمام ابعاد آن منبسط شده و قطر داخلی،

قطر خارجی و حجم آن افزایش می‌یابد. اما در مورد چگالی ( $\rho = \frac{m}{V}$ ) چون جرم

ثابت مانده است با افزایش حجم، چگالی کاهش می‌یابد.

**B** ۷۵۳ ۴

**بازی با سؤال** در اثر افزایش دما، چگالی میلیه‌ای n درصد کاهش

می‌یابد، طول میله چند برابر می‌شود؟

$$(1) \frac{n}{100} \quad (2) \frac{n}{300} \quad (3) 1 + \frac{n}{100} \quad (4) 1 + \frac{n}{300}$$

**پاسخ** خط‌کشی با افزایش دما، حجم میله افزایش می‌یابد و با توجه

به ثابت بودن جرم میله چگالی ( $\rho = \frac{m}{V}$ ) کاهش می‌یابد.

$$\left(\rho_2 = \frac{m}{V_2}, \rho_1 = \frac{m}{V_1}\right) \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho_1}{\rho_1(1-\beta\Delta\theta)} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{1-\beta\Delta\theta}$$

البته با تقریب مناسبی رابطه چگالی با دما خواهد شد.

$$\rho_2 = \rho_1(1-\beta\Delta\theta) \Rightarrow \Delta\rho = -\rho_1\beta\Delta\theta$$

با توجه به صورت مسئله چگالی n درصد کاهش یافته است بنابراین:

$$\Delta\rho = -\frac{n}{100}\rho_1 \Rightarrow -\rho_1\beta\Delta\theta = -\frac{n}{100}\rho_1 \Rightarrow \beta\Delta\theta = \frac{n}{100}$$

$$\beta = 3\alpha \Rightarrow \frac{n}{100} = 3\alpha\Delta\theta \Rightarrow \alpha\Delta\theta = \frac{n}{300}$$

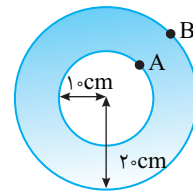
طول میله در اثر افزایش دما برابر است با:

$$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = (1+\alpha\Delta\theta) \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(1 + \frac{n}{300}\right)$$

**پاسخ** هر سه سطح هم‌جنس‌اند، پس ضریب انبساط سطحی آن‌ها با هم

برابر است، پس هر سطحی که مساحت اولیه بیشتری داشته باشد انبساط آن بیشتر خواهد بود، بنابراین سطح C بیشترین انبساط سطحی را خواهد داشت. سطح حفره‌ها یکسان و ضریب انبساط‌ها نیز به دلیل هم‌جنس بودن سطح‌ها یکسان است، بنابراین با افزایش دمای یکسان، افزایش سطح حفره‌ها یکسان خواهد بود.

**B** ۷۳۸ ۱



**بازی با سؤال** در شکل مقابل، دمای

صفحه فلزی را به اندازه ۲۰ درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم. فاصله نقاط A و B چگونه

تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط سطحی فلز  $3 \times 10^{-5} K^{-1}$ )

$$(1) 0.3 \text{ میلی‌متر افزایش} \quad (2) 0.3 \text{ میلی‌متر کاهش} \\ (3) 0.6 \text{ میلی‌متر افزایش} \quad (4) \text{ ثابت می‌ماند.}$$

**پاسخ** ضریب انبساط سطحی جسم جامد تقریباً دو برابر ضریب انبساط

$$\text{طولی آن است. از این رو:} \quad 2\alpha = 3 \times 10^{-5} \Rightarrow \alpha = \frac{3}{2} \times 10^{-5} K^{-1}$$

با توجه به رابطه انبساط طولی جامدات می‌توان نوشت:

$$\Delta(AB) = (AB)\alpha\Delta\theta = \frac{(2-1)}{100} \times \left(\frac{3}{2} \times 10^{-5}\right) \times 20 = 3 \times 10^{-5} \text{ m} = 0.3 \text{ mm}$$

بنابراین فاصله دو نقطه A و B از هم 0.3 mm افزایش می‌یابد.

**B** ۷۳۹ ۲

**بازی با سؤال** در شکل زیر صفحه از جنس فلزی به ضریب انبساط

سطحی  $5 \times 10^{-6} K^{-1}$  است. اگر دما به طور یکنواخت  $60^\circ C$  افزایش یابد،

فاصله بین A و B چگونه تغییر می‌کند؟

$$(1) 15 \text{ درصد کاهش می‌یابد.} \\ (2) 15 \text{ درصد افزایش می‌یابد.} \\ (3) 3 \text{ درصد کاهش می‌یابد.} \\ (4) 3 \text{ درصد افزایش می‌یابد.}$$

**پاسخ** ضریب انبساط سطحی این فلز برابر  $2\alpha = 5 \times 10^{-6} K^{-1}$  است

بنابراین ضریب انبساط طولی آن خواهد شد:

$$\alpha = \frac{5 \times 10^{-6}}{2} \Rightarrow \alpha = 2.5 \times 10^{-6} K^{-1}$$

با افزایش دمای ورقه، فاصله بین A و B دارای انبساط طولی خواهد بود. با توجه

$$\text{به گزینه‌ها درصد تغییر فاصله خواسته شده است و درصد تغییر طول خواهد شد:} \\ \frac{\Delta L_{AB}}{L_{AB}} \times 100 = \frac{L_{AB}\alpha\Delta\theta}{L_{AB}} \times 100 = \alpha\Delta\theta \times 100 = 2.5 \times 10^{-6} \times 60 \times 100 = 0.15\%$$

$$AB \text{ درصد تغییرات} = 1/5 \times 10^{-2} \% = 0.15\%$$

**B** ۷۴۲ ۲

**بازی با سؤال** مکعبی به ضریب انبساط طولی  $12 \times 10^{-6} K^{-1}$  در دمای

صفر درجه سلسیوس قرار دارد. اگر دمای آن به  $100^\circ C$  برسد، حجم مکعب

چند درصد افزایش می‌یابد؟

$$(1) 12 \quad (2) 36 \quad (3) 12 \quad (4) 36$$

**پاسخ** درصد تغییرات حجم برابر است با:

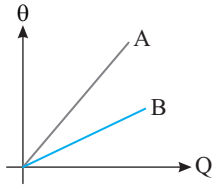
$$\frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{V_1 3\alpha\Delta\theta}{V_1} \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییرات حجم} = 3\alpha \times \Delta\theta \times 100 = 3 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 \times 100 = 36\%$$

$$\text{درصد افزایش حجم مکعب} = 3 \times 12 \times 10^{-6} \times 100 \times 100 = 36\%$$



**۲ ۸۰۲ A**

**بازی با سؤال** - کدام گزینه زیر در مورد نمودار دما بر حسب گرمای



روبه‌رو، درست است؟

- (۱) ظرفیت گرمایی A بیشتر از ظرفیت گرمایی B است.
- (۲) ظرفیت گرمایی B بیشتر از ظرفیت گرمایی A است.
- (۳) گرمای ویژه A بیشتر از گرمای ویژه B است.
- (۴) گرمای ویژه B بیشتر از گرمای ویژه A است.

**پاسخ** - راه حل اول: با توجه به شکل در یک گرمای یکسان که به دو جسم می‌دهیم  $\theta_B < \theta_A$  می‌شود.

$$\begin{cases} Q = m_A c_A (\theta_A - \theta_0) \\ Q = m_B c_B (\theta_B - \theta_0) \end{cases} \Rightarrow m_A c_A \theta_A = m_B c_B \theta_B \Rightarrow \frac{m_A c_A}{m_B c_B} = \frac{\theta_B}{\theta_A}$$

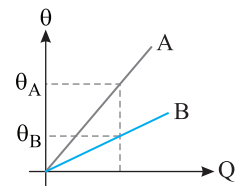
با توجه  $\theta_B < \theta_A$  داریم:

$$\theta_B < \theta_A \Rightarrow \frac{\theta_B}{\theta_A} < 1, \quad \frac{m_A c_A}{m_B c_B} = \frac{\theta_B}{\theta_A} \xrightarrow{\theta_B < \theta_A} \frac{m_A c_A}{m_B c_B} < 1$$

$$\Rightarrow m_A c_A < m_B c_B \Rightarrow C_A < C_B$$

راه حل دوم: شیب خط نمودار  $\theta-Q$  برابر وارون ظرفیت گرمایی  $(\frac{1}{C})$  می‌باشد

و با توجه به شکل شیب خط A بیشتر از شیب خط B می‌باشد:



$$\frac{1}{C_A} > \frac{1}{C_B} \Rightarrow C_B > C_A$$

**۲ ۸۰۵ A**

**بازی با سؤال** - به دو جسم A و B که نسبت جرم آن‌ها  $\frac{M_A}{M_B} = \frac{4}{3}$  و

نسبت گرمای ویژه آن‌ها  $\frac{c_A}{c_B} = \frac{3}{5}$  است، به یک اندازه گرما می‌دهیم. اگر

افزایش دمای جسم A برابر ۴۰ درجه سلسیوس باشد، افزایش دمای جسم B چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

- (۱) ۱۸      (۲) ۳۲      (۳) ۴۰      (۴) ۵۰

**پاسخ** - گرمای داده شده به دو جسم با هم برابر است، بنابراین:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow M_A c_A \Delta\theta_A = M_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow$$

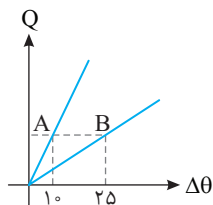
$$\left(\frac{4}{3} M_B\right) \left(\frac{3}{5} c_B\right) \Delta\theta_A = M_B c_B \Delta\theta_B \Rightarrow$$

$$\frac{4}{3} \times \frac{3}{5} \times 40 = \Delta\theta_B \Rightarrow \Delta\theta_B = 32^\circ C$$

**۲ ۸۱۱ A**

**بازی با سؤال** - نمودار گرمای داده شده به دو جسم A و B با

جرم‌های یکسان، بر حسب تغییر دما به صورت روبه‌رو است. نسبت



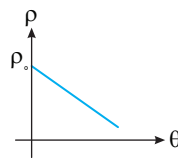
کدام است  $\frac{c_A}{c_B}$ ؟

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

**۷۵۵ B**

**بازی با سؤال** - اگر از رابطه  $\rho_T = \rho_1 (1 - 3\alpha \Delta\theta)$  استفاده می‌کردیم

نمودار چگالی بر حسب دما چگونه می‌شد؟



**پاسخ** - رابطه خطی است و نمودار آن خط راستی با شیب منفی خواهد بود. که همانطور که در کتاب درسی گفته شده دو رابطه مربوط به

$$\rho_T = \frac{\rho_1}{1 + 3\alpha \Delta\theta} \quad \rho_T = (1 - 3\alpha \Delta\theta)$$

چگالی یعنی تقریباً با هم برابراند و نمودار هر دو رابطه نیز تقریباً با هم یکسان‌اند.

**۳ ۷۶۳ A**

**بازی با سؤال** - در دمای صفر درجه سلسیوس، حجم ظرفی شیشه‌ای

توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. هنگامی که دمای مجموعه را به  $8^\circ C$  می‌رسانیم  $12 \text{ cm}^3$  جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه  $1/8 \times 10^{-4} K^{-1}$  باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI کدام است؟

**پاسخ** - ریاضی - ۸۶

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

**پاسخ** - ظرف پر از مایع بوده و با افزایش دما، مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. ابتدا افزایش حجم جیوه را به دست می‌آوریم:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta\theta = 1000 \times 1/8 \times 10^{-4} \times 8 = 14/4 \text{ cm}^3$$

حجمی از مایع که از ظرف بیرون می‌ریزد برابر تقاض انبساط حجمی جیوه و انبساط حجمی ظرف است.

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = 14/4 - \Delta V_{\text{مایع}} = \Delta V_{\text{ظرف}} - 12 = 2/4 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}} = 2/4 \text{ cm}^3$$

اکنون ضریب انبساط طولی ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V = V_0 (3\alpha) \Delta\theta \Rightarrow 2/4 = 1000 \times (3 \times \alpha) \times 8 \Rightarrow \alpha = \frac{2/4}{24000} = 10^{-5} K^{-1}$$

**۲ ۷۹۴ A**

**بازی با سؤال** - ..... آب از سایر مواد بیشتر است، بنابراین وقتی یک

کیلوگرم آب به اندازه یک درجه سلسیوس تغییر دما می‌دهد، در مقایسه با سایر مواد، گرمای ..... با محیط اطراف خود مبادله می‌کند که ..... به دلیل همین ویژگی آب است.

- (۱) ظرفیت گرمایی - بیشتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان
- (۲) گرمای ویژه - بیشتری - استفاده از آب در رادیاتور ماشین
- (۳) ظرفیت گرمایی - کمتری - استفاده از آب در رادیاتور ماشین
- (۴) گرمای ویژه - کمتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان

**پاسخ** - گرمای ویژه مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمایش ۱ K یا  $1^\circ C$  بالا رود. گرمای ویژه آب از سایر مواد بیشتر است. همین امر سبب می‌گردد که گرمای لازم برای تغییر دمای آب به اندازه  $1^\circ C$  از بقیه مواد با همان جرم بیشتر باشد. این ویژگی آب، سبب استفاده از آب در رادیاتور ماشین برای خنک کردن موتور یا در رادیاتورهای گرمایشی منازل برای گرم کردن منازل می‌شود:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{\substack{mc_{\text{آب}} > mc_{\text{بقیه مواد}} \\ \Delta\theta = 1^\circ C}} Q_{\text{آب}} > Q_{\text{بقیه مواد}}$$

۲ ۸۴۵ B

**بازی با سؤال** ۲۰۰g آب ۲۲/۵°C را با ۱۵۰g آب ۴۰°C مخلوط می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی، دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟

تجربی - ۹۲

- ۲۷/۵ (۱)      ۳۰ (۲)      ۳۲ (۳)      ۳۲/۵ (۴)

**بازی با سؤال** چنانچه در مسائل تعادل گرمایی، اجسام تغییر حالت ندهند، می‌توانیم از رابطه تعادل گرمایی مستقیماً به رابطه‌ای برای دمای تعادل برسیم:

$$m_1c_1(\theta - \theta_1) + m_2c_2(\theta - \theta_2) + m_3c_3(\theta - \theta_3) + \dots = 0$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + m_3c_3\theta_3 + \dots}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \dots}$$

به حل تست می‌پردازیم:

$$\theta = \frac{0/2 \times c \times 22/5 + 0/15 \times c \times 40}{0/2 \times c + 0/15 \times c} = \frac{c(4/5 + 6)}{c(0/35)} = \frac{10/5}{0/35} = \frac{10 \times 10^{-1}}{35 \times 10^{-2}} = 30^\circ C$$

۱ ۸۴۶ A

**بازی با سؤال** ۱ کیلوگرم آب با دمای ۱۰°C را با ۱ کیلوگرم آب با دمای ۵۰°C مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل بدون اتلاف گرما ۳۰°C می‌شود.

خارج ریاضی - ۸۸

- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۵ (۴)

**بازی با سؤال** پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1c(30 - 10) + m_2c(30 - 50) = 0 \Rightarrow m_1 = m_2$$

**میانبر** چون دمای تعادل دو مقدار آب میانگین دماهای اولیه آنها است، پس جرم آنها با هم برابر است.

۳ ۸۴۷ A

**بازی با سؤال** یک قطعه آهن به دمای ۸۸°C و ظرفیت گرمایی ۴۲۰ J/K را در یک کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

تجربی - ۸۹

- ۸/۸ (۱)      ۸/۸ (۲)      ۸ (۳)      ۲۶ (۴)

**بازی با سؤال** با توجه به پایستگی انرژی مجموع گرمای مبادله شده بین آهن و آب برابر صفر است. از طرفی دقت کنید که در صورت مسئله ظرفیت گرمایی آهن C = ۴۲۰ J/K داده شده است نه گرمای ویژه آهن بنابراین:

$$Q_{Fe} + Q_W = 0 \Rightarrow C_{Fe}(\theta_e - \theta_{1Fe}) + m_W c_W (\theta_e - \theta_{1W}) = 0$$

$$\xrightarrow{C_{Fe} = 420 \text{ J/K}, c_W = 4200 \text{ J/kg.K}, \theta_{1Fe} = 88^\circ C, \theta_{1W} = 0}$$

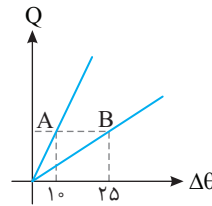
$$420 \times (\theta_e - 88) + 1 \times 4200 \times (\theta_e - 0) = 0 \Rightarrow \theta_e = 8^\circ C$$

۴ ۸۶۵ B

**بازی با سؤال** یک گلوله فلزی به دمای ۱۰۰°C را درون ۲kg آب صفر درجه سلسیوس می‌اندازیم. اگر ۱/۶ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد به محیط اطراف داده شود و دمای تعادل ۲۰°C گردد، ظرفیت گرمایی گلوله چند

قلم‌چی

- ۲۵۲ (۱)      ۲۵۲۰ (۲)      ۲۵۲۰ (۳)      ۲۵۲ (۴)



**بازی با سؤال** به نمودار خوب نگاه کنید.

به ازای گرمای یکسان دمای جسم A، ۱۰°C و دمای جسم B، ۲۵°C بالا رفته بنابراین:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \times 10 = m_B c_B \times 25$$

$$\xrightarrow{m_A = m_B} \frac{c_A}{c_B} = \frac{5}{2}$$

۳ ۸۱۹ B

**بازی با سؤال** یک گرمکن با توان P و بازده ۸۴ درصد در مدت ۱۲۵s می‌تواند دمای ۶۰۰g آب ۳۰°C را به ۸۰°C برساند، P چند وات است؟

آزمون مدارس برتر

- ۱۸۰۰ (۱)      ۱۵۰۰ (۲)      ۱۲۰۰ (۳)      ۱۰۰۰ (۴)

**بازی با سؤال** بازده گرمکن ۸۴ درصد است، از این رو توان گرمایی که گرمکن به آب می‌دهد  $\frac{84}{100} P$  است:

$$P_{\text{گرمایی}} = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{84}{100} P = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{84}{100} P = \frac{0/6 \times 4200 \times 50}{125} \Rightarrow P = 1200 \text{ W}$$

۳ ۸۲۸ B

**بازی با سؤال** از ۵۰۰ گرم آب ۱۳°C مقدار ۲۱kJ گرما می‌گیریم.

حجم آب چگونه تغییر می‌کند؟ ( $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ C$ )

(۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد.

(۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

**بازی با سؤال** ابتدا از رابطه گرماسنجی دمای آب را پس از گرفتن گرما حساب

می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \quad \text{گرما گرفتیم } Q < 0$$

$$-21 \times 10^3 = 0/5 \times 4200 \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = -10^\circ C \Rightarrow \theta_2 - 13 = -10 \Rightarrow \theta_2 = 3^\circ C$$

با کاهش دما از ۱۳°C تا ۳°C حجم آب کاهش می‌یابد. اما آب از ۴°C تا ۳°C در حالت استثناء خود قرار دارد و با کاهش دما حجم آن افزایش می‌یابد.

۳ ۸۳۱ B

**بازی با سؤال** از یک ورقه آلومینیومی دو صفحه دایره‌ای شکل به

مساحت‌های  $S_1 = S$  و  $S_2 = nS$  بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به صفحه اول گرمای  $Q_1 = Q$  و به صفحه دوم گرمای  $Q_2 = nQ$  را بدهیم و بر اثر این گرما،

افزایش شعاع آنها به ترتیب  $\Delta R_1$  و  $\Delta R_2$  باشد،  $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$  چقدر است؟

مشابه سراسری تجربی - ۹۲

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

**بازی با سؤال** دو صفحه هم‌جنس بوده و گرمای ویژه آنها برابر است. سطح  $S_2$

n برابر سطح  $S_1$  است پس جرم صفحه  $S_2$ ،  $n$  برابر جرم صفحه  $S_1$  می‌باشد.

$$Q_2 = nQ_1 \Rightarrow m_2 c \Delta\theta_2 = n m_1 c \Delta\theta_1$$

$$\xrightarrow{m_2 = n m_1} n m_1 \Delta\theta_2 = n m_1 \Delta\theta_1 \Rightarrow \Delta\theta_2 = \Delta\theta_1$$

حال برای استفاده از رابطه انبساط شعاع  $\Delta R = \alpha R \Delta\theta$ ، نسبت شعاع‌های اولیه را

به دست می‌آوریم:  $S_2 = n S_1 \xrightarrow{S = \pi R^2} R_2^2 = n R_1^2 \Rightarrow R_2 = \sqrt{n} R_1$

$$\Delta R_1 = \alpha R_1 \Delta\theta \quad \alpha_1 = \alpha_2, \Delta\theta_1 = \Delta\theta_2 \xrightarrow{R_2 = \sqrt{n} R_1} \frac{\Delta R_2}{\Delta R_1} = \frac{\alpha R_2 \Delta\theta_2}{\alpha R_1 \Delta\theta_1} = \frac{R_2}{R_1} = \sqrt{n}$$



**پاسخ** ابتدا گرمای لازم برای تبدیل  $1\text{ kg}$  یخ  $1^\circ\text{C}$  به یخ  $0^\circ\text{C}$  را به دست می آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1 = 1 \times 21 \times 1 = 21 \text{ kJ}$$

می خواهیم نیمی از یخ یعنی  $0.5\text{ kg}$  آن ذوب شود. حال گرمای لازم برای ذوب

$$Q_2 = mL_F = 0.5 \times 336 = 168 \text{ kJ}$$

بنابراین کل گرمای لازم برای اینکه  $0.5\text{ kg}$  یخ  $1^\circ\text{C}$  ذوب شود، برابر است

$$Q = 168 + 21 = 189 \text{ kJ}$$

**۲ ۹۰۰**

**بازی با سؤال** مقداری آب  $4^\circ\text{C}$  را در محلی که نقطه جوش آب

$100^\circ\text{C}$  است به بخار آب  $100^\circ\text{C}$  تبدیل می کنیم. در صورتی که گرمای نهان

ویژه تبخیر آب  $540$  برابر گرمای ویژه آب باشد، چند درصد گرمای داده شده

صرف افزایش دمای آب شده است؟

$$100 \quad 9 \quad 10 \quad 50 \quad 4 \quad 100$$

**پاسخ** ابتدا گرمای لازم برای تبدیل آب  $4^\circ\text{C}$  به آب  $100^\circ\text{C}$  و سپس

گرمای لازم برای تبدیل آب  $100^\circ\text{C}$  به بخار آب  $100^\circ\text{C}$  را به دست می آوریم:

$$Q_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1 = m \times c \times 60 \Rightarrow Q_1 = 60 \cdot mc$$

$$Q_2 = mL_V \Rightarrow Q_2 = m \times 540 \Rightarrow Q_2 = 540 \cdot mc$$

گرمای کل داده شده به آب برابر است با:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_T = 60 \cdot mc + 540 \cdot mc = 600 \cdot mc$$

اکنون گرمای داده شده به آب برای افزایش دمای آب را به گرمای کل تقسیم

$$\frac{Q_1}{Q_T} = \frac{60 \cdot mc}{600 \cdot mc} = \frac{10}{100} = 10\%$$

**۳ ۹۰۴**

**بازی با سؤال** یک اجاق برقی دمای مقدار معینی آب را در مدت ۸

دقیقه از  $20$  درجه سلسیوس به نقطه جوش  $100^\circ\text{C}$  می رساند. چند دقیقه دیگر

طول می کشد تا با ثابت ماندن توان گرمایی اجاق، تمام آب تبخیر شود؟

$$(L_V = 2268 \text{ J/g}, c = 4.2 \text{ J/g.K})$$

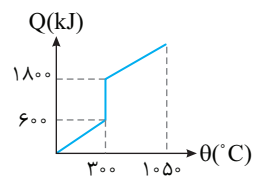
$$108 \quad 28 \quad 36 \quad 54 \quad 4 \quad 108$$

**پاسخ** توان گرمایی اجاق ثابت است:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \Rightarrow \frac{mc\Delta\theta}{t_1} = \frac{mL_V}{t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{4/2 \times (100 - 20)}{8} = \frac{2268}{t_2} \Rightarrow t_2 = 54 \text{ min}$$

**۲ ۹۰۹**



**بازی با سؤال** نمودار مقابل

نمودار گرما بر حسب دما برای مایعی به

جرم  $4\text{ kg}$  است. اگر به این مایع به

اندازه  $90\text{ kJ}$  حرارت بدهیم با توجه به

نمودار، چند کیلوگرم آن به صورت مایع

باقی می ماند؟

$$1 \quad 3 \quad 2 \quad 5 \quad 4 \quad 10$$

**پاسخ** خط فکری چون گفته شده به مایع گرما دادیم، پس تغییر

حالت در دمای  $300^\circ\text{C}$  تبدیل مایع به بخار است و با توجه به نمودار، برای

تبخیر  $4\text{ kg}$  مایع در نقطه جوش  $1200\text{ kJ}$  گرما لازم است و از  $90\text{ kJ}$  گرمای

داده شده به مایع،  $60\text{ kJ}$  صرف افزایش دمای جسم و رسیدن به دمای نقطه

جوش شده است، پس تنها  $30\text{ kJ}$  آن صرف تبخیر مایع می شود.

در ابتدا با توجه به نمودار، گرمای نهان ویژه تبخیر مایع را به دست می آوریم:

$$1200 \times 10^3 = 4 \times L_V \Rightarrow L_V = 3 \times 10^5 \text{ J/kg} = 3 \times 10^2 \text{ kJ/kg}$$

$$Q = mL_V \Rightarrow 300 = m \times 3 \times 10^2 \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

**پاسخ** با توجه به صورت مسئله  $\frac{1}{6}$  گرمایی که گلوله از دست می دهد

سهام محیط است بنابراین  $\frac{5}{6}$  گرمایی که گلوله از دست می دهد سبب گرم شدن

آب می شود. بنابه قانون پایستگی انرژی می توان نوشت:

$$Q_{\text{آب}} + \frac{5}{6} Q_{\text{گلوله}} = 0 \Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_e - \theta_{\text{آب}}) + \frac{5}{6} C_{\text{گلوله}} (\theta_e - \theta_{\text{گلوله}}) = 0$$

$$\Rightarrow 2 \times 4200 (20 - 0) + \frac{5}{6} C_{\text{گلوله}} (20 - 100) = 0 \Rightarrow 2 \times 4200 \times 20 = \frac{5}{6} C_{\text{گلوله}} (80)$$

$$\Rightarrow C_{\text{گلوله}} = 2520 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

**۲ ۸۷۵**

**بازی با سؤال** به دو مایع A و B با جرم های یکسان m و دمای اولیه

$0^\circ\text{C}$ ، گرمای یکسان (Q) داده شده است و دمای مایع A و B به ترتیب به

اندازه  $\theta$  و  $2\theta$  افزایش یافته است. اگر این دو مایع را باهم مخلوط کرده و به

آن ها همان گرمای Q را داده بودیم، دمای نهایی مخلوط چند  $\theta$  می شد؟

$$1 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 2$$

**پاسخ** گرمای داده شده به مایع های A و B برابر است، از این رو با برابر

قرار دادن Q می توانیم رابطه ای بین گرمای ویژه A و B پیدا کنیم.

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

$$\frac{m_A = m_B = m}{\Delta\theta_A = \theta, \Delta\theta_B = 2\theta} \Rightarrow c_A \times \theta = c_B (2\theta) \Rightarrow c_A = 2c_B$$

دو مایع را باهم مخلوط کرده ایم و به مخلوط همان گرمای Q را داده ایم و این

گرما دمای هر دو مایع را بالا می برد بنابراین:

$$Q = Q'_A + Q'_B \Rightarrow Q = m_A c_A \theta' + m_B c_B \theta' \\ = m(2c_B) \theta' + m c_B \theta' \Rightarrow Q = 3m c_B \theta' \quad (I)$$

اکنون این رابطه را با گرمای داده شده به مایع B مقایسه می کنیم:

$$Q = m c_B (2\theta) \quad (II)$$

$$(I) \text{ و } (II) \Rightarrow 3m c_B \theta' = m c_B (2\theta) \Rightarrow \theta' = \frac{2}{3} \theta$$

**۱ ۸۸۴**

**بازی با سؤال** وقتی دست شما خیس است، در کدام حالت سریع تر

خشک می شود؟

(۱) فشار و رطوبت هوا کم باشد. (۲) رطوبت هوا زیاد و فشار هوا کم باشد.

(۳) فشار و رطوبت هوا زیاد باشد. (۴) فشار هوا زیاد باشد و رطوبت هوا کم باشد.

**پاسخ** هر چه تبخیر سطحی آب روی دست سریع تر صورت گیرد، دست

سریع تر خشک می شود. کاهش فشار هوا و کاهش رطوبت هوا، تبخیر سطحی را

سریع تر می کند، بنابراین گزینه (۱) درست است.

دقت کنید در مناطق کویری ایران که هوا خشک است، حتی در شب سرعت

خشک شدن اجسام خیس بسیار سریع تر از مناطقی مانند شمال کشور است که

رطوبت هوا در آنجا بالاست.

**۳ ۸۹۷**

**بازی با سؤال** می خواهیم با دادن گرما به یک قطعه یخ به جرم یک

کیلوگرم و دمای  $10-$  درجه سلسیوس، نیمی از آن را ذوب کنیم. میزان گرمای

لازم برای این کار چند کیلوژول است؟ ( $c_{\text{یخ}} = 2 \text{ kJ/kg.K}$ ,  $L_F = 336 \text{ kJ/kg}$ )

$$178 \quad 189 \quad 220 \quad 357 \quad 4$$

گرمایی که برای تبدیل یخ  $-33/6^{\circ}\text{C}$  به یخ صفر درجه لازم است از آب صفر درجه درون ظرف گرفته می‌شود. یعنی مقداری از آب درون ظرف ( $m'$ ) باید گرم از دست بدهد و در نتیجه به یخ صفر درجه تبدیل شود.

$$m' \text{ یخ صفر درجه} \xrightarrow{Q_2} m' \text{ آب صفر درجه}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc_{\text{یخ}} \Delta\theta - m' L_F = 0 \Rightarrow 0/5 \times 2100 \times 33/6 = m' \times 336000$$

$$m' = 0/105 \text{ kg} = 105 \text{ g}$$

جرم یخ تولید شده  $m' = 105 \text{ g}$

$$m'' = 500 + 105 = 605 \text{ g}$$

جرم کل یخ درون ظرف  $m'' = 605 \text{ g}$

**B ۹۴۱**

**بازی با سؤال** ظرفی حاوی  $100 \text{ g}$  یخ صفر درجه سلسیوس است. حداقل چند گرم آب  $50^{\circ}\text{C}$  باید داخل آن بریزیم تا تمام یخ ذوب شود؟ ( $L_F = 334 \text{ kJ/kg}$ ,  $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$  و از مبادله گرمای آب و یخ با محیط صرف نظر کنید.)

۱۶۰ (۴)      ۱۴۰ (۳)      ۱۰۰ (۲)      ۸۰ (۱)

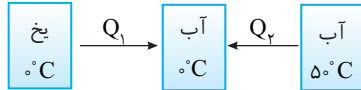
**پاسخ فکری** حداقل مقدار آب یعنی آنکه تمام گرمایی که آب می‌تواند از دست بدهد چه مقدار باشد تا یخ  $50^{\circ}\text{C}$  به آب  $0^{\circ}\text{C}$  تبدیل شود، اما دمای آن از صفر بالاتر نرود. در واقع به طور غیرمستقیم بیان شده است که دمای نهایی صفر درجه سلسیوس است.

با توجه به پایستگی انرژی مجموع گرمای مبادله شده بین یخ و آب صفر است، بنابراین:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc(0 - 50) + m' L_F = 0$$

$$m' L_F = mc \times 50 \Rightarrow 0/1 \times 334000 = m \times 4200 \times 50$$

$$\Rightarrow m = \frac{334000}{4200 \times 50} = 0/159 \text{ kg} \approx 160 \text{ g}$$



**B ۹۴۵**

**بازی با سؤال** یک قطعه مس به جرم  $3 \text{ kg}$  با دمای  $11/1$  درجه سلسیوس را داخل ظرف عایق بندی شده‌ای حاوی مخلوط به تعادل رسیده آب و یخ می‌اندازیم. هنگامی که تعادل مجدد برقرار شود، دمای مس صفر درجه سلسیوس است. چند گرم یخ در این فرایند ذوب شده است؟ **خارج تجربی - ۸۵** ( $L_F = 333 \text{ kJ/kg}$ ,  $c_{\text{مس}} = 400 \text{ J/kg.K}$ )

۴ (۱)      ۸ (۲)      ۲۰ (۳)      ۴۰ (۴)

**پاسخ** آب و یخ در تعادل بوده‌اند، از این رو دمای آن‌ها  $0^{\circ}\text{C}$  است. پس از برقراری مجدد تعادل دمای مس  $0^{\circ}\text{C}$  است، در نتیجه گرمایی که مس از دست داده است، تنها صرف ذوب یخ  $0^{\circ}\text{C}$  شده است. یعنی گرمایی که مس از دست می‌دهد تا دمایش  $0^{\circ}\text{C}$  شود با گرمایی که یخ دریافت می‌کند تا ذوب شود برابر است بنابراین

$$|Q_{\text{مس}}| = Q_F \Rightarrow |m_{\text{Cu}} c \Delta\theta| = m_L L_F \xrightarrow{(c_{\text{مس}} = 400 \text{ J/kg.K}, L_F = 333 \text{ kJ/kg})}$$

$$\Rightarrow 3 \times 400 \times 11/1 = m_F \times 333000 \Rightarrow m_F = 0/04 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$

**B ۹۴۸**

**بازی با سؤال** توان گرمایی یک گرمکن الکتریکی  $840$  وات است. آن را در مخلوط آب و یخ در حال تعادل قرار می‌دهیم. اگر جرم اولیه یخ  $100 \text{ g}$  باشد، جرم یخ ذوب شده در مدت  $5 \text{ s}$  چند گرم است؟ ( $L_F = 336 \text{ kJ/kg}$ )

۲۰ (۴)      ۱۰۰ (۳)      ۱۲/۵ (۲)      ۲/۵ (۱)

**B ۹۲۹**

**بازی با سؤال** مقداری بخار  $100^{\circ}\text{C}$  را وارد  $500 \text{ g}$  گرم آب  $10^{\circ}\text{C}$  می‌کنیم. دمای تعادل  $40^{\circ}\text{C}$  می‌شود. اگر گرمای نهان ویژه تبخیر آب  $2268 \text{ J/g}$  باشد، بخار آب چند گرم بوده است؟ ( $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ )

۱۲ (۱)      ۲۵ (۲)      ۱۲۰ (۳)      ۲۵۰ (۴)

**پاسخ** نمودار مسیر فرایند را رسم می‌کنیم.

$$100^{\circ}\text{C} \text{ بخار } m_1 \xrightarrow{Q_1} 100^{\circ}\text{C} \text{ آب } m_2 \xrightarrow{Q_2} 40^{\circ}\text{C} \text{ آب } m_3$$

با فرض ناچیز بودن اتلاف انرژی گرمایی بنا به پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

چون بخار گرم از دست می‌دهد،  $mL_V$  را با علامت منفی در رابطه قرار می‌دهیم:

$$-m_1 L_V + m_1 c(\Delta\theta) + m_2 c(\Delta\theta') = 0$$

$$\Rightarrow -2268 m_1 + m_1 \times 4200 \times (-60) + 500 \times 4200 \times (30) = 0$$

دو طرف را بر  $4200$  تقسیم می‌کنیم:

$$-540 m_1 + (m_1 \times 4200 \times (-60)) + 500 \times 4200 \times 30 = 0$$

$$\Rightarrow -600 m_1 = -150000 \Rightarrow m_1 = \frac{-150000}{-600} = 250 \text{ g}$$

**B ۹۳۴**

**بازی با سؤال** درون  $2 \text{ kg}$  آب  $40^{\circ}\text{C}$  مقداری یخ  $-24^{\circ}\text{C}$  می‌اندازیم. اگر در تبادل گرمای بین آب و یخ، آب  $302/4 \text{ kJ}$  گرمای از دست بدهد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ ( $L_F = 336 \text{ kJ/kg}$ ,  $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ ,  $c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K}$ )

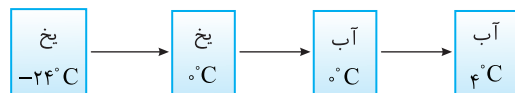
۷۵۰ (۴)      ۸۵۰ (۳)      ۷۰۰ (۲)      ۸۰۰ (۱)

**پاسخ** ابتدای دمای نهایی آب را هنگامی که  $302/4 \text{ kJ}$  گرمای از دست بدهد، حساب می‌کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{Q = -302/4 \text{ kJ}} -302/4 \times 10^3 = 2 \times 4200 \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = -36^{\circ}\text{C}$$

دمای آب  $36^{\circ}\text{C}$  کاهش یافته و از  $40^{\circ}\text{C}$  به  $4^{\circ}\text{C}$  می‌رسد و دمای نهایی یخ نیز با گرفتن همین مقدار گرمای باید به  $4^{\circ}\text{C}$  برسد:



$$m \times 2100 \times 24 + m \times 336000 + m \times 4200 \times 4 = 302/4 \times 10^3$$

$$\xrightarrow{\text{دو طرف را بر } 4200 \text{ تقسیم می‌کنیم}} 12m + 80m + 4m = 72$$

$$96m = 72 \Rightarrow m = \frac{72}{96} = \frac{3}{4} \text{ kg} \Rightarrow m = 750 \text{ g}$$

**B ۹۳۶**

**بازی با سؤال** یک قطعه یخ به جرم  $0/5 \text{ kg}$  و دمای  $-33/6^{\circ}\text{C}$  را در ظرف بزرگ محتوی آب  $0^{\circ}\text{C}$  می‌اندازیم. پس از تعادل جرم یخ درون ظرف چند گرم می‌شود؟

$$(L_F = 336000 \text{ J/kg} \text{ و } c_{\text{یخ}} = 2100 \text{ J/kg.K}, c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K})$$

۵۷۵ (۴)      ۷۰۵ (۳)      ۶۰۵ (۲)      ۵۰۰ (۱)

**پاسخ** چون جرم آب صفر درجه درون ظرف بسیار بیشتر از جرم یخ با دمای  $-33/6^{\circ}\text{C}$  است. دمای تعادل صفر درجه خواهد بود.

$$\text{یخ صفر درجه} \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } -33/6^{\circ}\text{C}$$



اکنون گرمای گرفته شده را با گرمای داده شده برابر قرار می‌دهیم.

$$Q_i = Q_W \Rightarrow m_i L_F + m_i c \Delta \theta = m_W c \Delta \theta$$

$$\Rightarrow 100 \times 336 + 100 \times 4 / 2 (\theta_e - 0) = 400 \times 4 / 2 \times (30 - \theta_e)$$

$$\Rightarrow 33600 + 420 \theta_e = 50400 - 1680 \theta_e \Rightarrow \theta_e = \frac{16800}{2100} \Rightarrow \theta_e = 8^\circ C$$

**میانبر** در قسمت آخر می‌توان این گونه عمل کرد که جمعاً ۵۰۰g آب

$^\circ C$  در اختیار داریم با این مقدار اضافی گرما (۵۰۴۰۰-۳۳۶۰۰)، در این صورت دمای مجموعه چند درجه بالا می‌رود.

$$Q = mc \Delta \theta \Rightarrow 50400 - 33600 = (0/4 + 0/1) \times 4200 (\theta_e - 0)$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{16800}{2100} \Rightarrow \theta_e = 8^\circ C$$

**۱ ۹۶۹ A**

**بازی با سؤال** مناسب‌ترین رنگ برای بیرون یخچال، رنگ ..... و

برای سطح بخاری، رنگ ..... است.

- (۱) روشن - تیره
- (۲) روشن - روشن
- (۳) تیره - تیره
- (۴) تیره - روشن

**پاسخ** سطوح روشن، جذب ضعیف گرما و بازتابندگی خوبی دارند، پس بهتر است سطح بیرونی یخچال روشن باشد تا بازتاب بیشتری داشته و جذب تابش آن ناچیز باشد و دمای بدنه بالا نرود. اجسام تیره، جذب خوب گرما و تابندگی خوبی نیز دارند، پس سطح بیرونی بخاری بهتر است تیره باشد تا تابش گرمایی بیشتری داشته باشد.

**۳ ۹۷۷ A**

**بازی با سؤال** هوای درون اتاقی در زمستان به وسیله بخاری در حال گرم

شدن است. اگر در این اتاق یک در، یک پنجره در دیوار و یک پنجره در سقف وجود داشته باشد، با باز کردن کدام یک اتلاف انرژی گرمایی بیشتری رخ می‌دهد؟

- (۱) در
- (۲) پنجره روی دیوار
- (۳) پنجره روی سقف
- (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

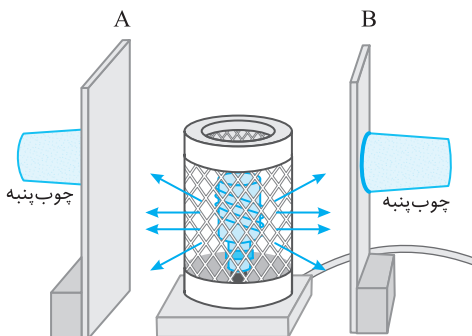
**پاسخ** در زمستان هوای بیرون سرد و چگالی آن بیشتر است و اگر پنجره سقف را باز کنید، هوای سرد به پایین می‌آید و هوای گرم اطراف بخاری به سرعت بالا می‌رود و اختلاف گرما در این حالت از حالتی که در پنجره روی دیوار را باز کنید بیشتر است.

**۱ ۹۸۰ A**

**بازی با سؤال** مطابق شکل زیر، گرمکنی بین دو دیواره A و B قرار

گرفته است. اگر سطح دیواره A تیره و مات و سطح دیواره B صیقلی و براق باشد، کدام چوب پنبه زودتر از دیواره کننده می‌شود؟

- (۱) دیواره A
- (۲) دیواره B
- (۳) از هر دو دیواره هم‌زمان جدا می‌شود.
- (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.



**پاسخ** جذب تابش گرمایی توسط ورقه فلزی تیره و مات بیشتر است، پس دمای این سطح بیشتر بالا می‌رود و موم روی این ورقه زودتر آب می‌شود.

**پاسخ خطفکری** دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل  $^\circ C$  است

وقتی که به مخلوط آب و یخ گرما می‌دهیم، ابتدا گرما صرف ذوب شدن یخ  $^\circ C$  و تبدیل آن به آب  $^\circ C$  می‌شود و اگر تمام یخ ذوب شد، آن‌گاه دما شروع به بالا رفتن می‌کند.

ابتدا گرمایی را که گرم کن در مدت ۵s به مخلوط آب و یخ در حال تعادل

می‌دهد حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt \Rightarrow 840 \times 5 \Rightarrow Q = 4200 J$$

اکنون جرم یخ ذوب شده را به دست می‌آوریم:

$$Q = mL_F \Rightarrow 4200 = m \times 336 \Rightarrow m = 12/5 g$$

**۴ ۹۴۹ B**

**بازی با سؤال** یک قطعه مس به جرم ۲/kg و دمای  $13/4^\circ C$  را

درون مخلوطی از آب و یخ در حال تعادل می‌اندازیم. هنگامی که مجموعه به تعادل برسد، دمای مس صفر درجه سلسیوس می‌شود. در نهایت حجم مخلوط آب و یخ چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟ ( $c_{\text{مس}} = 400 J/kg^\circ C$ )

$$\rho_{\text{یخ}} = 0/9 g/cm^3 \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1 g/cm^3, L_F = 336 kJ/kg$$

- (۱) صفر
- (۲) ۰/۴۸
- (۳) ۰/۴۳۲
- (۴) ۴/۸

**پاسخ** بعد از تبادل گرما بین مس و مخلوط آب و یخ در حال تعادل، دمای مس به صفر درجه سلسیوس رسیده است، بنابراین دمای تعادل نهایی مجموعه  $^\circ C$  است و این یعنی تنها یخ (بخشی از آن یا همه آن) ذوب شده است:

گرمایی که مس از دست می‌دهد را با گرمایی که یخ  $^\circ C$  می‌گیرد تا ذوب شود، برابر قرار می‌دهیم.

$$\Delta m L_F = m_{\text{مس}} c_{\text{مس}} \Delta \theta \Rightarrow \Delta m \times 336 \times 10^3 = 2/7 \times 400 \times 13/4$$

$$\Delta m = 0/432 kg = 43/2 g \text{ مقدار یخ ذوب شده}$$

بنابراین ۴۳/۲g یخ با چگالی  $0/9 g/cm^3$  به آب با چگالی  $1 g/cm^3$  تبدیل شده است. حجم این مقدار یخ و آب را حساب می‌کنیم:

$$\rho_{\text{یخ}} = \frac{\Delta m}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{43/2}{0/9} = 48 \Rightarrow V_1 = 48 cm^3$$

$$\Rightarrow \Delta V = 4/8 cm^3$$

$$\rho_{\text{آب}} = \frac{\Delta m}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{43/2}{1} = 43/2 \Rightarrow V_2 = 43/2 cm^3$$

**۳ ۹۵۷ B**

**بازی با سؤال** ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را داخل ۴۰۰ گرم آب

$30^\circ C$  درجه سلسیوس می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند درجه سلسیوس می‌شود؟

$$(c_{\text{آب}} = 4200 J/kg.K, L_F = 336000 J/kg)$$

- (۱) صفر
- (۲) ۴
- (۳) ۸
- (۴) ۱۲

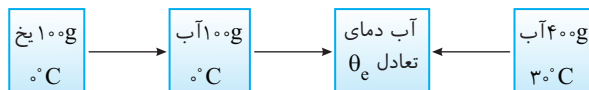
**پاسخ** ابتدا گرمایی که یخ  $^\circ C$  لازم دارد تا به طور کامل به آب  $^\circ C$  تبدیل شود را به دست می‌آوریم:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow Q_F = 0/1 \times 336000 = 33600 J$$

سپس گرمایی که آب  $30^\circ C$  از دست می‌دهد تا دمایش  $^\circ C$  شود را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc \Delta \theta \Rightarrow Q = 0/4 \times 4200 \times 30 \Rightarrow Q = 50400 J$$

چون  $Q > Q_F$  است، پس باید تمام یخ ذوب شود و دمای آن بالاتر از  $^\circ C$  قرار گیرد.



$$Q_W = m_W c \Delta \theta, Q_i = m_i L_F + m_i c \Delta \theta$$

۳ ۹۸۷ B

۲۱

**بازی با سؤال** درون ظرفی ۲۰۰g یخ ۱°C- قرار دارد. حداقل چند

گرم آب با دمای ۲°C به آن اضافه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟ (تبادل گرمای

فقط بین آب و یخ انجام می‌شود و  $c_{\text{آب}} = \frac{1}{\rho} c_{\text{یخ}} = 2/1 \text{ J/g} \cdot \text{C}$ ،  $L_F = 336 \text{ J/g}$  است.)

ریاضی - ۹۲

۵۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۸۵۰ (۳) ۱۲۰۰ (۴)

**بازی با سؤال** **فکری** سؤال حداقل مقدار آب ۲°C که روی ۲۰۰g یخ

۱°C- ریخته شود و تمام یخ ذوب شود را خواسته است. بنابراین ابتدا باید آب

به یخ گرما بدهد تا یخ ۱°C- به یخ ۰°C تبدیل شود، سپس یخ ۰°C به آب ۰°C تبدیل شود.

باید گرمای دریافتی یخ را با گرمایی که قرار است آب از دست بدهد برابر قرار دهیم:

$$200 \text{ g یخ } 2^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} 0^\circ\text{C یخ } 200 \text{ g}$$

$$m \text{ گرم آب } 2^\circ\text{C} \xleftarrow{Q_2} 0^\circ\text{C آب}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_F \Rightarrow m_1 c \Delta\theta_1 + m_2 L_F = m_w c \Delta\theta_w$$

$$200 \times 2/1 \times 1 + 200 \times 336 = m_w \times 4/2 \times 20$$

$$1000 + 16000 = 20 m_w \Rightarrow m_w = \frac{17000}{20} = 850 \text{ g}$$

۲ ۹۸۷ B

۲۴

**بازی با سؤال** دو جسم با دماهای اولیه  $\theta_1$  و  $\theta_2$  با هم مبادله گرما

می‌کنند. اگر پس از برقراری تعادل دمای مشترک آن‌ها  $\theta_e = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$  شود.

مشابه آزمون‌های آزمایشی

کدام گزینه درست است؟

(۱) دو جسم قطعاً مشابه هستند.

(۲) بین جرم و گرمای ویژه دو جسم رابطه  $\frac{m_1}{c_1} = \frac{m_2}{c_2}$  برقرار است.

(۳) گرمای ویژه دو جسم برابر است.

(۴) بین جرم و گرمای ویژه دو جسم رابطه  $\frac{m_1}{c_1} = \frac{m_2}{c_2}$  برقرار است.

**بازی با سؤال** با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$m_1 c_1 (\theta_e - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 \left( \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_1 \right) + m_2 c_2 \left( \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_2 \right) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 \left( \frac{\theta_1 + \theta_2 - 2\theta_1}{2} \right) + m_2 c_2 \left( \frac{\theta_1 + \theta_2 - 2\theta_2}{2} \right) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 \left( \frac{\theta_2 - \theta_1}{2} \right) + m_2 c_2 \left( \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \right) = 0$$

$$\Rightarrow m_1 c_1 \left( \frac{\theta_2 - \theta_1}{2} \right) = m_2 c_2 \left( \frac{\theta_2 - \theta_1}{2} \right) \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2}{c_1}$$

**میانبر** هر گاه تعدادی جسم با دمای  $\theta_1$  و  $\theta_2$  و  $\theta_3$  ... که با هم

دارای تبادل گرمایی هستند به دمای تعادل برسند، چنانچه دمای تعادل آن‌ها

میانگین دماهای اولیه آن‌ها باشد می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت گرمایی آن‌ها

با هم برابر است.  $\theta_e = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n}{n} \Rightarrow m_1 c_1 = m_2 c_2 = \dots = m_n c_n$

۱ ۹۸۷ A

۲

**بازی با سؤال** در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس، دمای جسم

برحسب درجه سلسیوس و درجه فارنهایت با هم برابر می‌شود؟

(۱) -۴۰ (۲) ۲۳۳ (۳) -۲۰ (۴) ۲۵۳

**بازی با سؤال** رابطه بین دما برحسب درجه سلسیوس و درجه فارنهایت برابر است

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32$$

با توجه به فرض مسئله عدد  $\theta$  و  $F$  با هم برابر شده است ( $F = \theta$ ) از این رو:

$$\theta = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow -32 = \frac{4}{5} \theta \Rightarrow \theta = -40^\circ\text{C}$$

البته این دما  $-40^\circ\text{F}$  نیز هست.

۹۸۷ B

۸

**بازی با سؤال** اگر در سؤال اصلی بیان شده بود که قطر سطح مقطع

نصف شده است، تغییر طول میله چند برابر می‌شود؟

**بازی با سؤال**

$$\frac{A_2}{A_1} = \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2 = \frac{1}{4}, \frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2} = 4 \Rightarrow \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} = \frac{L_2}{L_1} = 4$$

۲ ۹۸۷ B

۱۲

**بازی با سؤال** دو کره آهنی به شعاع ۲cm در اختیار داریم که کره A

توپر بوده و در کره B حفره‌ای کروی به شعاع ۱cm وجود دارد. پس از آنکه

به هر دو کره به یک اندازه گرما می‌دهیم، حجم کره A،  $28 \text{ cm}^3$  افزایش

می‌یابد. حجم حفره داخل کره B چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟

(۱) ۱۴۰ (۲) ۴۰ (۳) ۲۸۰ (۴) ۷۲

**بازی با سؤال**

$$V_A = \frac{4}{3} \pi R_A^3 = \frac{4}{3} \pi (2)^3 = \frac{4}{3} \pi (8000)$$

**بازی با سؤال** حجم فلزی که کره B از آن ساخته شده است، خواهد شد:

$$V_{B \text{ فلز}} = \frac{4}{3} \pi (R_{\text{خارجی}}^3 - R_{\text{داخلی}}^3) = \frac{4}{3} \pi (2^3 - 1^3) = \frac{4}{3} \pi (7000)$$

**بازی با سؤال** نسبت حجم فلز B به حجم کره توپر A را حساب می‌کنیم:

$$\frac{V_{B \text{ فلز}}}{V_A} = \frac{\frac{4}{3} \pi (7000)}{\frac{4}{3} \pi (8000)} = \frac{7}{8}$$

$$\frac{V_{B \text{ فلز}}}{V_A} = \frac{7}{8} \Rightarrow \frac{m_{B \text{ فلز}}}{m_A} = \frac{7}{8}$$

**بازی با سؤال** چگالی دو کره یکسان است زیرا هر دو آهنی هستند.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \frac{m_{B \text{ فلز}}}{m_A} = \frac{V_{B \text{ فلز}}}{V_A} = \frac{7}{8} \Rightarrow \frac{m_{B \text{ فلز}}}{m_A} = \frac{7}{8} \quad (I)$$

به هر دو به یک اندازه گرما داده‌ایم، بنابراین:

$$Q_A = Q_B \xrightarrow{Q = mc\Delta\theta} m_A c \Delta\theta_A = m_{B \text{ فلز}} c \Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow{(I)} \Delta\theta_A = \frac{7}{8} \Delta\theta_B$$

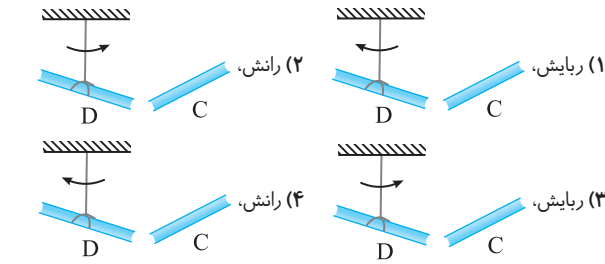
**بازی با سؤال** با توجه به رابطه انبساط حجمی برای کره A و حفره کره B می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \Delta V_A = V_A \beta \Delta\theta_A \\ \Delta V_{B \text{ حفره}} = V_{B \text{ حفره}} \beta \Delta\theta_B \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_{B \text{ حفره}}} = \frac{V_A \Delta\theta_A}{V_{B \text{ حفره}} \Delta\theta_B}$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_{B \text{ حفره}}} = \frac{\frac{4}{3} \pi (2^3)}{\frac{4}{3} \pi (1^3)} \times \frac{7}{8} \Rightarrow \frac{280}{70} = 7 \Rightarrow \Delta V_{B \text{ حفره}} = 4 \text{ cm}^3$$



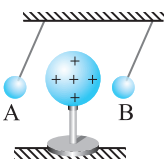
فصل پنجم



**پایسج** میله خنثی C در اثر مالش با میله خنثی B دارای بار الکتریکی می شود و هر گاه یک جسم باردار را به جسم بدون باری نزدیک کنیم آن را می ریزد و داده های دیگر مسئله مهم نیست، بنابراین گزینه (۳) درست است. (دقت کنید که وقتی یک شانه پلاستیکی را با موی سر خود مالش دهید و به تکه های کوچک کاغذ نزدیک کنیم، شانه پلاستیکی باردار تکه های کاغذ بدون بار را می ریزد.

۱ ۱۰۰۷ B

**بازی با سؤال** وضعیت قرارگیری دو آونگ A و B به صورت زیر است.

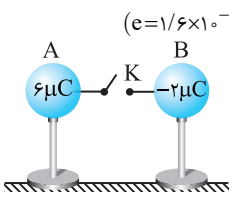


- کدام گزینه الزاماً درست است؟  
 (۱) بار آونگ A مثبت است.  
 (۲) بار آونگ A منفی است.  
 (۳) بار آونگ B مثبت است.  
 (۴) بار آونگ B منفی است.

**پایسج** ربایش الکتریکی بین کره و آونگ B به ما اطلاع دقیقی نمی دهد زیرا B ممکن است دارای بار ناهم نام با کره باشد و یا بدون بار باشد. کره دارای بار مثبت کره A را دفع کرده است بنابراین قطعاً کره A دارای بار مثبت بوده است.

۳ ۱۰۰۹

**بازی با سؤال** مطابق شکل زیر کره های فلزی مشابه A و B بر روی پایه های عایقی قرار دارند. اگر سیم رابط دو کره را ببندیم ..... از کره ..... به کره ..... منتقل می شود. ( $e=1/6 \times 10^{-19} C$ )



- (۱) ۱ الکترون، A، B  
 (۲) ۱ پروتون، A، B  
 (۳)  $2/5 \times 10^{13}$  الکترون، A، B  
 (۴)  $1/25 \times 10^{13}$  پروتون، B، A

**پایسج** با وصل کلید، دو کره در تماس با هم هستند و با توجه به اینکه کره ها با هم مشابه اند، بار کره ها با هم برابر می شود:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{6 - 2}{2} = 2 \mu C$$

چون در فلزات الکترون است که شارش می یابد، پس باید  $4 \mu C$  بار از کره B به کره A منتقل شده باشد تا بار کره A از  $6 \mu C$  به  $2 \mu C$  تغییر کند و بار کره B به دلیل از دست دادن  $4 \mu C$  بار از  $-2 \mu C$  به  $+2 \mu C$  تغییر کند. بنابراین تعداد الکترون های شارش شده از B به A برابر است با:

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

۳ ۹۹۳ A

**بازی با سؤال** اگر بار پروتون برابر e باشد، کدام یک از گزینه های زیر نمی تواند معرف بار الکتریکی یک جسم باشد؟

قلم چی

- (۱)  $2/5 \times 10^{13} e$  (۲)  $5/2 \times 10^{13} e$  (۳)  $2/3 \times 10^{13} e$  (۴)  $3/2 \times 10^{13} e$

**پایسج** بار کمیتی کوانتیده ( $q = \pm ne$ ) است و باید در این رابطه نسبت  $\frac{q}{e} = n$  عدد درست باشد.

گزینه (۱):  $2/5 \times 10^{13} e = 400e \Rightarrow n = 400$  ممکن

گزینه (۲):  $5/2 \times 10^{13} e \Rightarrow n = 2500$  ممکن

گزینه (۳):  $2/3 \times 10^{13} e \Rightarrow n = 666/66000$  غیرممکن

گزینه (۴):  $3/2 \times 10^{13} e \Rightarrow n = 1500$  ممکن

۲ ۹۹۵ A

**بازی با سؤال** جسمی دارای بار مثبت است. اگر از این جسم  $5 \times 10^{13}$  الکترون بگیریم، بار آن ۵ برابر می شود. بار اولیه جسم چند میکروکولن بوده است؟ ( $e=1/6 \times 10^{-19} C$ )

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**پایسج** با گرفتن الکترون از جسم، به بار مثبت جسم افزوده می شود:

$$\Delta q = q_2 - q_1 = ne \Rightarrow q_2 = 5q_1 \Rightarrow 5q_1 - q_1 = 5 \times 10^{13} \times 1/6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-6} \Rightarrow 4q_1 = 8 \times 10^{-6} \Rightarrow q_1 = 2 \times 10^{-6} C = 2 \mu C$$

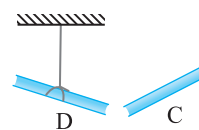
۲ ۹۹۹ A

**بازی با سؤال** هنگامی که جسم A را با جسم B مالش می دهیم، A دارای بار منفی می شود و هنگامی که جسم A را با جسم C مالش می دهیم، A دارای بار مثبت می شود، اجسام A و B و C در سری الکتروسیسته مالشی (تریپول الکتریک) به ترتیب از بالا به پایین چگونه قرار می گیرند؟  
 (۱) C، B، A (۲) C، A، B (۳) B، C، A (۴) A، B، C

**پایسج** وقتی دو جسم به هم مالش داده می شوند، جسمی که در اثر مالش بار منفی می گیرد در سری الکتروسیسته مالشی، پایین تر از جسم دیگر قرار می گیرد. A را با B مالش داده ایم و A دارای بار منفی شده است، پس در جدول A در زیر B قرار می گیرد. از طرفی A را با C مالش داده ایم و C دارای بار منفی شده است، پس در جدول C در زیر A قرار می گیرد. در نتیجه در سری تریپول الکتریک ابتدا B، سپس A و در انتها C قرار می گیرد. بنابراین گزینه (۲) درست است.

۳ ۱۰۰۰ A

**بازی با سؤال** هنگامی که میله A را با میله B مالش دهیم، میله A دارای بار منفی می شود و هنگامی که میله A را با میله C مالش دهیم، میله A دارای بار مثبت می شود، اگر میله



خنثی C را با میله خنثی B مالش دهیم و سپس مطابق شکل میله C را به میله پلاستیکی خنثی D نزدیک کنیم، کدام گزینه در مورد نوع نیرویی که میله C به میله D وارد می کند و جهت چرخش میله D درست است؟

نیروی که هسته بر هر الکترون وارد می‌کند را حساب می‌کنیم. البته هسته دارای دو پروتون بوده و بار آن  $2e$  است.

$$F' = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \xrightarrow{\text{بار هسته } = 2e} F' = \frac{k(2e)(e)}{(\Delta \times 10^{-11})^2}$$

$$\frac{F}{F'} = \frac{ke^2}{k(2e)(e)} = \frac{25 \times 10^{-22}}{8 \times 10^{-30}} = \frac{25}{8} \times 10^8$$

بنابراین:

۲ ۱۰۴۶ A

**بازی با سؤال** نیروی بین دو بار الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  که به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار دارند،  $F$  است. اگر اندازه یکی از بارها و همچنین فاصله بین دو بار نیز نصف شود، نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

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

در حالت اول نیروی  $F$  برابر است با:

$$F' = k \frac{|q_1||q_2|}{(\frac{1}{2}r)^2} \Rightarrow F' = k \frac{2|q_1||q_2|}{r^2}$$

در حالت دوم نیروی  $F'$  برابر است با:

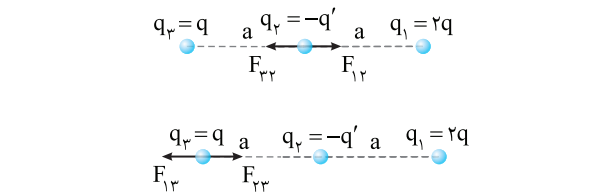
$$F'' = k \frac{2|q_1||q_2|}{r^2} = 2F$$

بنابراین خواهیم داشت:

۴ ۱۰۶۸ C

**بازی با سؤال** در شکل زیر  $\frac{q'}{q}$  برابر چند باشد تا اندازه نیروی خالص وارد بر بار  $q$  و  $-q'$  با هم برابر باشد؟

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)



$$\begin{cases} F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{a^2} = k \frac{(2q)(q')}{a^2} \\ F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{a^2} = k \frac{qq'}{a^2} \end{cases} \Rightarrow F_{1T} = \frac{k(2q)q'}{a^2} - k \frac{qq'}{a^2} = k \frac{qq'}{a^2}$$

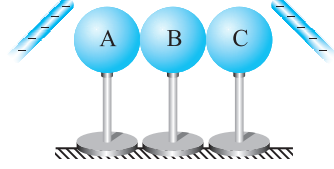
$$F_{13} = k \frac{(2q)(q)}{(2a)^2} = \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2}, \quad F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{a^2} = k \frac{q'q}{a^2}$$

اکنون باید نیروی خالص وارد بر بار  $q_3$  را حساب کنیم اما مشخص نیست کدام نیرو را باید از دیگری کم کنیم یعنی دو حالت داریم:

حالت اول:  $F_{23} > F_{13} \Rightarrow F_{1T} = k \frac{q'q}{a^2} - \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2}$

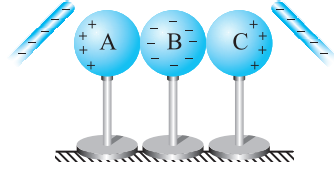
حالت دوم:  $F_{23} < F_{13} \Rightarrow F_{1T} = \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2} - k \frac{q'q}{a^2}$

**بازی با سؤال** سه کره فلزی A، B و C کاملاً مشابه و خنثی از نظر الکتریکی روی پایه‌های عایق قرار دارند. مطابق شکل هم‌زمان دو میله با بارهای هم‌اندازه و هم‌نام در فاصله‌های یکسانی از کره‌های A و B و C قرار می‌گیرند. اگر در حضور میله‌ها سه گوی را از هم جدا کنیم، بار کره B کدام است؟



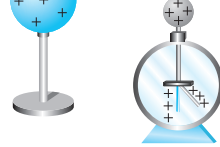
۱) خنثی      ۲) مثبت  
۳) منفی      ۴) ابتدا منفی سپس خنثی

**پاسخ** میله‌های دارای بار منفی، بار مثبت را به خود جذب و بار منفی را از خود دفع می‌کنند. بنابراین در اثر القا شکل زیر ایجاد می‌شود. یعنی کره A و C دارای بار مثبت و کره B دارای بار منفی القایی می‌شود. اگر در حضور میله‌ها، کره‌ها را از هم دور کنیم بار کره B هم‌چنان منفی خواهد بود.



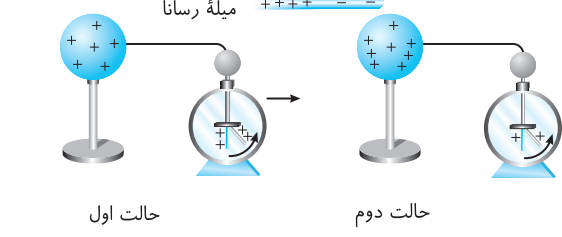
۲ ۱۰۲۸ C

**بازی با سؤال** در شکل زیر کره و الکتروسکوپ دارای بار مثبت‌اند. حال اگر یک میله رسانای خنثی به کره نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ورقه‌ها از هم دورتر می‌شوند.  
۲) ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند.  
۳) فاصله ورقه‌ها تغییر نمی‌کند.  
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

**پاسخ** با نزدیک کردن میله رسانا به کره، سمتی از میله که به کره نزدیک است، دارای بار ناهم‌نام با کره و الکتروسکوپ می‌شود. (یعنی دارای بار منفی می‌شود) و این بارهای منفی مقداری از بار مثبت ورقه‌ها را به سوی کلاهک می‌کشند و انحراف ورقه‌ها کاهش می‌یابد.



۱ ۱۰۳۷ A

**بازی با سؤال** در اتم هلیوم، دو پروتون به فاصله تقریبی  $2 \times 10^{-15} \text{ m}$  از هم درون هسته قرار دارند و دو الکترون هر یک به فاصله تقریبی  $5 \times 10^{-11} \text{ m}$  از مرکز هسته قرار گرفته‌اند. نیروی دافعه الکتریکی درون هسته چند برابر نیروی جاذبه الکتریکی‌ای است که هسته به هر الکترون وارد می‌کند؟

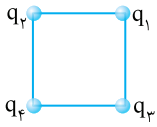
۱)  $\frac{25}{8} \times 10^8$       ۲)  $\frac{25}{4} \times 10^8$       ۳)  $\frac{5}{4} \times 10^4$       ۴)  $\frac{5}{2} \times 10^4$

**پاسخ** نیروی بین دو پروتون در هسته برابر است با:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{e \cdot e}{(2 \times 10^{-15})^2}$$

۲ ۱۰۸۶

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو با چه شرطی نیروی خالص وارد بر بار  $q_1$  برابر صفر می‌شود؟

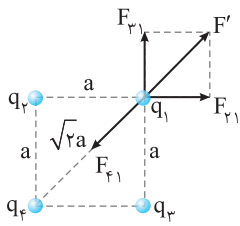


$$\frac{q_f}{q_v} = 2\sqrt{2} \text{ و } q_3 = q_2 \text{ (۱)}$$

$$\frac{q_f}{q_v} = -2\sqrt{2} \text{ و } q_3 = q_2 \text{ (۲)}$$

$$q_3 = q_2 \text{ (۳)}$$

$$\frac{|q_f|}{|q_v|} = 2\sqrt{2} \text{ (۴)}$$



**پاسخ** نیروی خالص وارد بر بار  $q_1$  صفر است. نیروی بین دو بار در راستای خط وصل دو بار است، از این رو نیروی  $F_{f1}$  در امتداد قطر مربع است. بنابراین برای نیروهایی که بار  $q_2$  و بار  $q_3$  بر بار  $q_1$  وارد می‌کنند، نیز باید در

راستای قطر مربع و خلاف جهت  $F_{f1}$  باشد تا نیروی خالص وارد بر  $q_1$  صفر شود. در این صورت باید بار  $q_2$  و  $q_3$  همانم و یکسان باشند ( $q_2 = q_3$ ) و بار آن‌ها با بار  $q_4$  ناهمنام باشد. برای نیروهای  $F_{v1}$  و  $F_{h1}$  را برابر نیروی  $F_{f1}$  قرار می‌دهیم.

$$F' = F_{f1} = \sqrt{F_{v1}^2 + F_{h1}^2} = F_{f1} \rightarrow F_{v1} = F_{h1}$$

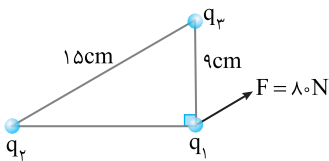
$$\sqrt{2k} \frac{|q_v||q_1|}{a^2} = k \frac{|q_f||q_1|}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{|q_f|}{|q_v|} = 2\sqrt{2} \Rightarrow \frac{q_f}{q_v} = -2\sqrt{2}$$

۲ ۱۰۹۹

**بازی با سؤال** سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برای نیروهایی که بارهای  $q_2$  و  $q_3$  بر بار  $q_1$  وارد می‌کنند، بردار  $F$  موازی با قاعده مثلث رسم شده است. نیرویی که بار  $q_2$  بر بار  $q_1$  وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

آزمون مدارس پرتو

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$$



$$\frac{81}{4} \text{ (۱)}$$

$$64 \text{ (۲)}$$

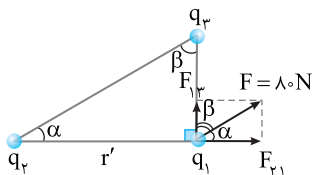
$$48 \text{ (۳)}$$

$$54 \text{ (۴)}$$

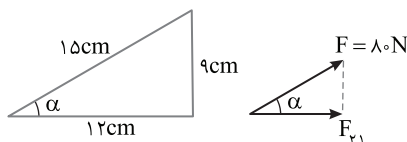
**پاسخ** ابتدا، نیروی  $F$  را در امتداد نیروهایی که بار  $q_2$  و  $q_3$  می‌توانند بر  $q_1$  وارد کنند، تجزیه می‌کنیم:

$$15^2 = \sqrt{9^2 + r'^2} \Rightarrow 225 = 81 + r'^2 \Rightarrow r'^2 = 144 \Rightarrow r' = 12 \text{ cm}$$

با توجه به قضیهٔ موازی و مورب،  $F$  و وتر مثلث موازی یکدیگرند، بنابراین زاویهٔ بین  $F$  و  $F_{v1}$  برابر  $\alpha$  خواهند شد:



$$\cos \alpha = \frac{12}{15}, \cos \alpha = \frac{F_{v1}}{F} \Rightarrow \frac{12}{15} = \frac{F_{v1}}{80} \Rightarrow F_{v1} = 64 \text{ N}$$



اکنون نیروی خالص وارد بر  $q_2$  و نیروی خالص وارد بر  $q_3$  را در دو حالت مساوی قرار می‌دهیم تا جواب مسئله به دست آید.

$$\text{حالت اول: } F_{vT} = F_{vT} \Rightarrow k \frac{qq'}{a^2} = k \frac{qq'}{a^2} - \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2} \Rightarrow \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2} = 0 \Rightarrow q = 0$$

ذرهٔ باردار بوده، بنابراین نادرست است.

$$\text{حالت دوم: } F_{vT} = F_{vT} \Rightarrow k \frac{qq'}{a^2} = \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2} - k \frac{qq'}{a^2} \Rightarrow 2k \frac{qq'}{a^2} = \frac{1}{2} k \frac{q^2}{a^2}$$

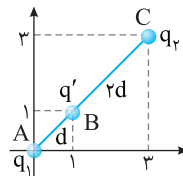
$$\Rightarrow q = 4q' \Rightarrow \frac{q'}{q} = \frac{1}{4}$$

۱ ۱۰۷۸

**بازی با سؤال** دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2 = -9 \mu C$  به ترتیب در مختصات  $(0, 0)$  و  $(3, 3)$  واقع شده‌اند. اگر در نقطهٔ  $(1, 1)$  برای نیروهای وارد بر  $q'$  صفر شود، اندازه  $q_1$  برابر چند میکروکولن است؟

$$\frac{9}{4} \text{ (۱)} \quad \frac{4}{9} \text{ (۲)} \quad 4 \text{ (۳)} \quad 3 \text{ (۴)}$$

**پاسخ** با توجه به شکل فاصله  $q_1$  تا بار  $q'$  را اگر با  $d$  نشان دهیم، فاصله  $q_2$  تا بار  $q'$ ،  $2d$  خواهد شد. در این صورت:



$$AB = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}, \quad BC = \sqrt{(3-1)^2 + (3-1)^2} = 2\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow BC = 2AB$$

$$F_T = 0 \Rightarrow F_1 = F_2 \Rightarrow k \frac{|q_1||q'|}{d^2} = k \frac{|q_2||q'|}{(2d)^2} \Rightarrow |q_1| = \frac{9}{4} \mu C$$

با توجه به اینکه نیروی وارد بر  $q'$  صفر می‌شود، علامت بار  $q_1$  همانم با بار  $q_2$  و منفی است.

۲ ۱۰۸۰

**بازی با سؤال** سه بار ذره‌ای مثبت مطابق شکل کنار یکدیگر قرار دارند، به گونه‌ای که  $\frac{q_2}{q_1} = 12$  و  $\frac{d_2}{d_1} = 4$  است. چنانچه نیروی وارد از طرف  $q_1$  به  $q$  باشد،

$$\text{برایند نیرو الکتریکی وارد بر } q \text{ چند } F \text{ است؟}$$

$$\frac{5}{4} \text{ (۲)} \quad 4 \text{ (۱)}$$

$$\frac{3}{5} \text{ (۴)} \quad \sqrt{10} \text{ (۳)}$$

**پاسخ** نیرویی را که  $q_2$  به  $q$  وارد می‌کند، برحسب  $F$  به دست می‌آوریم.

$$\frac{F'}{F} = \frac{q_2 q}{q_1 q} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = 12 \times \left(\frac{1}{4}\right)^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{12}{16} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{3}{4}$$

نیروی خالص وارد بر  $q$  برابر خواهد شد با:

$$F_{net} = \sqrt{F^2 + F'^2} \Rightarrow F_{net} = \sqrt{F^2 + \left(\frac{3}{4}F\right)^2}$$

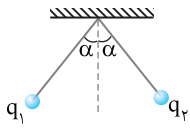
$$\Rightarrow F_{net} = \sqrt{\frac{16F^2 + 9F^2}{16}} \Rightarrow F_{net} = \frac{5}{4}F$$

۴ با توجه به خطوط موازی و مسورب زاویه  $\alpha$  برابر  $53^\circ$  است. اکنون با استفاده از تعریف کسینوس  $\alpha$  نیروی آن را حساب می‌کنیم.

$$\cos \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور وتر}}{\cos 53^\circ} \Rightarrow \cos 53^\circ = \frac{W}{F} \quad F=T \Rightarrow \frac{0.2}{\lambda} = \frac{0.2}{T}$$

$$T = \frac{0.2}{\lambda} = \frac{0.2}{8} \Rightarrow T = 0.025 \text{ N}$$

۲ ۱۱۱۳



بازی با سؤال ۱ مطابق شکل دو گوی با بارهای  $q_1 = 2q$  و  $q_2 = 4q$  در حال تعادل‌اند، چند درصد از بار  $q_2$  را به بار  $q_1$  منتقل کنیم

تا زاویه بین دو گوی بیشینه شود؟

- ۱) ۵۰٪ (۲) ۲۵٪ (۳) ۴۰٪ (۴) ۱۵٪

۱ پاسخ فاصله گرفتن دو گوی از هم به خاطر نیروی الکتریکی است که دو گوی به هم وارد می‌کنند. می‌توان اثبات کرد زمانی حاصل ضرب دو عدد که مجموع ثابتی دارند بیشینه است که آن دو عدد هم‌اندازه باشند. فرض می‌کنیم دو گوی  $q_1$  و  $q_2$  ابتدا در فاصله  $r$  از هم باشند و در حالت دوم فرض می‌شود دو بار  $q_1$  و  $q_2$  را به هم تماس داده‌ایم و بار خالص آن‌ها  $q_3$  شده است

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{\lambda q^2}{r^2}, \quad F' = k \frac{(q_1 + q_2)^2}{r^2} \Rightarrow F' = k \frac{9q^2}{r^2}$$

که مشخص است  $F'$  بزرگتر از  $F$  می‌باشد. پس زمانی فاصله دو گوی آونگ بیشینه می‌شود که بار گوی‌ها با هم برابر شوند. در واقع باید بار  $q$  از  $q_2$  برداشته و به  $q_1$  اضافه شود تا بار هر دو گوی  $3q$  شود. پس:

$$\frac{q}{q^2} \times 100 = \frac{q}{4q} \times 100 = 25\%$$

۱ ۱۱۲۱ A

بازی با سؤال ۱ میدان حاصل از هسته اتم آهن ( $^{56}_{26}\text{Fe}$ ) در فاصله یک آنگستروم از آن چند  $\text{kN/C}$  است؟  $(e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}, k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)$

۱)  $3/744 \times 10^{12}$  (۲)  $3/744 \times 10^{10}$  (۳)  $3/744 \times 10^9$  (۴)  $3/744 \times 10^8$

۱ پاسخ یادآوری در نمایش یک عنصر به صورت  $^A_Z X$ ، عدد اتمی یعنی تعداد پروتون‌ها است.

۲ یک آنگستروم برابر  $10^{-10} \text{ m}$  است.

تعداد پروتون‌های آهن ۲۶ است، بنابراین بار کل هسته آهن خواهد شد:

$$q = ne \Rightarrow q = 26 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

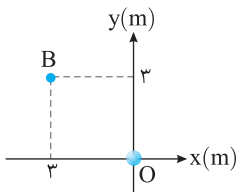
اکنون به راحتی می‌توان میدان الکتریکی هسته را در فاصله  $1 \text{ \AA}$  به دست آورد.

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow E = 9 \times 10^9 \times \frac{26 \times 1/6 \times 10^{-19}}{10^{-20}} \Rightarrow E = 374/4 \times 10^{10} \text{ N/C}$$

$$\Rightarrow E = 3/744 \times 10^{12} \text{ N/C} = 3/744 \times 10^9 \text{ KN/C}$$

۱ ۱۱۲۶ B

بازی با سؤال ۱ در شکل زیر یک کره خنثی در مرکز مختصات قرار گرفته است. تعداد الکترون‌های آن چگونه تغییر کند تا بردار میدان در نقطه B برابر

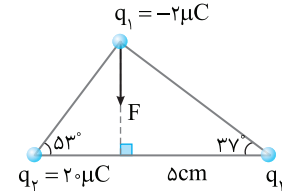


- ۱)  $2 \times 10^{11}$  الکترون دریافت کند.
- ۲)  $2 \times 10^{11}$  الکترون از دست بدهد.
- ۳)  $10^9$  الکترون دریافت کند.
- ۴)  $10^9$  الکترون از دست بدهد.

۳ ۱۱۰۰

بازی با سؤال ۱ در شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار  $q_1 = -2 \mu\text{C}$  از طرف دو بار دیگر ( $F$ ) نشان داده شده است. اندازه این نیرو چند

نیوتون است؟  $(\sin 37^\circ = 0.6, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$



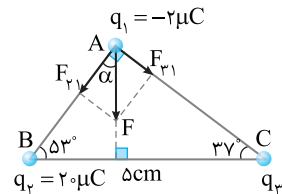
- ۱) ۳۰۰  
۲) ۴۰۰  
۳) ۵۰۰  
۴) ۶۰۰

۱ پاسخ طول ضلع‌های AB و BC را به کمک نسبت‌های مثلثاتی حساب می‌کنیم.

$$\sin 37^\circ = \frac{AB}{BC} \Rightarrow 0.6 = \frac{AB}{5} \Rightarrow AB = 3 \text{ cm}$$

$$\cos 37^\circ = \frac{AC}{BC} \Rightarrow 0.8 = \frac{AC}{5} \Rightarrow AC = 4 \text{ cm}$$

۱ نیروی F را در متداد اضلاع AB و AC تجزیه می‌کنیم:



۲ نیروی بین بارهای  $q_1$  و  $q_2$  را حساب می‌کنیم.

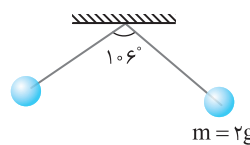
$$F_{21} = k \frac{|q_2||q_1|}{(AB)^2} \Rightarrow F_{21} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{21} = 400 \text{ N}$$

۳ مجموع زاویه  $\alpha$  روی شکل با زاویه  $53^\circ$  برابر  $90^\circ$  بوده بنابراین  $\alpha = 37^\circ$  است. اکنون به کمک زاویه  $\alpha$  نیروی F را به دست می‌آوریم.

$$\cos \alpha = \frac{F_{21}}{F} \Rightarrow 0.8 = \frac{400 \text{ N}}{F} \Rightarrow F = 500 \text{ N}$$

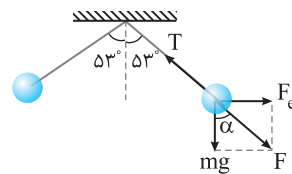
۲ ۱۱۰۶

بازی با سؤال ۱ در شکل روبه‌رو دو کره کوچک هم‌جرم با بار یکسان  $q = 2 \mu\text{C}$  از دو ریسمان سبک هم‌طول آویزان و در تعادل هستند، نیروی کششی هر ریسمان چند نیوتون است؟



- ۱) ۰.۰۲ (۲) ۰.۰۲۵ (۳) ۰.۰۴ (۴) ۰.۰۱۵

۱ پاسخ جرم گوی‌ها یکسان و وزن آن‌ها یکی است. بنابراین دو گوی به اندازه یکسان از راستای قائم منحرف می‌شوند و زاویه بین هر نخ و امتداد قائم  $\frac{106}{2} = 53^\circ$  می‌شود.



۲ نیروهای وارد بر یکی از گوی‌ها را رسم می‌کنیم. باید نیروی کشش  $W$  و  $F_e$  برابرند جهت آن باشد تا نیروها یکدیگر را خنثی کرده و جسم در تعادل باشد.

۳ نیروی وزن کره برابر است با:  $W = mg = 2 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow W = 0.02 \text{ N}$

**۱ ۱۱۴۳ B**

**بازی با سؤال** در شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q$  و  $-4q$  به فاصله  $d$  از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطه  $A$  برابر  $\vec{E}$  است، اگر بار  $q$  را خنثی کنیم، میدان الکتریکی در نقطه  $A$  برابر کدام خواهد شد؟ **کنکور دهه‌های گذشته**

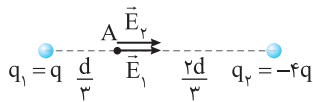


**پاسخ** میدان بار  $q_1 = q$  در نقطه  $A$  به سمت راست است و برابر است با:

$$E_1 = k \frac{|q|}{\left(\frac{d}{3}\right)^2} \Rightarrow E_1 = 9k \frac{q}{d^2}$$

میدان بار  $q_2 = -4q$  در نقطه  $A$  به سمت راست است و برابر است با:

$$E_2 = k \frac{4q}{\left(\frac{2d}{3}\right)^2} \Rightarrow E_2 = 9k \frac{q}{d^2} \Rightarrow E_2 = E_1$$



میدان در نقطه  $A$  برابر است با:

اگر بار  $q_1 = q$  را خنثی کنیم، تنها بار الکتریکی  $q_2 = -4q$  با میدانی برابر  $E_1$  باقی می‌ماند.

با توجه به اینکه  $\vec{E} = 2\vec{E}_1$  است، از این رو:

**۴ ۱۱۵۰ B**

**بازی با سؤال** بارهای الکتریکی  $q_1 = 4\mu C$  و  $q_2 = -8\mu C$  روی محور

$x$ ها به ترتیب در مکان‌های  $x = 8\text{cm}$  و  $x = 12\text{cm}$  قرار دارند. بار  $q_3 = -18\mu C$  را در چه نقطه‌ای روی محور  $x$  قرار دهیم تا میدان الکتریکی

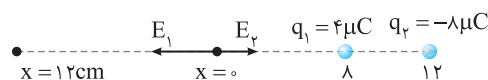
خالص در مبدأ محور  $x$  برابر صفر شود؟

**پاسخ** ابتدا برابری میدان الکتریکی بارهای  $q_1$  و  $q_2$  را در مبدأ محور  $x$ ،

به دست می‌آوریم.

$$|\vec{E}| = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{64 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_1 = \frac{9}{16} \times 10^7 \text{ N/C} \\ E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2} \times 10^7 \text{ N/C} \end{cases}$$

به سمت چپ  $E_{12} = \frac{9}{16} \times 10^7 - \frac{1}{2} \times 10^7 \Rightarrow E_{12} = \frac{1}{16} \times 10^7 \text{ N/C}$



در نقطه  $x = 0$  میدان  $\vec{E}_{12}$  هم‌جهت با میدان  $\vec{E}_1$  و در جهت منفی محور  $x$  است، بنابراین میدان الکتریکی  $E_p$  باید به سمت راست (در جهت مثبت محور  $x$ ) باشد، چون بار  $q_3$  منفی است باید آن را در سمت راست مبدأ قرار دهیم تا جهت میدان آن در نقطه  $x = 0$  به سمت راست باشد.

$$\begin{cases} E_p = E_{12} \\ E_p = k \frac{q_p}{r^2} \Rightarrow \frac{1}{16} \times 10^7 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_p \times 10^{-6}}{r^2} \end{cases} \Rightarrow r^2 = 16 \times 9 \times 18 \times 10^{-4} \Rightarrow r^2 = 4^2 \times 3^2 \times 2^2 \times 2 \times 10^{-4} \Rightarrow r = 4 \times 3 \times \sqrt{2} \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow r = 36\sqrt{2} \text{ cm}$$

**پاسخ** فاصله  $OB$  را حساب می‌کنیم.

$$OB = \sqrt{3^2 + 3^2} \Rightarrow OB = 3\sqrt{2} \text{ m}$$

اندازه میدان الکتریکی را به دست می‌آوریم.

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{(8\sqrt{2})^2 + (8\sqrt{2})^2} \Rightarrow E = 16 \text{ N/C}$$

**۴** مهم‌ترین نکته در حل این تست این

است که شما باید جهت میدان الکتریکی

در نقطه  $B$  را تشخیص دهید. مؤلفه  $x$

میدان مثبت و مؤلفه  $y$  آن منفی است و

مطابق شکل جهت میدان به سمت بار

(نقطه  $O$ ) است بنابراین بار کره منفی

است، یعنی به کره مقداری الکترون اضافه شده است.

**۵** بار کره را حساب می‌کنیم.

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow 16 = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{18^2} \Rightarrow q = 32 \times 10^{-9} \text{ C}$$

**۶** تعداد الکترون‌های داده شده به کره برابر خواهد شد با:

$$q = ne \Rightarrow 32 \times 10^{-9} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 2 \times 10^{11}$$

**۱ ۱۱۳۲ A**

**بازی با سؤال** میدان الکتریکی در فاصله  $20\text{cm}$  از بار  $q$  برابر  $18 \text{ N/C}$

است. چند سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی  $8 \text{ N/C}$

برابر شود؟

$$10 \quad (1)$$

$$30 \quad (3)$$

$$40 \quad (4)$$

$$20 \quad (2)$$

**پاسخ** با توجه به میدان بار نقطه‌ای می‌توان نوشت:

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{8}{18} = \left(\frac{20}{20+x}\right)^2 \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{20}{20+x}$$

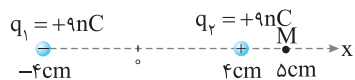
$$30 = 20 + x \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

**۱ ۱۱۳۴ A**

**بازی با سؤال** شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و هم‌نام (دو

قطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در مکان‌های  $x_1 = 4\text{cm}$  و  $x_2 = -4\text{cm}$

قرار گرفته‌اند. میدان الکتریکی خالص در نقطه  $M$  چند  $\text{N/C}$  است؟

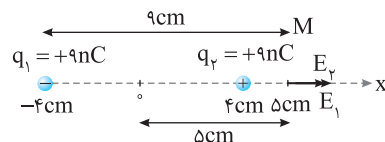


$$82 \times 10^4 \quad (1)$$

$$81 \times 10^2 \quad (4)$$

$$82 \times 10^2 \quad (3)$$

**پاسخ** بردار میدان‌ها را در نقطه  $M$  رسم می‌کنیم.



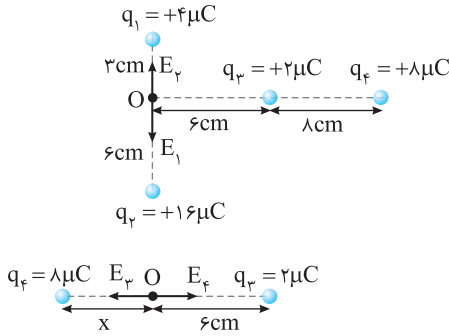
اندازه میدان‌های  $E_1$  و  $E_2$  خواهد شد:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_1 = 10^4 \text{ N/C} \\ E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-9}}{(10^{-2})^2} = 81 \times 10^4 \text{ N/C} \end{cases}$$

$$E_r = 81 \times 10^4 + 10^4 = 82 \times 10^4 \text{ N/C}$$

افقی چون بارهای  $q_3$  و  $q_4$  همنامند برای صفر شدن میدان خالص در نقطه

$O$  باید نقطه  $O$  بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر قرار بگیرد.  
 $E_f = E_p$   
 $\Rightarrow k \times \frac{4 \times 10^{-6}}{x^2} = k \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow \frac{x^2}{(6 \times 10^{-2})^2} = 4$   
 $\Rightarrow \frac{x}{6 \times 10^{-2}} = 2 \Rightarrow x = 12 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow x = 12 \text{ cm}$

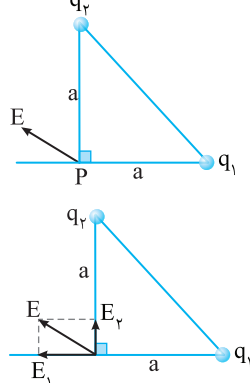


بنابراین  $q_4$  باید از مکان  $+12 \text{ cm}$  به مکان  $-12 \text{ cm}$  منتقل شود. یعنی بار  $q_4$  باید  $26 \text{ cm}$  به سمت چپ جابه‌جا شود.

**B ۱۱۷۳**

در شکل زیر میدان الکتریکی ناشی از دو بار  $q_1$  و  $q_2$  در

نقطه  $P$  نشان داده شده است. کدام گزینه درباره بار  $q_1$  و  $q_2$  درست است؟



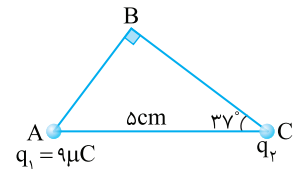
- (۱)  $q_1$  مثبت،  $q_2$  منفی،  $|q_1| > |q_2|$
- (۲)  $q_1$  مثبت،  $q_2$  منفی،  $|q_1| < |q_2|$
- (۳)  $q_1$  منفی،  $q_2$  مثبت،  $|q_1| > |q_2|$
- (۴)  $q_1$  منفی،  $q_2$  مثبت،  $|q_1| < |q_2|$

**پاسخ** میدان  $E$  را در دو راستای عمود بر هم مطابق شکل تجزیه می‌کنیم. با توجه به جهت و اندازه میدان‌های  $E_1$  و  $E_2$  مشخص می‌شود که بار  $q_1$  مثبت و بار  $q_2$  منفی است و چون بردار  $\vec{E}$  به سمت  $\vec{E}_1$  متمایل‌تر است، بنابراین  $|q_1| > |q_2|$  است.

**C ۱۱۷۴**

در شکل زیر بار  $q_2$  چند  $\mu\text{C}$  باشد تا امتداد میدان

خالص در نقطه  $B$  بر خط  $AC$  عمود شود؟ ( $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 4/5$ )



**پاسخ** طول ضلع‌های  $AB$  و  $BC$  را به دست می‌آوریم:  
 $AB = AC \sin 37^\circ = 5 \times 4/5 = 4 \text{ cm}$   
 $BC = AC \cos 37^\circ = 5 \times 3/5 = 3 \text{ cm}$   
 میدان خالص در نقطه  $B$  را عمود بر ضلع  $AC$  رسم می‌کنیم. سپس این میدان را در امتداد دو ضلع  $AB$  و  $BC$  تجزیه می‌کنیم. میدان  $E_1$  به سوی خارج بار

**B ۱۱۵۲**

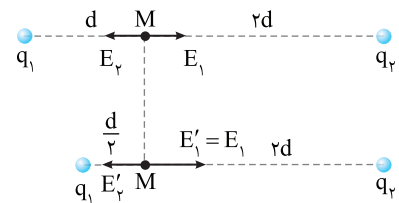
در شکل زیر برآیند میدان الکتریکی بارهای  $q_1$  و  $q_2$

در نقطه  $M$  صفر شده است. اگر فاصله بار  $q_1$  تا نقطه  $M$  نصف شود، بار  $q_2$  چند برابر بار  $q_1$  شود تا میدان الکتریکی خالص در نقطه  $M$  صفر شود؟



حالت اول: برآیند میدان الکتریکی در نقطه  $M$  صفر است. از این رو دو بار  $q_1$  و  $q_2$  همنام هستند و میدان‌های آن‌ها در نقطه  $M$  هم‌اندازه و در

خلاف جهت هم است.  
 $E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{q_1}{d^2} = k \frac{q_2}{(2d)^2} \Rightarrow q_2 = 4q_1$



در حالت جدید بار  $q_1$  به اندازه  $d/2$  از نقطه  $M$  نزدیک شده و فاصله بار  $q_2$  از

نقطه  $M$  همچنان  $2d$  است. بنابراین مجدداً میدان را در نقطه  $M$  برابر قرار می‌دهیم:

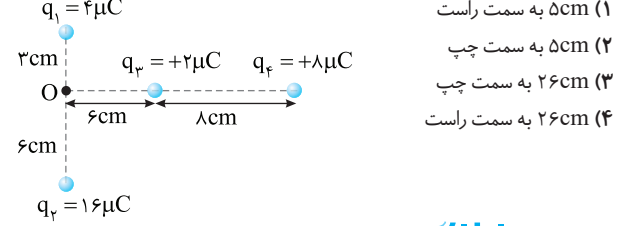
$E'_1 = E'_2 \Rightarrow k \frac{q_1}{(d/2)^2} = k \frac{q'_2}{(2d)^2} \Rightarrow 4q_1 = \frac{q'_2}{4} \Rightarrow q'_2 = 16q_1$

بنابراین  $\frac{q'_2}{q_2} = \frac{16q_1}{4q_1} = 4$

**A ۱۱۷۰**

بارهای الکتریکی  $q_1$ ،  $q_2$ ،  $q_3$  و  $q_4$  مطابق شکل زیر

قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی  $q_4$  را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا میدان حاصل از بارها در نقطه  $O$  برابر صفر شود؟



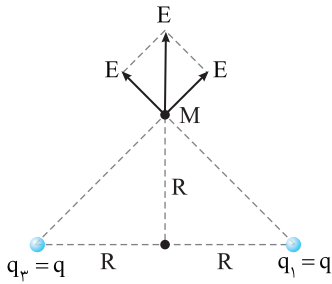
**پاسخ خط فکری** میدان الکتریکی بارهای  $q_3$  و  $q_4$  روی محور

$x$ ‌ها و میدان الکتریکی بارهای  $q_1$  و  $q_2$  روی محور  $y$ ها است. می‌خواهیم با جابه‌جا کردن بار  $q_4$  میدان در نقطه  $O$  صفر شود. بنابراین باید میدان روی محور  $y$ ها که ناشی از دو بار الکتریکی  $q_1$  و  $q_2$  است صفر باشد. زیرا در غیر این صورت با جابه‌جا کردن بار  $q_4$  میدان در نقطه  $O$  هرگز صفر نمی‌شود. می‌خواهیم با جابه‌جا کردن بار  $q_4$  میدان در  $O$  صفر شود. بنابراین حتماً میدان الکتریکی بارهای  $q_1$  و  $q_2$  روی محور  $y$ ها صفر است. اکنون این مطلب را بررسی می‌کنیم. در راستای قائم با توجه به فاصله بار  $q_1$  و  $q_2$  از نقطه  $O$  و اندازه بارهای  $q_1$  و  $q_2$  میدان‌ها با هم برابر و خلاف جهت هم می‌باشند.

$E_1 = k \times \frac{4 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow E_1 = E_2 \Rightarrow E_{12} = 0$

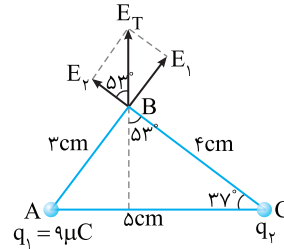
بنابراین  $E_{12}$  صفر شده و باید به سراغ بارهای روی محور  $x$ ها برویم. در راستای





$q_1$  است، بنابراین برای اینکه  $E_T$  در راستای عمود بر AC باشد باید  $q_2$  نیز مثبت باشد. با توجه به شکل می‌توان نوشت:

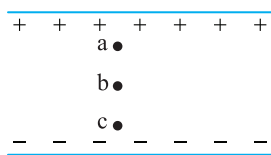
$$\tan \delta = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow \frac{k \frac{q_1}{r_1^2}}{k \frac{q_2}{r_2^2}} = \frac{16 \times 9}{q_2 \times 9} \Rightarrow q_2 = 12 \mu C$$



**۲ ۱۲۱۵ A**

**بازی با سؤال** در شکل زیر سه نقطه در میدان الکتریکی یکنواختی مشخص شده است. کدام گزینه در مورد مقایسه پتانسیل نقطه‌های a، b و c درست است؟

کنکور دهه‌های گذشته



(۱)  $V_a = V_b = V_c$

(۲)  $V_a > V_b > V_c$

(۳)  $V_a < V_b < V_c$

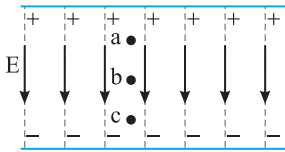
(۴)  $V_b = V_a + V_c$

**پاسخ** از a به سوی c در

جهت خطهای میدان حرکت

کرده‌ایم و پتانسیل در حال کاهش

است. از این رو:  $V_a > V_b > V_c$



**۱ ۱۱۹۱ B**

**بازی با سؤال** ذره‌ای به جرم ۲g و بار الکتریکی  $8 \mu C$  را در میدان الکتریکی خارجی  $5 \times 10^3 N/C$  قرار می‌دهیم. شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر این ذره چند متر بر مجذور ثانیه است؟

کنکور دهه‌های گذشته

- (۱) ۲۰ (۲) ۱۰ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

**پاسخ** نیروی الکتریکی وارد بر ذره را حساب می‌کنیم.

$$F = qE \Rightarrow F = 8 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^3 \Rightarrow F = 0.04 N$$

شتاب حاصل از نیروی الکتریکی خواهد شد:

$$F = ma \Rightarrow 0.04 = 2 \times 10^{-3} a \Rightarrow a = 20 m/s^2$$

**۴ ۱۲۰۴ C**

**بازی با سؤال** چهار بار الکتریکی یکسان +q روی محیط دایره‌ای به شعاع R در فاصله‌های مساوی از هم قرار دارند. اگر بار  $q'$  را در مرکز دایره قرار دهیم، میدان خالص در نقطه‌ای روی محور دایره در فاصله R از مرکز صفر می‌شود. نسبت  $\frac{q'}{q}$  برابر کدام گزینه می‌باشد؟

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

**پاسخ** فاصله هر بار q از نقطه M را حساب می‌کنیم:  $d = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2}R$  میدان هر بار q در نقطه M را E فرض می‌کنیم. براین دو بار روبه‌روی هم که روی یک قطره دایره قرار دارند برابر است با:

$$E_{1,2} = \sqrt{(E^2) + (E^2)} = \sqrt{2}E$$

برایند میدان‌های بار  $q_4$  و  $q_3$  نیز خواهد شد:  $E_{2,4} = \sqrt{(E^2) + (E^2)} = \sqrt{2}E$

در این صورت میدان براین چهار بار +q در نقطه M خواهد شد:

$$E_{1,2,3,4} = \sqrt{2}E + \sqrt{2}E = 2\sqrt{2}E = 2\sqrt{2}k \frac{|q|}{d^2} = 2\sqrt{2}k \frac{|q|}{(\sqrt{2}R)^2} = \sqrt{2}k \frac{|q|}{R^2}$$

میدان بار  $q'$  باید خلاف جهت میدان براین چهار بار دیگر و هم‌اندازه آن باشد. بنابراین بار  $q'$  باید منفی باشد.

$$E' = E_{1,2,3,4} \Rightarrow k = \frac{|q'|}{R^2} = \sqrt{2}k \frac{|q|}{R^2} \Rightarrow |q'| = \sqrt{2}|q| \Rightarrow \frac{q'}{q} = -\sqrt{2}$$

**۱ ۱۲۱۷ A**

**بازی با سؤال** شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد. پتانسیل الکتریکی نقطه A نسبت به پتانسیل الکتریکی نقطه B ..... است و در انتقال بار مثبت از B تا A، انرژی پتانسیل آن ..... می‌یابد.



- (۱) بزرگ‌تر - افزایش (۲) بزرگ‌تر - کاهش (۳) کوچک‌تر - کاهش (۴) کوچک‌تر - افزایش

**پاسخ** با حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، بنابراین  $V_B < V_A$  است. ذره دارای بار مثبت بوده و از A تا B در جهت خطوط میدان در حال حرکت است، بنابراین انرژی پتانسیل ذره کاهش می‌یابد.

**۲ ۱۲۲۳**

**بازی با سؤال** ذره‌ای با بار  $+12 \mu C$  در یک میدان الکتریکی یکنواخت

از نقطه A به نقطه B رفته است. اگر  $V_A = 2/3 \times 10^3 V$  و  $V_B = 1/7 \times 10^3 V$

باشد، کار میدان الکتریکی در این جابه‌جایی چند میلی‌ژول است؟

- (۱)  $-7/2$  (۲)  $+7/2$  (۳)  $-3/6$  (۴)  $+3/6$

**پاسخ** با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی:

کار میدان الکتریکی قرینه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی است  $(\Delta U_E = -W_E)$ . از طرفی بنا بر تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{-W}{q}$$

داده‌های مسئله را در رابطه بالا قرار می‌دهیم، مسئله حل است.

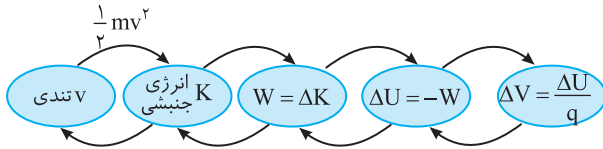
$$1/7 \times 10^3 - 2/3 \times 10^3 = \frac{-W}{12 \times 10^{-6}} \Rightarrow W = +7/2 \times 10^{-3} J \Rightarrow W = +7/2 mJ$$

۲ ۱۲۳۵ B

**بازی با سؤال** در یک میدان الکتریکی یکنواخت ذره‌ای به جرم  $\Delta mg$  و بار الکتریکی  $-8\mu C$  از نقطه A با تندی  $8\sqrt{5}m/s$  به سوی نقطه B می‌رود. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب  $-40V$  و  $+60V$  باشد، هنگام رسیدن ذره به نقطه B سرعت ذره چند  $m/s$  است؟ (از اثر گرانش صرف نظر شود).

(۱)  $8\sqrt{10}$  (۲)  $8\sqrt{10}$  (۳)  $16$  (۴)  $16\sqrt{10}$

**پاسخ** **خفگی** اینفوگرافی زیر را به یاد بسپارید.



در بیشتر تست‌ها (مخصوصاً کنکور) کل این زنجیره یا قسمتی از آن را باید طی کنیم تا از تندی به تغییر پتانسیل و بالعکس برسیم.

ابتدا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار از A تا B را به دست می‌آوریم.

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow 60 - (-40) = \frac{\Delta U}{-8 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta U = -8 \times 10^{-4} J$$

کار نیروی میدان الکتریکی در این جابه‌جایی خواهد شد:

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow W_E = +8 \times 10^{-4} J$$

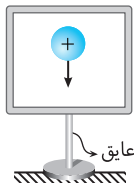
بنا به قانون کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_E = \Delta K \Rightarrow 8 \times 10^{-4} = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-6} [v_B^2 - (8\sqrt{5})^2]$$

$$\Rightarrow 320 = v_B^2 - 320 \Rightarrow v_B = 8\sqrt{10} m/s$$

۳ ۱۲۵۱ A

**بازی با سؤال** مطابق شکل جعبه نارسانای بدون باری در اختیار داریم. اگر گلوله‌ای فلزی که دارای بار الکتریکی مثبت است، روی جداره داخل جعبه



قلم‌چی

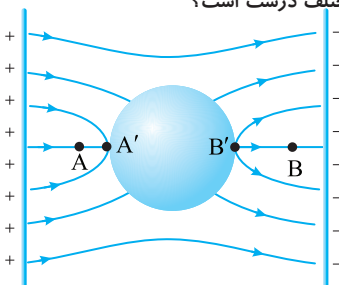
قرار داده شود. بار مثبت، .....

- (۱) در سطح داخلی جعبه پخش می‌شود.
- (۲) در سطح خارجی جعبه پخش می‌شود.
- (۳) در همان محل تماس باقی می‌ماند.
- (۴) در حجم جعبه پخش می‌شود.

**پاسخ** بر اثر تماس گلوله فلزی باردار با سطح داخلی جعبه نارسانا و خنثی. مقداری از بار الکتریکی مثبت گلوله در محل تماس به جعبه نارسانا منتقل می‌شود. به دلیل نبود الکترون آزاد در نارسانا، امکان جابه‌جایی بارهای الکتریکی وجود ندارد و بار مثبت در همان محل اتصال باقی می‌ماند.

۳ ۱۲۵۶ A

**بازی با سؤال** جسم رسانایی را در میدان الکتریکی یکنواختی قرار می‌دهیم. پس از تعادل الکتروستاتیکی کدام گزینه در مورد مقایسه پتانسیل و میدان در نقاط مختلف درست است؟



۳ ۱۲۲۴ A

**بازی با سؤال** ذره‌ای با بار  $+6\mu C$  از نقطه A با پتانسیل الکتریکی  $V_A = 20V$  به نقطه B با پتانسیل الکتریکی  $V_B = -60V$  جابه‌جا شده است. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در نقطه B برابر  $4mJ$  باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در نقطه A چند میلی‌ژول است؟

(۱)  $0.8$  (۲)  $-0.8$  (۳)  $+0.88$  (۴)  $-0.88$

**پاسخ** با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل خواهیم داشت:

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} \Rightarrow -60 - 20 = \frac{0.4 \times 10^{-3} - U_A}{6 \times 10^{-6}}$$

$$-0.48 \times 10^{-3} = 0.4 \times 10^{-3} - U_A \Rightarrow U_A = 0.88 \times 10^{-3} J \Rightarrow U_A = 0.88 mJ$$

۳ ۱۲۲۵ A

**بازی با سؤال** اختلاف پتانسیل بین دو نقطه  $50V$  ولت است. با صرف چند ژول انرژی،  $5 \times 10^{12}$  الکترون بین این دو نقطه جاری می‌شود؟

(مشابه سراسری - ۸۶)

(۱)  $4 \times 10^{-3}$  (۲)  $8 \times 10^{-3}$  (۳)  $4 \times 10^{-5}$  (۴)  $8 \times 10^{-4}$

**پاسخ** ابتدا بار جابه‌جا شده را به دست می‌آوریم

$$q = -ne \Rightarrow q = -5 \times 10^{12} \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = -8 \times 10^{-7} C$$

انرژی لازم برای انتقال بار در اختلاف پتانسیل  $50V$  برابر است با:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta U_E = q \Delta V \Rightarrow \Delta U_E = -8 \times 10^{-7} \times (-50)$$

$$\Rightarrow \Delta U = 4 \times 10^{-5} J$$

۴ ۱۲۳۱ B

**بازی با سؤال** ذره‌ای با جرم ناچیز و بار  $+17\mu C$  در یک میدان الکتریکی یکنواخت از حال سکون رها می‌شود. اگر پس از جابه‌جایی  $10cm$  انرژی جنبشی ذره  $34$  میلی‌ژول شود، بزرگی میدان الکتریکی چند  $V/m$  است؟

(۱)  $2 \times 10^3$  (۲)  $2 \times 10^2$  (۳)  $2 \times 10^5$  (۴)  $2 \times 10^4$

**پاسخ** با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$\Delta K = W \Rightarrow 34 \times 10^{-3} = |q|Ed \Rightarrow 34 \times 10^{-3} = 17 \times 10^{-6} E \times 0.1$$

$$\Rightarrow E = 2 \times 10^4 V/m$$

۳ ۱۲۳۲ A

**بازی با سؤال** مطابق شکل، بار الکتریکی  $q = +400\mu C$  با جرم  $10g$  در نقطه A از حال سکون رها می‌شود تا تحت تأثیر میدان الکتریکی، به طرف صفحه منفی حرکت کند. اگر تندی ذره باردار هنگام عبور از نقطه B برابر  $4m/s$  باشد، اختلاف انرژی پتانسیل ذره باردار بین دو نقطه A و B ( $U_B - U_A$ ) و اختلاف پتانسیل میان نقاط A و B ( $V_B - V_A$ ) به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟

- (۱)  $-0.4$  و  $-100$  (۲)  $0.4$  و  $100$
- (۳)  $-0.8$  و  $-200$  (۴)  $0.8$  و  $200$

**پاسخ** با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی  $W = \Delta K$  و همچنین می‌توان نوشت:

$$-\Delta U = \Delta K \Rightarrow \Delta U = U_B - U_A = -(K_B - K_A)$$

جسم از نقطه A رها شده پس  $K_A = 0$  است.

$$U_B - U_A = -\left(\frac{1}{2}mv_B^2\right) = -\frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times 16 = -0.8 J$$

حال با توجه به رابطه  $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$  اختلاف پتانسیل را به دست می‌آوریم:

$$V_B - V_A = \Delta V = \frac{-0.8}{+400 \times 10^{-6}} = -2 \times 10^2 = -200 V$$

$$\frac{\Delta E}{E_1} \times 100 = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100 \Rightarrow \frac{15}{100} \Rightarrow \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{15}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2 - 6}{6} = \frac{15}{100} \Rightarrow V_2 = 6.9V$$

**۳ ۱۳۰۲ A**

**بازی با سؤال** - خازنی به منبع برق ۲۰۰ ولت وصل است. اگر انرژی ذخیره شده در آن ۱/۸ باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ **خارج تجربی - ۹۳**

۱۸۰ (۴)      ۹۰ (۳)      ۳۶ (۲)      ۲۷ (۱)

**پاسخ یادآوری** - انرژی ذخیره شده در خازن دارای سه رابطه زیر است:

$$U = \frac{1}{2} CV^2, U = \frac{Q^2}{2C}, U = \frac{1}{2} QV$$

در حل این مسئله با توجه به داشتن ولتاژ دو سر خازن و مجهول بودن ظرفیت خازن می‌توان نوشت:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 1/8 = \frac{1}{2} C \times (200)^2 \Rightarrow C = 9 \mu F$$

**۳ ۱۳۰۸ A**

**بازی با سؤال** - چند درصد انرژی خازنی را تخلیه کنیم تا اختلاف پتانسیل بین صفحات آن نصف شود؟

۵۰ (۴)      ۷۵ (۳)      ۲۵ (۲)      ۱۲/۵ (۱)

**پاسخ خط فکری** - با توجه به اینکه ظرفیت الکتریکی خازن مقداری ثابت است، با استفاده از رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$ ، نسبت انرژی‌های ذخیره شده در خازن را در دو حالت اولیه و ثانویه به دست آورده و با توجه به آن درصد تغییرات انرژی ذخیره شده در خازن را محاسبه می‌کنیم.

ولتاژ دو سر خازن نصف شده است.

نسبت انرژی در حالت دوم  $U_2$  به حالت اول  $U_1$  را حساب می‌کنیم:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2} CV_2^2}{\frac{1}{2} CV_1^2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{(\frac{1}{2} V_2)^2}{V_1^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow U_2 = \frac{1}{4} U_1$$

تغییرات انرژی خواهد شد:  $\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{1}{4} U_1 - U_1 \Rightarrow \Delta U = -\frac{3}{4} U_1$

درصد تغییرات را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییرات انرژی} = \frac{\Delta U}{U_1} \times 100 = -\frac{3}{4} \times 100 = -75\%$$

علامت منفی نشان‌دهنده کاهش یا همان تخلیه انرژی ذخیره شده در خازن است.

**۲ ۱۳۰۹ B**

**بازی با سؤال** - ظرفیت خازنی ۲۲μF است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می‌یابد. بار اولیه آن چند میکروکولن است؟ **خارج از کشور ریاضی - ۸۶**

۴۰ (۲)      ۲۰ (۱)      ۲۰ (۳)      ۴۰ (۴)

**پاسخ** - برای مقایسه انرژی ذخیره شده در حالت‌های اولیه و ثانویه این خازن از رابطه  $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$  استفاده می‌کنیم. با معلوم بودن ظرفیت الکتریکی خازن و تفاوت انرژی‌های ذخیره شده در خازن می‌توانیم بنویسیم:

$$C = 22 \mu F, Q_2 = Q_1 + \frac{20}{100} Q_1 = 1/2 Q_1, U_2 = U_1 + 16 \mu J$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C} \Rightarrow U_1 = \frac{1}{2} \times \frac{Q_1^2}{22} = \frac{Q_1^2}{44}, U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C} \Rightarrow U_2 = \frac{1}{2} \times \frac{(1/2 Q_1)^2}{22} = \frac{1/4 Q_1^2}{44}$$

$$E_A = E_B = E_{B'} = E_{A'}, V_A > V_{A'} > V_{B'} > V_B \quad (1)$$

$$E_A > E_{A'} > E_{B'} > E_B, V_A > V_{A'} = V_{B'} > V_B \quad (2)$$

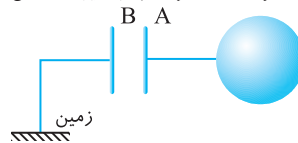
$$E_A > E_B, E_{A'} = E_{B'}, V_A > V_{A'} = V_{B'} > V_B \quad (3)$$

$$E_A > E_B, E_{A'} = E_{B'}, V_A > V_{A'} > V_{B'} > V_B \quad (4)$$

**پاسخ** - پتانسیل نقاط درون رسانا با هم برابر است، پس  $V_{A'} = V_{B'}$  و می‌دانیم هر چه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم، پتانسیل کاهش می‌یابد. پس  $V_A > V_{A'} = V_{B'} > V_B$  می‌شود. میدان درون رسانا صفر است، پس  $E_A = E_{B'} = 0$  و میدان در ناحیه‌هایی که تراکم خطوط بیشتر باشد قوی‌تر است. پس  $E_A > E_B$ .

**۳ ۱۲۷۳ B**

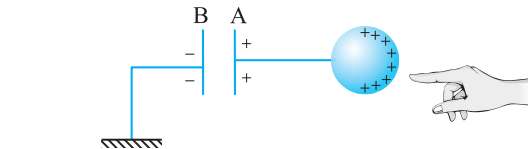
**بازی با سؤال** - مطابق شکل، کره و صفحه رسانای A با سیم به هم متصل شده و هر دو دارای بار مثبت هستند. اگر انگشت خود را بدون ایجاد تماس به کره نزدیک کنیم، بار صفحه رسانای B چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) تغییر نمی‌کند.
- (۲) افزایش می‌یابد.
- (۳) کاهش می‌یابد.
- (۴) افزایش می‌یابد یا بدون تغییر می‌ماند.

**پاسخ** - مقدار بار القا شده در صفحه B برابر بار موجود در صفحه A است.

با نزدیک شدن انگشت که رسانا است به کره، بار منفی در انگشت القا شده و بارهای مثبت بیشتر به سمت انگشت کشیده می‌شوند و از مقدار بار مثبت صفحه A کاسته می‌شود. بنابراین مقدار بار القا شده روی صفحه B نیز کاهش می‌یابد.



**۴ ۱۲۹۱ A**

**بازی با سؤال** - مساحت صفحات خازن تختی را که دی‌الکتریک آن هواست، نصف و فاصله بین دو صفحه آن را ۳ برابر می‌کنیم، اگر فضای بین دو صفحه را با دی‌الکتریک به ثابت ۴/۵ پر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟ **قلم‌چی**

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

**پاسخ** - بنابر رابطه ظرفیت خازن داریم:

$$C = k\epsilon \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 4/5 \times 1 \times \frac{1}{3} = \frac{4}{15}$$

**۲ ۱۲۹۲ A**

**بازی با سؤال** - اختلاف پتانسیل دو سر خازنی ۶V است. برای آن که میدان الکتریکی بین صفحات آن ۱۵٪ افزایش یابد، اختلاف پتانسیل دو سر آن باید چند ولت شود؟

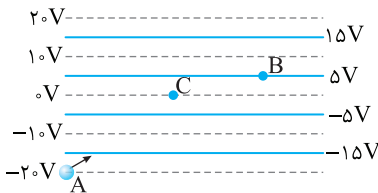
۷/۵ (۱)      ۶/۹ (۲)      ۴/۵ (۳)      ۵/۱ (۴)

**پاسخ** - با توجه به رابطه  $E = V/d$ ، اگر بخواهیم میدان الکتریکی بین صفحات خازن افزایش یابد، باید ولتاژ دو سر آن را افزایش دهیم. با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

حرکت است و بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حال افزایش است. از B تا C میدان  $E_p$  بزرگتر و برآیند میدان به سمت چپ است و بار منفی در خلاف جهت میدان در حرکت بوده و انرژی پتانسیل آن در حال کاهش است.

**C** ۱۳۳۶ ۳

**بازی با سؤال** در شکل زیر پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف یک میدان الکتریکی یکنواخت مشخص شده است. اگر ذره‌ای به جرم  $5g$  و بار  $25 \mu C$  با سرعت  $2m/s$  از نقطه A وارد میدان شود و از نقاط B و C بگذرد، نسبت سرعت در نقطه C به سرعت در نقطه B برابر با کدام گزینه است؟ **قلم‌چی**



$\sqrt{2}$  (۱)       $\frac{\sqrt{3}}{3}$  (۲)       $\frac{2\sqrt{3}}{3}$  (۳)       $\sqrt{1/5}$  (۴)

**پاسخ** قانون پایستگی انرژی را برای دو نقطه C و B می‌نویسیم.

$$E_A = E_C \Rightarrow \Delta K_{AC} + \Delta U_{AC} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} m(v_C^2 - v_A^2) + q(V_C - V_A) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times (v_C^2 - 4) + 25 \times 10^{-6} \times (0 - (-20)) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times (v_C^2 - 4) = 25 \times 10^{-6} \times 20 \Rightarrow v_C^2 = 2 \Rightarrow v_C = \sqrt{2} m/s$$

$$E_A = E_B \Rightarrow \Delta K_{AB} + \Delta U_{AB} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} m(v_B^2 - v_A^2) + q(V_B - V_A) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times (v_B^2 - 4) + 25 \times 10^{-6} \times (5 - (-20)) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times (v_B^2 - 4) = 25 \times 10^{-6} \times 25 \Rightarrow v_B^2 = 2 \Rightarrow v_B = \sqrt{1/5}$$

بنابراین نسبت سرعت بار در نقطه‌های C و B برابر است با:

$$\frac{v_C}{v_B} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1/5}} = \sqrt{2} \times \sqrt{5} = \sqrt{10} = \sqrt{\frac{4}{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

**B** ۱۳۱۴ ۱

$$U_p - U_1 = 16 \mu J \Rightarrow \frac{1/44 Q_1^2}{44} - \frac{Q_1^2}{44} = 16 \Rightarrow \frac{1/44 Q_1^2}{44} = 16$$

$$\Rightarrow Q_1^2 = \frac{16 \times 44}{1/44} = 1600 \Rightarrow Q_1 = 40 \mu C$$

**بازی با سؤال** ظرفیت خازنی  $7$  میکروفاراد و بار الکتریکی آن  $27 \mu C$  است.

اگر بار الکتریکی  $+q$  را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه  $8J$  زیاد می‌شود.  $q$  چند میکروکولن است؟ **ریاضی - ۹۹**

$2$  (۱)       $56$  (۲)       $58$  (۳)       $4$  (۴)

گزینه (۱) و (۲) درست است.

**پاسخ** بار هر صفحه  $27 \mu C$  است پس بار صفحه منفی  $-27 \mu C$  و بار صفحه مثبت  $+27 \mu C$  می‌باشد.



با افزودن بار  $+q$  از صفحه منفی بار صفحه منفی  $-27 - q$  و با اضافه شدن بار  $+q$  به صفحه مثبت بار آن،  $+27 + q$  می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \\ U_2 &= \frac{1}{2} \frac{(Q+q)^2}{C} \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_2 - U_1 = \frac{1}{2} \frac{(Q+q)^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{C} ((Q+q)^2 - Q^2) = 8J$$

$$(Q+q)^2 - Q^2 = 112 \mu C \Rightarrow 2 \times 27 \times q + q^2 = 112 \Rightarrow q^2 + 54q - 112 = 0$$

$$\Rightarrow (q+56)(q-2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} q = +2 \mu C \\ q = -56 \mu C \end{cases}$$

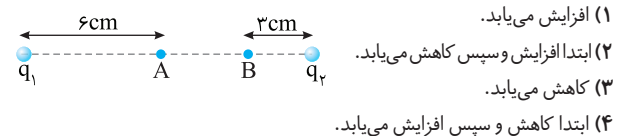
چون بار  $q$  مثبت است پس بار  $q = +2 \mu C$  می‌باشد.

**B** ۱۳۳۶ ۲

**بازی با سؤال** دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1 = 8 \mu C$  و  $q_2 = 2 \mu C$  در فاصله  $12cm$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند.

یک بار نقطه‌ای منفی را بین دو بار  $q_1$  و  $q_2$  مطابق شکل زیر، با سرعت ثابت از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌کنیم.

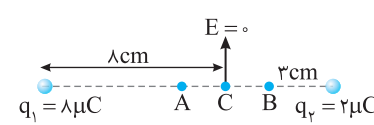
در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه تغییر می‌کند؟ **قلم‌چی**



**پاسخ** می‌دانیم که هر گاه بار منفی در جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد و اگر در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

بنابراین باید بررسی کنیم که در فاصله A تا B جهت میدان چگونه است. ابتدا محلی را که میدان در آن صفر می‌شود، به دست می‌آوریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{q_1}{x^2} = k \frac{q_2}{(12-x)^2} \Rightarrow \frac{8}{x^2} = \frac{2}{(12-x)^2} \Rightarrow 24 - 2x = x \Rightarrow x = 8cm$$



در فاصله  $8cm$  از بار  $q_1$  میدان الکتریکی صفر است. بنابراین میدان در نقطه C که بین نقاط A و B قرار دارد، صفر است. از A تا C میدان  $E_1$  بزرگتر است و جهت میدان برآیند به سمت راست است و بار منفی از A تا C در جهت میدان در

## فصل ششم

۴ ۱۳۳۸ A

بار کره A از  $-2nC$  به  $2nC$  رسیده یعنی باری که به وسیله سیم شارش شده برابر است با:

$$\Delta q = q'_A - q_A \Rightarrow \Delta q = 2 - (-2) = 4nC$$

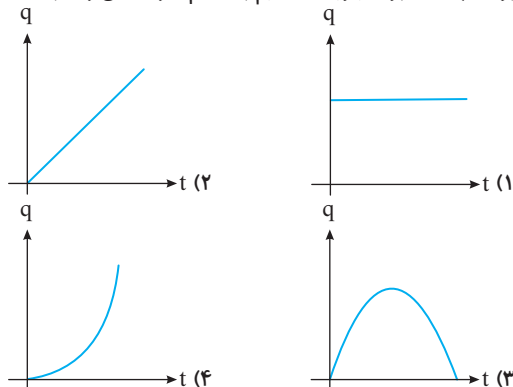
در این صورت جریان متوسط شارش شده برابر خواهد بود با:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{4 \times 10^{-9}}{10^{-6}} = 4 \times 10^{-3} A = 4mA$$

راستی آنگه جهت جریان خواسته شده بود جهت جریان خلاف جهت شارش الکترونه و چون بار کره A منفی بوده و بعد مثبت شده پس الکترون از کره A به کره B رفته و جهت جریان از کره B به کره A است.

۲ ۱۳۴۷ A

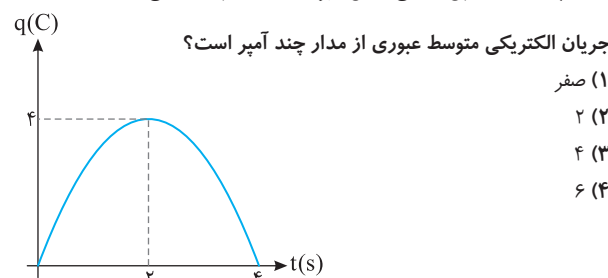
**بازی با سؤال** نمودار بار خالص الکتریکی گذرنده از یک سطح مقطع بر حسب زمان برای جریان مستقیم به کدام صورت می‌تواند باشد؟ از کتاب درسی



**پاسخ** بنا بر تعریف، جریان الکتریکی متوسط برابر آهنگ شارش بار از مقطعی از مدار است ( $I = \Delta q / \Delta t$ ) و در جریان مستقیم، مقدار جریان ثابت است، بنابراین آهنگ شارش بار ثابت خواهد بود، در این صورت  $q = It$  می‌شود و نمودار بار الکتریکی گذرنده از هر سطح مقطع مدار بر حسب زمان یک خط راست مایل گذرنده از مبدأ خواهد شد و گزینه (۲) درست است.

۱ ۱۳۴۹ B

**بازی با سؤال** نمودار بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع یک مدار بر حسب زمان، مطابق سهمی شکل زیر است. در بازه زمانی  $t=1s$  تا  $t=3s$



جریان الکتریکی متوسط عبوری از مدار چند آمپر است؟

- (۱) صفر  
(۲) ۲  
(۳) ۴  
(۴) ۶

چون محور قائم تابع  $(y)$  برابر  $q$  و محور افقی  $(x)$  برابر  $t$  است، داریم:

$$q = at^2 + bt + c \Rightarrow \begin{cases} t=0, q=0 \Rightarrow 0 = a(0)^2 + b(0) + c \Rightarrow c=0 & (1) \\ t=2, q=4 \Rightarrow 4 = a(2)^2 + b(2) + 0 \Rightarrow 4 = 4a + 2b & (2) \\ t=4, q=0 \Rightarrow 0 = a(4)^2 + b(4) + 0 \Rightarrow 0 = 16a + 4b & (3) \end{cases}$$

$$(2), (3) \Rightarrow a = -1, b = 4$$

**بازی با سؤال** اگر یک سیم رسانای حامل جریان را در امتدادهای جغرافیایی

فرض کنیم، کدام گزینه می‌تواند جهت سرعت سوق و میدان درون رسانا باشد؟

- (۱) شمال شرقی، جنوب شرقی  
(۲) جنوب غربی، شمال غربی  
(۳) جنوب غربی، جنوب شرقی  
(۴) جنوب غربی، شمال شرقی

**پاسخ** به سرعت شارش الکترون‌ها در اثر میدان اعمال شده بر رسانا سرعت سوق می‌گوییم. بنابراین جهت سرعت سوق همان جهت حرکت الکترون‌ها است که خلاف جهت جریان و همچنین خلاف جهت میدان اعمال شده بر رسانا است که تنها در گزینه (۴) سرعت سوق و میدان در خلاف جهت هم بیان شده‌اند.

۳ ۱۳۴۰ A

**بازی با سؤال** با توجه به اینکه اندازه بار الکتریکی هر الکترون برابر

$1.6 \times 10^{-19} C$  است، وقتی جریانی به شدت یک آمپر از مداری می‌گذرد در هر ثانیه

به‌طور خالص، چند الکترون از یک مقطع این مدار خواهد گشت؟ **کنکور دهه‌های گذشته**

- (۱)  $6/25 \times 10^{23}$  (۲)  $1/6 \times 10^{19}$  (۳)  $6/25 \times 10^{18}$  (۴)  $1/6 \times 10^{20}$

**پاسخ** بار گذرنده از هر مقطع مدار با جریان  $1A$  در مدت  $1s$  برابر

$$q = It \Rightarrow q = 1 \times 1 = 1C$$

است با:

تعداد الکترون‌های گذرنده از هر مقطع مدار خواهد شد.

$$q = ne \Rightarrow 1 = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 6/25 \times 10^{18}$$

۲ ۱۳۴۵ A

**بازی با سؤال** بار شارش‌شده در هر مقطع از یک سیم حامل جریان

بر حسب زمان در SI به صورت  $q = at + 10$  است. اگر جریان متوسط عبوری از

سیم در یک بازه زمانی دلخواه  $\Delta t$  برابر  $5A$  باشد،  $a$  کدام است؟

- (۱) ۲/۵  
(۲) ۵  
(۳) ۷/۵

(۴) مقدار بازه زمانی  $\Delta t$  باید مشخص باشد.

**پاسخ** ابتدا و انتهای بازه زمانی  $\Delta t$  را به ترتیب  $t_1$  و  $t_2$  در نظر

می‌گیریم. بنابراین:

$$\begin{cases} q_1 = at_1 + 10 \\ q_2 = at_2 + 10 \end{cases} \Rightarrow \Delta q = (at_2 + 10) - (at_1 + 10) \Rightarrow \Delta q = at_2 - at_1 = a(t_2 - t_1)$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow 5 = \frac{a(t_2 - t_1)}{t_2 - t_1} \Rightarrow a = 5$$

جریان متوسط برابر  $5A$  است، بنابراین:

۲ ۱۳۴۶ A

**بازی با سؤال** دو کره فلزی مشابه A و B به ترتیب دارای بارهای

الکتریکی  $-2nC$  و  $+6nC$  هستند. اگر این دو کره را با یک سیم رسانا به هم

متصل کنیم، در مدت یک میکروثانیه، دو کره به تعادل الکتریکی می‌رسند.

جریان الکتریکی متوسط گذرنده از این سیم رسانا چند میلی‌آمپر است؟

- (۱) ۰/۰۰۴ (۲) ۴ (۳) ۰/۰۰۲ (۴) ۲

**پاسخ** **خط فکری** هرگاه دو کره مشابه را به هم وصل کنیم بار هر دو

کره یکسان و برابر میانگین بارهای اولیه دو کره رسانا می‌شود. با توجه به قانون

پایستگی بار و مشابه بودن دو کره فلزی داریم:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} \Rightarrow q'_A = q'_B = \frac{-2 + 6}{2} = 2nC$$

**۳ ۱۳۵۸ B**

**بازی با سؤال** معادله اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانای اهمی به مقاومت  $۲\Omega$  برحسب زمان در SI به صورت  $V = ۳t^2 - ۱۲$  است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، جریان عبوری از رسانا برابر با  $۵$  آمپر می‌شود؟ (دما ثابت فرض شود).

- ۱) ۹      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴

**پاسخ** در لحظه‌ای که جریان  $۵A$  است بنا به قانون اهم، اختلاف پتانسیل دو سر رسانا برابر خواهد شد با:  $V = IR \Rightarrow V = ۵ \times ۲ \Rightarrow V = ۱۰V$  اکنون به کمک معادله ولتاژ برحسب زمان  $V = ۳t^2 - ۱۲$ ، لحظه‌ای که اختلاف پتانسیل برابر  $۱۰V$  است را به دست می‌آوریم.

$$V = ۳t^2 - ۱۲ \xrightarrow{V=10} ۱۵ = ۳t^2 - ۱۲ \Rightarrow ۲۷ = ۳t^2 \Rightarrow ۹ = t^2 \Rightarrow t = ۳s$$

**۱ ۱۳۶۲ A**

**بازی با سؤال** مقاومت ویژه سیم  $A$ ،  $۳$  برابر مقاومت ویژه سیم  $B$  است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این سیم‌ها با هم برابر باشند، قطر مقطع سیم  $A$

خارج ریاضی - ۹۳

- ۱)  $\sqrt{3}$       ۲) ۳      ۳)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$       ۴) ۹

**پاسخ** با توجه به رابطه میانبر می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2$$

$$\frac{\rho_A = 3\rho_B; R_A = R_B}{L_A = L_B} \rightarrow 1 = 3 \times 1 \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{D_B}{D_A} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{D_A}{D_B} = \sqrt{3}$$

**۴ ۱۳۶۳ B**

**بازی با سؤال** طول سیم مسی  $A$ ، دو برابر طول سیم مسی  $B$  است و قطر مقطع سیم  $A$ ، نصف قطر مقطع سیم  $B$  است. مقاومت الکتریکی سیم  $A$ ، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم  $B$  است؟

تجربی - ۹۱

- ۱)  $\frac{1}{2}$       ۲) ۲      ۳) ۴      ۴) ۸

**پاسخ** با توجه به رابطه نسبی ساختمان مقاومت خواهیم داشت:

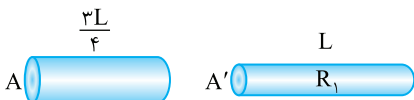
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 = 1 \times 2 \times (2)^2 = 8$$

**۱ ۱۳۷۳ B**

**بازی با سؤال** سیمی به طول  $L$  را به نسبت  $۱$  به  $۳$  می‌بریم. سیم بزرگ‌تر را از دستگای عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم طول آن برابر طول اولیه ( $L$ ) شود، در این حالت مقاومت سیم  $R_1$  می‌شود. سیم کوچک‌تر را از دستگاه عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم، طول آن به طول اولیه ( $L$ ) برسد، در این حالت مقاومت سیم  $R_2$  می‌شود.  $\frac{R_2}{R_1}$  کدام است؟

- ۱) ۳      ۲)  $\frac{1}{3}$       ۳)  $\frac{3}{4}$       ۴)  $\frac{4}{3}$

**پاسخ** سیم به نسبت  $۱$  و  $۳$  تقسیم شده بنابراین طول سیم بزرگ‌تر  $\frac{3}{4}L$  و طول سیم کوچک‌تر برابر  $\frac{L}{4}$  می‌شود. در هر دو حالت گفته شده سیم‌ها کشیده شده‌اند و جرم تغییر نکرده بنابراین:



بنابراین تابع  $q$  برحسب  $t$  برابر است با: حال جریان الکتریکی متوسط در بازه زمانی  $t=1s$  تا  $t=3s$  را محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{-(-3)^2 + 4(3) - (-1)^2 + 4(1)}{3-1} = \frac{-9+12-3+4}{2} = \frac{0}{2} = 0$$

**۳ ۱۳۵۱ A**

**بازی با سؤال** یک مقاومت  $۱۰\Omega$  را که رسانای اهمی است به یک باتری وصل می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $۵V$  باشد، در مدت  $۳۲s$  چه تعداد الکترون از مقاومت عبور می‌کند؟ ( $e=1/6 \times 10^{-19}$ )

- ۱)  $10^{19}$       ۲)  $10^{17}$       ۳)  $10^{20}$       ۴)  $10^{18}$

**پاسخ** با استفاده از قانون اهم داریم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{5}{10} = 0.5A, q = It \Rightarrow q = 0.5 \times 32 = 16C$$

$$q = ne \Rightarrow 0.5 \times 32 = n \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow n = \frac{0.5 \times 32}{1/6} \times 10^{19} = 10 \times 10^{19} \Rightarrow n = 10^{20}$$

**۱ ۱۳۵۲ A**

**بازی با سؤال** اختلاف پتانسیل بین دو سر یک سیم در دمای ثابت از  $۲۸$  ولت به  $۴۰$  ولت افزایش می‌یابد. اگر با این کار جریان عبوری از مقاومت  $1/5$  آمپر افزایش یابد، مقاومت سیم چند اهم است؟

- ۱) ۸      ۲) ۴      ۳) ۱۲      ۴) ۱۰

**پاسخ** قانون اهم را در حالت اول و دوم می‌نویسیم:

$$\begin{cases} R = \frac{V_1}{I_1} \Rightarrow R = \frac{28}{I_1} \\ R = \frac{V_2}{I_2} \Rightarrow R = \frac{40}{I_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{28}{I_1} = \frac{40}{I_2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{40}{28} = \frac{10}{7}$$

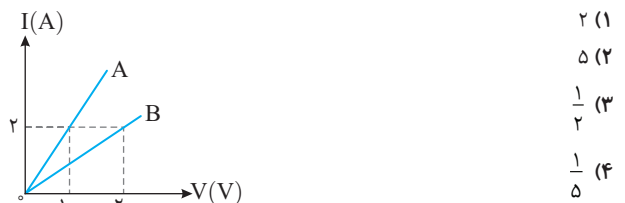
$$\Rightarrow 7I_2 = 10/5 I_1 = 2I_1 \Rightarrow I_2 = 2/5 I_1$$

اکنون می‌توان مقاومت اهمی را به دست آورد:

$$R = \frac{28}{3/5} = 8\Omega$$

**۱ ۱۳۵۶ A**

**بازی با سؤال** نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت  $A$  و  $B$  برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های  $A$  و  $B$  مطابق شکل است. مقاومت  $B$  چند برابر مقاومت  $A$  است؟



**پاسخ** مقاومت  $A$  و مقاومت  $B$  با توجه به نمودار خواهد شد:

$$R_A = \frac{V_A}{I} \Rightarrow R_A = \frac{1}{2} = 0.5\Omega, R_B = \frac{V_B}{I} \Rightarrow R_B = \frac{2}{1} = 2\Omega$$

بنابراین:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{2}{0.5} = 4$$

البته از همان ابتدا می‌توانستیم بگوییم چون در جریان یکسان  $2A$  ولتاژ  $B$  دو برابر ولتاژ  $A$  شده است، بنابراین

$$\frac{R_B}{R_A} = 2$$



۱ ۱۳۷۹ B

**بازی با سؤال** سیم رسانایی به قطر مقطع ۲mm را به دور استوانه‌ای به شعاع ۱۰cm می‌پیچیم. تعداد دورهای سیم به دور استوانه چه تعداد باشد تا مقاومت سیم ۲Ω شود؟ (ρ=۲×۱۰<sup>-۷</sup>Ω.m)

- ۵۰ (۱) ۱۰۰ (۲) ۲۵۰ (۳) ۵۰۰ (۴)

**پاسخ** ابتدا سطح مقطع سیم را حساب می‌کنیم.

$$A = \pi r^2 \xrightarrow{r=10^{-2}m} A = \pi(10^{-2})^2 \Rightarrow A = \pi \times 10^{-6} m^2$$

طول سیم را به کمک رابطه ساختمانی مقاومت به دست می‌آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow 2 = 2 \times 10^{-7} \frac{L}{\pi \times 10^{-6}} \Rightarrow L = 10 \pi m$$

طول سیم برابر حاصل ضرب تعداد دورهای سیم در محیط یک حلقه است از

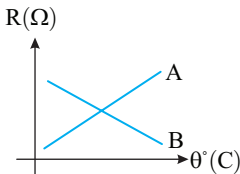
$$L = n(2\pi R) \xrightarrow{R=10m} 10\pi = n(2\pi \times 10) \Rightarrow n = 50$$

این‌رو:

۲ ۱۳۸۱ A

**بازی با سؤال** نمودار تغییر مقاومت دو سیم A و B بر حسب دما در

یک محدوده دمایی مطابق شکل زیر است. جنس A و B مطابق کدام گزینه زیر است؟



- (۱) نیم‌رسانا، نیم‌رسانا  
(۲) رسانا، نیم‌رسانا  
(۳) نیم‌رسانا، رسانا  
(۴) رسانا، رسانا

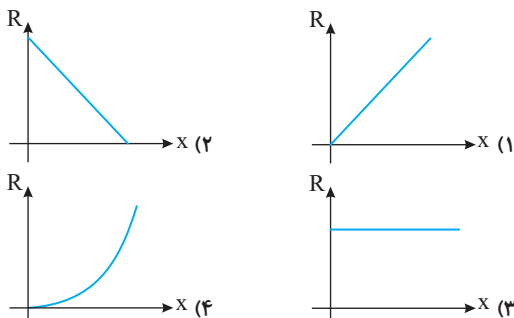
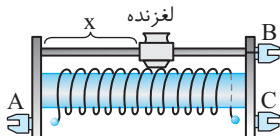
**پاسخ** در رساناها با افزایش دما مقاومت افزایش می‌یابد، بنابراین سیم

A، رسانا است. در نیم‌رساناها با افزایش دما، مقاومت کاهش می‌یابد بنابراین سیم B، نیم‌رسانا است.

۳ ۱۳۸۴ B

**بازی با سؤال** در رئوستای زیر، اگر ورودی سیم A و خروجی سیم C

باشد، کدام نمودار مقاومت بر حسب فاصله لغزنده از ورودی می‌باشد؟

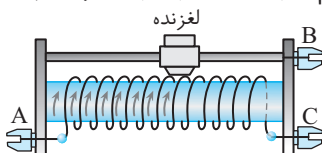


**پاسخ** اگر اتصال‌ها A و C باشند، لغزنده از مسیر خارج می‌شود و

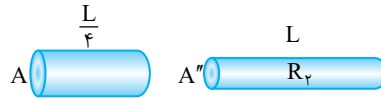
مقاومت رئوستا ثابت و بیشینه مقدار است.

چون جریان ورودی به رئوستا از C خارج می‌شود (نه از B) بنابراین مکان لغزنده

تأثیری در طول سیم مقاومت نداشته و مقاومت رئوستا ثابت می‌ماند.



$$A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \begin{cases} A \times \frac{3L}{4} = A' \times L \Rightarrow A' = \frac{3}{4} A \\ A \times \frac{L}{4} = A'' \times L \Rightarrow A'' = \frac{1}{4} A \end{cases}$$



$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \frac{L}{A'}}{\rho \frac{L}{A}} = \frac{\rho \frac{4L}{A}}{\rho \frac{L}{3A}} = 3$$

هر دو سیم هم‌جنس و هم‌طول‌اند، بنابراین:

۱ ۱۳۷۶ A

**بازی با سؤال** جرم دو سیم مسی A و B با هم برابر است ولی قطر مقطع

سیم A،  $\sqrt{2}$  برابر قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر ۱۰Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟

- ۲/۵ (۱) ۵ (۲) ۱۲/۵ (۳) ۲۰ (۴)

**پاسخ** جرم دو سیم برابر است و دو سیم هم‌جنس‌اند، بنابراین حجم آن‌ها

برابر است. با توجه به اینکه قطر A،  $\sqrt{2}$  برابر قطر B است نسبت سطح مقطع‌ها را حساب می‌کنیم.

$$D_A = \sqrt{2} D_B \xrightarrow{A = \pi \frac{D^2}{4}} A_A = 2 A_B$$

$$\xrightarrow{\frac{V = AL}{V_A = V_B}} A_A L_A = A_B L_B \Rightarrow L_A = \frac{1}{2} L_B$$

با توجه به رابطه ساختمانی مقاومت خواهیم داشت:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B \frac{L_B}{A_B}}{\rho_A \frac{L_A}{A_A}} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{10}{R_A} = 2 \times 2 \Rightarrow R_A = 2/5 \Omega$$

۱ ۱۳۷۷ B

**بازی با سؤال** دو سیم هم‌طول A و B در یک دمای معین دارای مقاومت

الکتریکی یکسانی هستند. اگر چگالی A و B به ترتیب ۱۸g/cm<sup>۳</sup> و

۵/۴g/cm<sup>۳</sup> و مقاومت ویژه A،  $\frac{1}{3}$  برابر مقاومت ویژه B باشد، جرم سیم A

چند برابر جرم سیم B است؟

- $\frac{1}{9}$  (۱)  $\frac{5}{9}$  (۲)  $\frac{9}{10}$  (۳)  $\frac{9}{5}$  (۴)

**پاسخ** با توجه به رابطه  $R = \rho \frac{L}{A}$  برای دو سیم A و B داریم:

$$\begin{cases} R_A = \rho_A \frac{L_A}{A_A} \\ R_B = \rho_B \frac{L_B}{A_B} \end{cases} \xrightarrow{\frac{L_A = L_B}{R_A = R_B}} \rho_A \frac{L_A}{A_A} = \rho_B \frac{L_B}{A_B} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A}$$

$$\xrightarrow{\frac{\rho_A = 3}{\rho_B}} \frac{A_A}{A_B} = \frac{1}{3} \Rightarrow A_B = 3 A_A$$

حال با توجه به رابطه چگالی  $\rho = \frac{m}{V}$  داریم:

$$\begin{cases} \rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow \rho_A = 18 \Rightarrow \frac{m_A}{V_A} = 18 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} = 18 \\ \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow \rho_B = 5/4 \Rightarrow \frac{m_B}{V_B} = 5/4 \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} \times \frac{V_A}{V_B} = 5/4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{m_A}{m_B} \times \frac{A_B L_B}{A_A L_A} = \frac{18}{5/4} \xrightarrow{\frac{A_B = 3 A_A}{L_A = L_B}} \frac{m_A}{m_B} \times 3 = \frac{18}{5/4} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{10}{9}$$

**پاسخ** در حالت اول مقاومت  $4\ \Omega$  در مدار قرار می‌گیرد و جریان مدار

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow I = \frac{3}{4+2} = 0.5A \quad \text{خواهد شد:}$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:  $V = \mathcal{E} - Ir \Rightarrow V = 3 - 0.5 \times 2 = 2.0V$ . بنابراین در حالت اول آمپرسنج  $0.5A$  و ولت‌سنج  $2.0V$  را نشان می‌دهد. در حالت دوم با وصل کلید به نقطه (۲) مقاومت خارجی مدار  $8\ \Omega$  می‌شود و

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{3}{8+2} = 0.3A \quad \text{جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد خواهد شد:}$$

ولتاژی که ولت‌سنج در این حالت نشان می‌دهد برابر است با:

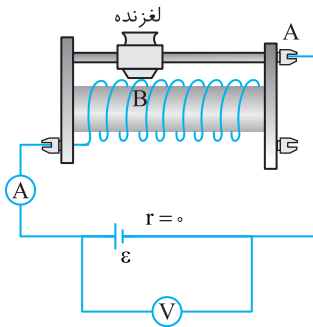
$$V' = \mathcal{E} - Ir \Rightarrow V = 3 - 0.3 \times 2 \Rightarrow V = 2.4V$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{0.3}{0.5} = 0.6 \quad \text{جریان مدار از } 0.5A \text{ به } 0.3A \text{ رسیده:}$$

$$\frac{V'}{V} = \frac{2.4}{2.0} = 1.2 \quad \text{اختلاف پتانسیل دو سر باتری از } 2.0V \text{ به } 2.4V \text{ رسیده:}$$

**۱۴۱۳**

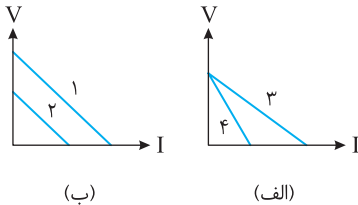
**پاسخ** در مدار شکل روبه‌رو اگر لغزنده رُوستا، به سمت راست حرکت کند، عددی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



**پاسخ** با حرکت لغزنده به راست، قسمت بیشتری از سیم رُوستا در مدار قرار می‌گیرد و مقاومت مدار افزایش می‌یابد و جریان مدار کاهش می‌یابد و آمپرسنج عدد کمتری را نمایش می‌دهد، اما باتری آرمانی است و مقاومت درونی ندارد بنابراین  $Ir=0$  است و در همه حالت‌ها ولت‌سنج، نیروی محرکه باتری  $\mathcal{E}$  را نشان می‌دهد و عدد ولت‌سنج تغییر نمی‌کند.

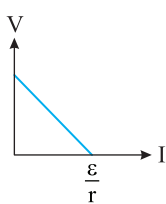
**۲ ۱۴۱۷**

**پاسخ** در نمودارهای زیر، اختلاف پتانسیل دو سر چهار مولد بر حسب جریان رسم شده است. کدام گزینه در رابطه با نمودارهای «الف» و «ب» صحیح است؟



- (۱)  $\mathcal{E}_3 > \mathcal{E}_4$  ,  $r_1 > r_2$
- (۲)  $\mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_4$  ,  $r_1 = r_2$
- (۳)  $\mathcal{E}_3 < \mathcal{E}_4$  ,  $r_1 < r_2$
- (۴)  $\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_2$  ,  $r_3 = r_4$

**پاسخ** نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب شدت جریان آن ( $V = \mathcal{E} - Ir$ ) یک خط راست مایل است که عرض از مبدأ آن نیروی محرکه



باتری و منفی شیب آن برابر مقاومت درونی باتری است. در شکل (الف) نیروی محرکه دو مولد (۳) و (۴) با هم برابر و مقاومت درونی مولد (۴) بیشتر است، بنابراین  $\mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_4$  و  $r_3 > r_4$ . در شکل (ب) نیروی محرکه مولد (۱) از نیروی محرکه مولد (۲) بیشتر است، اما مقاومت درونی آن‌ها یکسان است، زیرا شیب نمودار آن‌ها یکی است، بنابراین  $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$  و  $r_3 = r_4$ .

**۴ ۱۳۸۵**

**پاسخ** بار الکتریکی گذرنده از یک مدار بر حسب زمان در SI

به صورت  $q = 2t^2 + at + 4$  می‌باشد، اگر در بازه  $t = 2s$  تا  $t = 3s$  جریان متوسط صفر شود،  $a$  برابر کدام گزینه است؟

- (۱) ۵
- (۲) -۵
- (۳) ۱۰
- (۴) -۱۰

**پاسخ** بار گذرنده در لحظه‌های  $t_1 = 2s$  و  $t_2 = 3s$  را حساب می‌کنیم:

$$q = 2t^2 + at + 4 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 2s \Rightarrow q_1 = 8 + 2a + 4 \Rightarrow q_1 = 12 + 2a \\ t_2 = 3s \Rightarrow q_2 = 18 + 3a + 4 \Rightarrow q_2 = 22 + 3a \end{cases}$$

با توجه به تعریف جریان متوسط  $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$  و فرض مسئله  $\bar{I} = 0$  خواهیم داشت:

$$\bar{I} = 0 \Rightarrow \frac{\Delta q}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \Delta q = 0 \Rightarrow q_2 = q_1 \Rightarrow 12 + 2a = 22 + 3a \Rightarrow a = -10$$

**۱ ۱۳۹۸**

**پاسخ** دو قطب یک باتری به مقاومت درونی  $r$  را به دو سر سیمی

به مقاومت  $\frac{r}{2}$  می‌بندیم. اختلاف پتانسیل باتری در این حالت چند برابر نیروی

محرکه آن است؟

- (۱)  $\frac{1}{3}$
- (۲)  $\frac{1}{2}$
- (۳)  $\frac{2}{3}$
- (۴)  $\frac{3}{4}$

**پاسخ** در یک مدار ساده اختلاف پتانسیل

باتری و مقاومت با هم برابر است.

$$V_{\text{باتری}} = RI = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow V_{\text{باتری}} = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \times R$$

با توجه به رابطه فوق مسئله به راحتی قابل حل است:

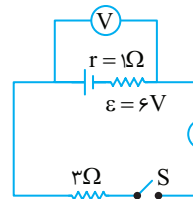
$$V = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \times R \Rightarrow \frac{V}{\mathcal{E}} = \frac{R}{R+r} = \frac{\frac{r}{2}}{\frac{r}{2} + \frac{r}{2}} = \frac{r}{r} = 1 \Rightarrow \frac{V}{\mathcal{E}} = \frac{1}{2}$$

**۳ ۱۴۰۵**

**پاسخ** در شکل روبه‌رو با بستن

کلید  $S$  عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چند ولت کاهش می‌یابد؟

- (۱)  $4/5$
- (۲)  $3$
- (۳)  $1/5$
- (۴)  $2$



**پاسخ** وقتی کلید باز است، ولت‌سنج نیروی محرکه باتری،  $\mathcal{E} = 6V$  را

نشان می‌دهد. با بستن کلید  $S$  برقراری جریان عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، به اندازه  $Ir$  کاهش می‌یابد. بنابراین ابتدا جریان مدار را به دست

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow I = \frac{6}{3+1} = 1.5A \quad \text{می‌آوریم.}$$

اکنون مقدار کاهش عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد یعنی افت پتانسیل خواهد شد:

$$Ir = 1.5 \times 1 = 1.5V$$

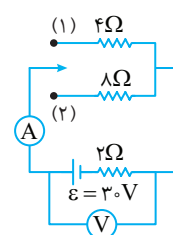
**۲ ۱۴۰۶**

**پاسخ** در شکل روبه‌رو اگر کلید را

از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، عددی که آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند

به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

- (۱)  $1/8$  ،  $0/3$
- (۲)  $1/2$  ،  $0/6$
- (۳)  $1/8$  ،  $0/6$
- (۴)  $1/2$  ،  $0/3$





**پاسخ** مسیر حل کردن دقیقاً شبیه مسئله قبلی است، تنها به جای بازده، درصد اتلاف انرژی (۲۰٪) بیان شده که یعنی بازده ۸۰٪ است.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 4 \times 4200 \times (100 - 20) \Rightarrow Q = 4 \times 4200 \times 80$$

$$Ra = \frac{Q}{U} \Rightarrow \frac{80}{100} = \frac{4 \times 4200 \times 80}{U} \Rightarrow U = 4 \times 4200 \times 10^4 \text{ J}$$

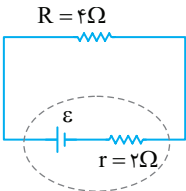
این بار از رابطه  $U = RI^2t$  استفاده می‌کنیم، زیرا جریان را در اختیار داریم.

$$U = RI^2t \Rightarrow 4 \times 4200 \times 10^4 = R \times (10)^2 \times 56 \times 60 \Rightarrow R = 5 \Omega$$

**۳ ۱۴۴۰ A**

**بازی با سؤال** در مدار شکل روبه‌رو، اگر

توان مصرفی در مقاومت R برابر با ۳۶W باشد، نیروی محرکه باتری و افت پتانسیل در باتری در SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ **قلم‌چی**



- ۱) ۱۲، ۲۴
- ۲) ۶، ۲۴
- ۳) ۶، ۱۸
- ۴) ۱۲، ۱۸

**پاسخ** به کمک توان مصرفی در مقاومت، جریان مدار را حساب می‌کنیم.

$$P = RI^2 \Rightarrow 36 = 4I^2 \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

نیروی محرکه باتری را به کمک جریان به دست می‌آوریم.

$$I = \frac{\epsilon}{R+r} \Rightarrow 3 = \frac{\epsilon}{4+2} \Rightarrow \epsilon = 18 \text{ V}$$

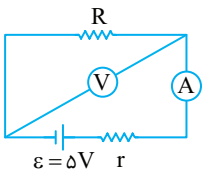
$$rI = 2 \times 3 = 6 \text{ V}$$

افت پتانسیل در باتری برابر خواهد شد با:

**۳ ۱۴۴۴ B**

**بازی با سؤال** در شکل زیر، آمپرسنج ۱A و ولت‌سنج ۴V را نشان

می‌دهد. اگر وسایل اندازه‌گیری آرمانی باشند، توان کل باتری چند وات از توان خروجی باتری بیشتر است؟



- ۱) ۴
- ۲) ۲
- ۳) ۱
- ۴) ۵

**پاسخ** از قیافه عجیب مدار نترسید، این مدار همان مدار شکل قبلی است که در آن آمپرسنج، جریان مدار و ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R و دو سر باتری را نشان می‌دهد. با داشتن جریان مدار و نیروی محرکه باتری، توان کل باتری  $\epsilon I$  و با داشتن ولتاژ دو سر مقاومت R و جریان مدار توان خروجی باتری  $P = VI$  به دست می‌آید.

$$P_{\text{کل}} = \epsilon I = 5 \times 1 = 5 \text{ W}$$

توان کل برابر است با:

$$P = VI = 4 \times 1 = 4 \text{ W}$$

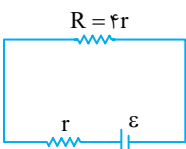
توان خروجی برابر است با:

بنابراین توان کل  $5 - 4 = 1 \text{ W}$  از توان خروجی بیشتر است. در واقع اختلاف توان کل و توان خروجی، اتلاف توان در مقاومت درونی باتری است. از این رو می‌توانستید افت پتانسیل در باتری  $\epsilon - V = 5 - 4 = 1 \text{ V}$  را به دست آورید و در جریان مدار (۱A) ضرب کنید تا اتلاف توان را حساب کنید ( $1 \times 1 = 1 \text{ W}$ )

**۲ ۱۴۴۵ B**

**بازی با سؤال** در مدار روبه‌رو توان

مصرفی در مقاومت خارجی چند برابر توان مصرفی در مقاومت داخلی است؟



- ۱) ۲
- ۲) ۴
- ۳) ۸
- ۴) ۱۶

**پاسخ** جریان مدار را I در نظر می‌گیریم. توان مصرفی در مقاومت خارجی

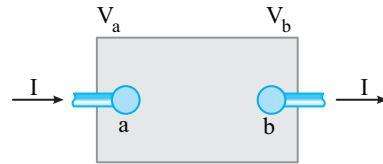
برابر  $P = RI^2$  و در مقاومت داخلی برابر  $P' = rI^2$  است:

$$\frac{P}{P'} = \frac{RI^2}{rI^2} = \frac{R}{r} = \frac{4r}{r} = 4$$

**۱۴۲۰ A**

**بازی با سؤال** در شکل داده شده انرژی مصرفی جعبه رسم شده که

بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، در هر دقیقه برابر  $4/8 \text{ kJ}$  است و در این مدت ۲۴۰ کولن بار از این بخش مدار شارژ شده است. اگر پتانسیل نقطه a برابر ۱۰V باشد، پتانسیل نقطه b چند ولت است؟



**پاسخ** انرژی مصرفی ۴/۸kJ مصرف شده است، بنابراین:

$$\Delta U = 4/8 \times 10^3 \text{ J} \xrightarrow{\Delta U = q\Delta V} 240 \times \Delta V = 4/8 \times 10^3 \Rightarrow \Delta V = 20 \text{ V}$$

در مقاومت انرژی مصرف می‌شود، بنابراین جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است، پس:  $V_a - V_b = 20 \Rightarrow 10 - V_b = 20 \Rightarrow V_b = -10 \text{ V}$

**۲ ۱۴۲۵ B**

**بازی با سؤال** وقتی یک بخاری برقی را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰V وصل

کنیم، از آن جریان ۱۰A می‌گذرد. اگر این بخاری به مدت ۳h در روز کار کند و قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات ساعت ۵۰ تومان باشد، از ابتدا تا انتهای فصل پاییز هزینه مصرف این بخاری چند تومان می‌شود؟ **از کتاب درسی**

- ۱) ۲۹۵۲۰
- ۲) ۲۹۷۰۰
- ۳) ۳۹۵۲۰
- ۴) ۳۹۷۲۰

**پاسخ** ۱) توان مصرفی لامپ را حساب می‌کنیم:

$$P = VI \xrightarrow{V=220 \text{ V}, I=10 \text{ A}} P = 220 \times 10 = 2200 \text{ W}$$

۲) انرژی مصرفی در مدت ۳h در هر روز خواهد شد.

$$U = Pt \Rightarrow U = \frac{2200}{1000} \text{ kW} \times 3 \Rightarrow U = 6.6 \text{ kWh}$$

۳) انرژی مصرفی از ابتدا تا انتهای فصل پاییز یعنی به مدت ۹۰ روز برابر است

$$U_t = 6.6 \times 90 = 594 \text{ kWh}$$

با:

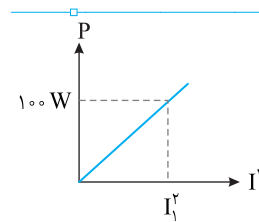
۴) بهای برق مصرفی خواهد شد:

۱kWh	تومان ۵۰
۵۹۴kWh	? = ۲۹۷۰۰ تومان

**۲ ۱۴۳۴ B**

**بازی با سؤال** نمودار توان

مصرفی یک مقاومت  $25 \Omega$  بر حسب مربع جریان به صورت مقابل است. جریان  $I_1$  چند آمپر است؟



- ۱) ۱
- ۲) ۲
- ۳) ۳
- ۴) ۴

**پاسخ** خط‌گیری با تغییر جریان مقدار مقاومت ثابت و برابر  $25 \Omega$  باقی می‌ماند. مسأله جریان  $I_1$  را خواسته است. با توجه به نمودار در جریان

عبوری  $I_1$  از مقاومت، توان مصرفی  $100 \text{ W}$  است، پس از رابطه  $P = RI^2$  می‌توانیم  $I_1$  را به دست آوریم.  $P = RI^2 \Rightarrow 100 = 25I_1^2 \Rightarrow I_1^2 = 4 \Rightarrow I_1 = 2 \text{ A}$

**۳ ۱۴۳۸ B**

**بازی با سؤال** از یک گرمکن الکتریکی جریان ۱۰A می‌گذرد. اگر این

گرمکن را درون ۴kg آب  $20^\circ \text{C}$  قرار دهیم، پس از ۵۶ دقیقه آب را به نقطه جوش می‌رساند. اگر فرض کنیم ۲۰ درصد انرژی گرمکن تلف می‌شود، مقاومت الکتریکی گرمکن چند اهم است؟ ( $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ )

- ۱) ۱۰
- ۲) ۱۵
- ۳) ۵
- ۴) ۲۵

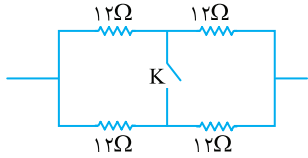
اکنون این دو مقاومت  $R_{1345}$  و  $R_Y$  موازی هستند.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1+2}{12} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

۴ ۱۴۷۰ A

بازی با سؤال در مدار شکل زیر اگر کلید K بسته شود، مقاومت مدار

چند برابر می شود؟

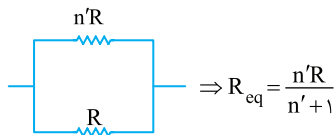


بسیج دقت کنید وقتی کلید باز است مدار شبیه شکل (الف) است و وقتی

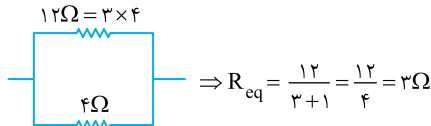
کلید بسته است مدار شبیه شکل (ب) است و حل آن با آنچه انجام شد فرقی نمی کند.

میانبر اگر دو مقاومت موازی داشتیم که نسبت مقدار مقاومت های آن ها برابر

$n'$  باشد، مقاومت معادل برابر است با:



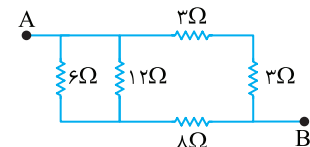
به طور مثال:



۲ ۱۴۷۱ B

بازی با سؤال در شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند

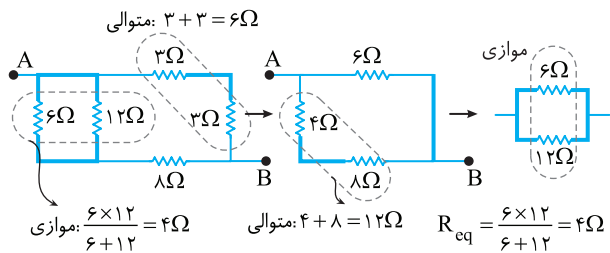
ریاضی - ۸۷



اهم است؟

- ۳ (۱)
- ۴ (۲)
- ۶ (۳)
- ۸ (۴)

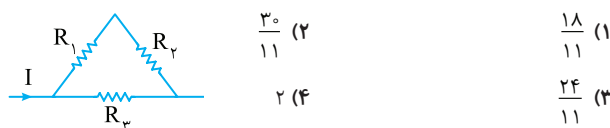
بسیج این بار روی خود مدار مسئله را حل می کنیم.



۱ ۱۴۷۵ B

بازی با سؤال در مدار زیر مطابق شکل می توان سه مقاومت  $2\Omega$ ،

$3\Omega$ ،  $6\Omega$  قرار داد. کمترین مقاومت معادل مدار چند اهم می تواند باشد؟



بسیج مقاومت معادل این سه مقاومت از  $R_3$  کوچک تر است زیرا  $R_3$

با دو مقاومت دیگر موازی است، می خواهیم مقاومت کل کمینه باشد بنابراین

کافی است مقاومت  $R_3$  را مقاومت  $2\Omega$  قرار دهیم:

۳ ۱۴۵۰ B

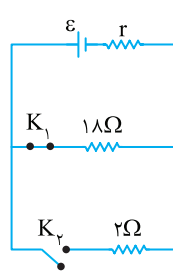
بازی با سؤال در شکل زیر اگر کلید  $K_1$

را باز و کلید  $K_2$  را ببندیم، توان خروجی باتری

تغییر نمی کند. مقاومت درونی باتری چند اهم

است؟

- ۲ (۱)
- ۵ (۲)
- ۸ (۳)
- ۲ (۴)



بسیج در حالت اول مقاومت  $R_1 = 18\Omega$  در مدار است و در حالت دوم

مقاومت  $R_2 = 2\Omega$  در مدار قرار دارد و در دو حالت توان خروجی باتری برابر

است. از این رو:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow r = \sqrt{18 \times 2} \Rightarrow r = 6\Omega$$

۱۴۵۸ B

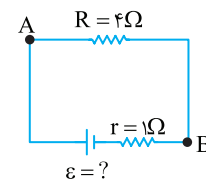
بازی با سؤال خازنی به ظرفیت

$5\mu F$  را به ولتاژی برابر اختلاف پتانسیل بین

A و B متصل می کنیم، انرژی ذخیره شده در

خازن برابر  $250\mu J$  می شود، نیروی محرکه

باتری چند ولت است؟



بسیج به کمک انرژی خازن، ولتاژ دو سر خازن را به دست

می آوریم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 250 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times V^2 \Rightarrow V^2 = 10000 \Rightarrow V = 100V$$

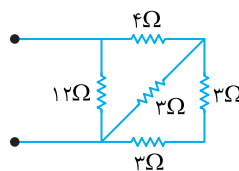
۲ ولتاژ دو سر خازن با اختلاف پتانسیل بین A و B برابر است، بنابراین

جریان مدار خواهد شد:

$$I = \frac{\epsilon}{R+r} \Rightarrow 2/5 = \frac{\epsilon}{4+1} \Rightarrow \epsilon = 12/5 V$$

۲ ۱۴۶۸ A

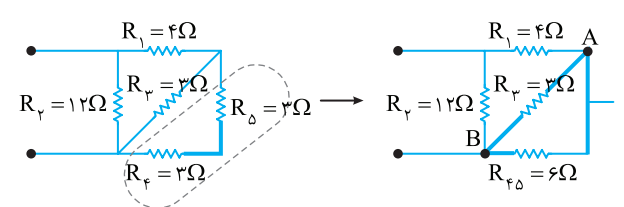
بازی با سؤال مقاومت معادل مدار زیر چند اهم است؟



- ۲ (۱)
- ۴ (۲)
- ۶ (۳)
- ۸ (۴)

بسیج دوباره از جایی شروع می کنیم که قابل تشخیص است. مقاومت های

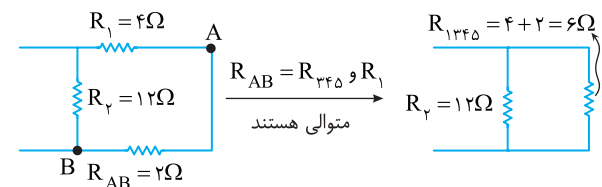
$R_F$  و  $R_D$  پشت سرهم هستند، بنابراین:



مقاومت  $R_Y$  و  $R_{F5}$  از نقاط A و B دست شان در دست هم است و موازی اند.

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_{AB} = 2\Omega$$

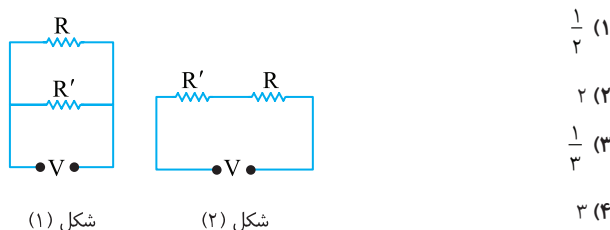
پس مدار به صورت شکل زیر است:



۱ ۱۴۸۷ B

**بازی با سؤال:** در شکل زیر دو مقاومت را به دو صورت به اختلاف پتانسیل  $V$  وصل می‌کنیم. اگر جریان عبوری از مقاومت  $R'$  در شکل (۱)،  $1/5$  برابر جریان عبوری از مقاومت  $R'$  در شکل (۲) باشد، کدام است؟  $\frac{R}{R'}$  کدام است؟

مشابه سراسری ۸۸



شکل (۱) شکل (۲)

**پاسخ:** در شکل (۱) دو مقاومت موازی هستند و اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌ها برابر اختلاف پتانسیل کل مدار ( $V$ ) و جریان مقاومت  $R'$  خواهد شد:

$$I = \frac{V}{R'}$$

در شکل (۲) دو مقاومت متوالی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها برابر  $R'_{eq} = R + R'$  است. جریان عبوری از دو مقاومت  $R$  و  $R'$  یکسان و برابر است با:

$$I' = \frac{V}{R + R'}$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$I = 1/5 I' \Rightarrow \frac{V}{R'} = 1/5 \frac{V}{R + R'} \Rightarrow 1/5 R' = R + R' \Rightarrow 4/5 R' = R \Rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{4}{5}$$

۱ ۱۴۸۸ B

**بازی با سؤال:** قطر مقطع دو سیم مسی  $A$  و  $B$  به ترتیب  $2/3$  و  $3/4$  mm و طول این دو سیم باهم برابر است. این دو سیم به‌طور موازی به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شده‌اند و از مجموعه جریان  $2/6$  آمپر می‌گذرد. جریان عبوری از سیم  $A$  چند آمپر است؟

خارج تجربی - ۸۸

۱/۸ (۴)      ۱/۵۶ (۳)      ۱/۱۴ (۲)      ۰/۸ (۱)

**پاسخ:** دو سیم مسی بوده و مقاومت ویژه آن‌ها یکسان است و طول دو سیم برابر بوده و قطر سیم  $B$ ، برابر قطر سیم  $A$  است. در شاخه‌هایی که مقاومت‌ها موازی‌اند، ولتاژ دو سر آن‌ها باهم برابر است از این‌رو:

$$V_A = V_B \Rightarrow I_A R_A = I_B R_B \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{R_A}{R_B} \quad (1)$$

با توجه به رابطه ساختمانی مقاومت چون دو سیم مسی بوده، مقاومت ویژه آن‌ها برابر است از طرفی طول دو سیم یکسان است بنابراین:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_B}{A_A}$$

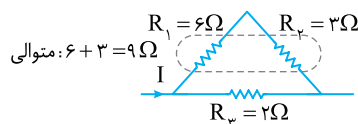
$$\frac{A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{9}{16} \quad (2)$$

از رابطه‌های (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{9}{16} \Rightarrow I_B = \frac{9}{16} I_A$$

جریان کل مدار یعنی مجموع جریان‌های  $I_A$  و  $I_B$  برابر  $2/6$  است در نتیجه:

$$I_A + \frac{9}{16} I_A = 2/6 \Rightarrow \frac{25}{16} I_A = 2/6 \Rightarrow I_A = 0/8 \text{ A}$$

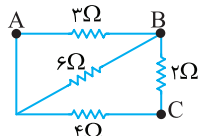


در این صورت مقاومت معادل خواهد شد:

$$R_{eq} = \frac{R_{12} \times R_p}{R_{12} + R_p} = \frac{9 \times 2}{9 + 2} = \frac{18}{11} \Omega$$

۲ ۱۴۷۹ B

**بازی با سؤال:** در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه  $A$  و  $B$  چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطه  $A$  و  $C$  است؟

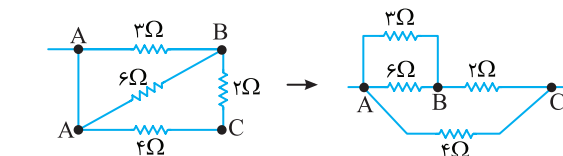


- (۱) ۱  
(۲) ۳/۴  
(۳) ۴/۳  
(۴) ۵/۶

**پاسخ:** در حالت اول مقاومت‌های  $2 \Omega$  و  $4 \Omega$  متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت‌های  $3 \Omega$  و  $6 \Omega$  موازی است از این‌رو:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{4+2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_{AB} = 1/5 \Omega$$

در حالی که مقاومت بین  $A$  و  $C$  را می‌خواهیم، ابتدا مدار را ساده می‌کنیم.



مقاومت‌های  $3 \Omega$  و  $6 \Omega$  موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها با  $2 \Omega$  متوالی است و مقاومت معادل کل آن‌ها موازی  $4 \Omega$  است.

$$R_{AB} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \Omega \Rightarrow R' = 2 + 2 = 4 \Omega, R_{AC} = \frac{4}{2} = 2 \Omega$$

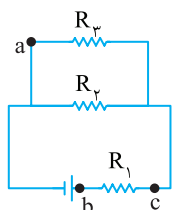
$$\frac{R_{AB}}{R_{AC}} = \frac{1/5}{2} = \frac{3}{4}$$

بنابراین:

۱ ۱۴۸۰ B

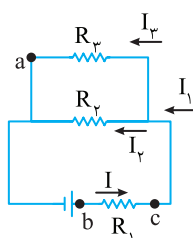
**بازی با سؤال:** در شکل مقابل اگر بار شارش شده در بازه‌های زمانی یکسان از مقاطع  $a, b$  و  $c$  به ترتیب  $q_a, q_b$  و  $q_c$  باشد. کدام گزینه درست است؟

آزمون مدارس برتر



- (۱)  $q_b = q_c > q_a$   
(۲)  $q_a = q_b = q_c$   
(۳)  $q_b = q_c < q_a$   
(۴)  $q_b > q_a > q_c$

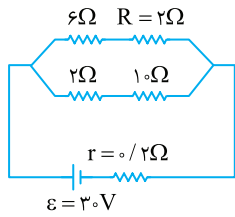
**پاسخ:** با توجه به شکل جریان عبوری از نقطه  $b$  و  $c$  برابر بوده از این‌رو بار گذرنده از نقطه  $a$  ( $q = It$ ) از نقطه  $b$  و  $c$  یکسان است ( $q_b = q_c$ ) اما جریان مدار بین دو مقاومت  $R_2$  و  $R_1$  تقسیم می‌شود، بنابراین بار گذرنده از نقطه  $a$  از بار گذرنده از  $b$  و  $c$  کمتر است.



$$q_b = q_c > q_a$$

۲ ۱۴۹۶ B

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر افت پتانسیل دو مقاومت R چند ولت



- است؟  
 ۴/۸ (۱)  
 ۷/۲ (۲)  
 ۲/۴ (۳)  
 ۳/۶ (۴)

**پایسج** مقاومت ۲Ω و ۶Ω در شاخه بالایی متوالی بوده و مقاومت معادل آن خواهد شد:

$$R_{\text{بالایی}} = 6 + 2 = 8\Omega$$

همچنین در شاخه پایینی، مقاومت‌های ۲Ω و ۱.۰Ω متوالی هستند، بنابراین:

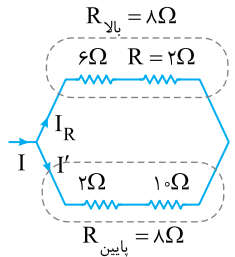
$$R_{\text{پایینی}} = 2 + 1.0 = 3\Omega$$

شاخه بالایی و پایینی موازی هستند و مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{3} = \frac{3+8}{24} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 2.4\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}} + r} = \frac{3.0}{2.4 + 0.2} = 1.0\text{A}$$

جریان مدار را حساب می‌کنیم:



جریان کل مدار را در مقاومت کل مدار ضرب می‌کنیم تا ولتاژ دو سر مدار به دست آید:

$$V = IR = 1.0 \times 2.4 = 2.4\text{V}$$

با تقسیم ولتاژ به مقاومت شاخه بالایی، جریان مقاومت ۲Ω به دست می‌آید.

$$I_R = \frac{V}{R_{\text{بالایی}}} = \frac{2.4}{8} = 0.3\text{A}$$

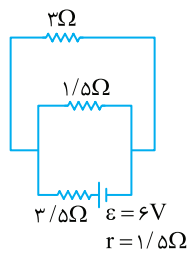
افت پتانسیل از رابطه  $V = RI$  به دست می‌آید.

$$V_R = RI_R \Rightarrow V_R = 0.3 \times 2 = 0.6\text{V}$$

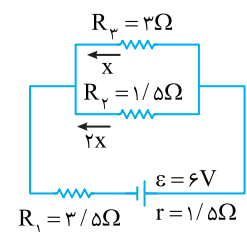
۲ ۱۴۹۷ B

**بازی با سؤال** در مدار زیر جریانی که از مقاومت  $1/5\Omega$  می‌گذرد،

سراسری ۸۷



- چند آمپر است؟  
 ۱/۳ (۱)  
 ۲/۳ (۲)  
 ۲/۵ (۳)  
 ۲/۵ (۴)



**پایسج** ابتدا مدار را ساده‌تر رسم می‌کنیم:

$$R_{\text{مقاومت‌های}} R_p \text{ و } R_p \text{ موازی هستند:}$$

$$R_{p3} = \frac{R_p \times R_p}{R_p + R_p} = \frac{1/5 \times 3}{1/5 + 3} = 1\Omega$$

مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{\text{eq}} = R_{p3} + R_1 = 1 + 3/5 = 4/5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{eq}} + r} = \frac{6}{4/5 + 1/5} = 1\text{A}$$

جریان مدار خواهد شد:

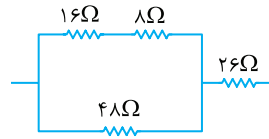
اگر جریان مقاومت  $3\Omega$ ،  $x$  باشد، جریان مقاومت  $1/5\Omega$  موازی با آن  $2x$

$$x + 2x = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{3}\text{A}, 2x = 2 \times \frac{1}{3} \Rightarrow I_p = \frac{2}{3}\text{A}$$

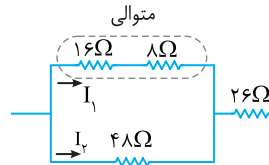
است، از این‌رو:

۱ ۱۴۹۰ B

**بازی با سؤال** در شکل زیر که بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، جریان عبوری از مقاومت  $8\Omega$  چند برابر جریان عبوری از مقاومت  $48\Omega$  است؟



- (۱) ۲  
 (۲) ۱/۲  
 (۳) ۶  
 (۴) ۱/۶



**پایسج** مسئله ساده‌ای است،

کافی است مقاومت شاخه بالایی که در آن دو مقاومت  $8\Omega$  و  $16\Omega$  وجود دارد را حساب کنیم.

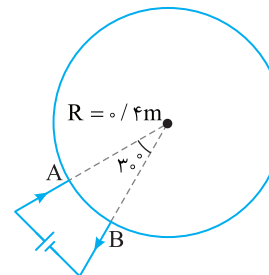
$$R_{\text{بالایی}} = 16 + 8 = 24\Omega$$

دو مقاومت  $8\Omega$  و  $16\Omega$  با هم متوالی بوده و جریان آن‌ها یکسان و برابر  $I_1$  است. مقاومت  $24\Omega$  با مقاومت  $48\Omega$  موازی است و در مقاومت‌های موازی جریان‌ها با مقاومت نسبت وارون دارند، بنابراین:

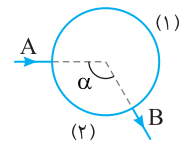
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_{\text{پایینی}}}{R_{\text{بالایی}}} = \frac{48}{24} = 2$$

۱ ۱۴۹۴ B

**بازی با سؤال** مقاومت هر متر از طول یک سیم رسانا  $50\Omega$  است. آن را مطابق شکل به صورت یک حلقه درمی‌آوریم و در مدار قرار می‌دهیم، مقاومت معادل مدار چند اهم می‌شود؟ ( $\pi = 3$ )



- (۱) 55/6  
 (۲) 25/6  
 (۳) 25/6  
 (۴) 15/6



**پایسج** خط‌نکته اگر سیمی را به شکل دایره درآوریم مقاومت هر قسمت برابر می‌شود با:

$$R_{AB,1} = \frac{360 - \alpha}{360} R_{\text{کل}}$$

$$R_{AB,2} = \frac{\alpha}{360} R_{\text{کل}}$$

ابتدا محیط دایره را به دست می‌آوریم:

$$l = 2\pi r \Rightarrow l = 2 \times 3 \times 0.4 = 2.4\text{m}$$

مقاومت هر متر سیم  $50\Omega$  است، بنابراین مقاومت کل این حلقه  $2/4 \times 50 = 120\Omega$  است. حلقه به گونه‌ای در مدار است که به دو مقاومت موازی  $R_1$  و  $R_2$  تبدیل شده است.

مقاومت  $R_1$ ،  $\frac{30}{360} = \frac{1}{12}$  مقاومت کل حلقه است بنابراین:

$$R_1 = \frac{1}{12} \times 120 \Rightarrow R_1 = 10\Omega, R_2 = \frac{11}{12} \times 120 \Rightarrow R_2 = 110\Omega$$

$$R_{\text{eq}} = \frac{10 \times 110}{120} = \frac{55}{6}\Omega$$



جریان کل مدار برابر مجموع جریان  $I_3$  و  $I_4$  است از این رو:

$$I_1 = I_3 + I_4 \Rightarrow I_1 = 1 + 3 \Rightarrow I_1 = 4A$$

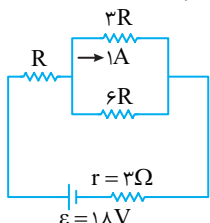
اختلاف پتانسیل دو سر  $R_3$  برابر است با:

$$V_3 = I_3 R_3 = 4 \times 3 = 12V$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری را می‌نویسیم:  $V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 12 = \varepsilon - 4 \times 1 \Rightarrow \varepsilon = 16V$

**۲ ۱۵۲۵ B**

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو R چند اهم است؟



- ۲ (۱)
- ۳ (۲)
- ۴ (۳)
- ۶ (۴)

۱. **پاسخ** مقاومت‌های  $3R$  و  $6R$  موازی هستند و در مقاومت‌های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد، یعنی وقتی از مقاومت  $3R$  جریان  $1A$  می‌گذرد از مقاومت  $6R$  جریان  $\frac{1}{2}A$  می‌گذرد. در این صورت جریان کل

$$I = 1 + \frac{1}{2} = 1.5A$$

مدار خواهد شد:

۲. **پاسخ** مقاومت معادل  $3R$  و  $6R$  که با هم موازی هستند خواهد شد:

$$\frac{3R \times 6R}{3R + 6R} = 2R$$

مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq} = R + 2R = 3R$$

۳. **پاسخ** اکنون به کمک رابطه جریان مسئله قابل حل است.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 1.5 = \frac{18}{3R + 3} \Rightarrow 4.5R + 4.5 = 18$$

$$\Rightarrow 4.5R = 13.5 \Rightarrow R = 3\Omega$$

**۲ ۱۵۲۶ B**

بازی با سؤال شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد.

آمپرسنج‌های ایده‌آل  $A_1$ ،  $A_2$  و  $A_3$  به ترتیب ۳، ۵ و  $\frac{2}{5}$  آمپر را نشان می‌دهند. اگر  $R_1 = 3\Omega$  باشد، مقاومت‌های  $R_2$  و  $R_3$  به ترتیب از راست به

چپ چند اهم هستند؟

- ۶ و ۲ (۱)
- ۳ و ۲ (۲)
- ۲/۴ و ۱۲ (۳)
- ۳ و ۶ (۴)

۱. **پاسخ** خط فکری در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است، بنابراین می‌توان اختلاف پتانسیل دو سر  $R_1$  را حساب کرد و به کمک آن مقاومت شاخه‌های موازی دیگر را به دست آورد.

$$V_1 = R_1 I_1 = 3 \times 2 = 6V$$

بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت  $R_2$  و  $R_3$  هر کدام  $6V$  می‌شود. از این رو:

$$V_2 = I_2 R_2 \Rightarrow 6 = 0.5 R_2 \Rightarrow R_2 = 12\Omega$$

$$V_3 = I_3 R_3 \Rightarrow 6 = \frac{2}{5} R_3 \Rightarrow R_3 = 15\Omega$$

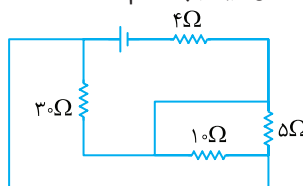
تقسیم جریان‌ها را بررسی می‌کنیم. آمپرسنج  $A_1$  جریان کل مدار یعنی  $5A$ ،

آمپرسنج  $A_2$  جریان  $3A$  را نشان می‌دهد بنابراین جریان مقاومت  $R_1$  برابر

$5 - 3 = 2A$  می‌شود. جریان  $3A$  بین مقاومت‌های  $R_2$  و  $R_3$  تقسیم می‌شود،

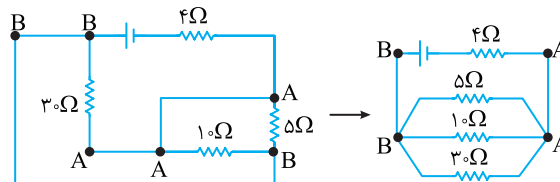
**۳ ۱۵۰۷ A**

بازی با سؤال مقاومت معادل در شکل روبه‌رو چند اهم است؟



- ۴ (۱)
- صفر (۲)
- ۷ (۳)
- ۱۲ (۴)

۱. **پاسخ** مدار را نام‌گذاری کرده و مجدداً آن را رسم می‌کنیم.



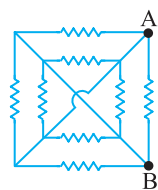
مشاهده می‌شود که هر سه مقاومت  $5\Omega$ ،  $10\Omega$  و  $3\Omega$  بین دو نقطه A و B بسته شده است و با هم موازی هستند:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{3+6+10}{30} \Rightarrow R_{AB} = 3\Omega, R_{eq} = 4+3=7\Omega$$

**۲ ۱۵۰۹ B**

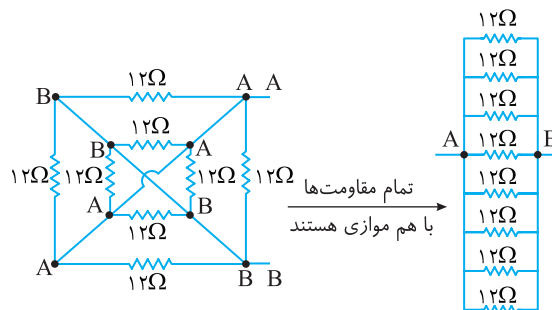
بازی با سؤال در مدار روبه‌رو مقاومت معادل

بین A و B چند اهم است؟



- ۲ (۱)
- ۱/۵ (۲)
- ۴ (۳)
- ۶ (۴)

۱. **پاسخ** حال شکل دیگری از مقاومت را رسم می‌کنیم:



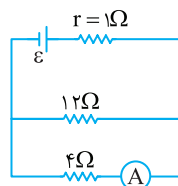
$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{12}{12} = 1\Omega$$

**۲ ۱۵۲۲ B**

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو، آمپرسنج

$3A$  را نشان می‌دهد. در این صورت نیروی محرکه مولد ( $\varepsilon$ ) چند ولت است؟

کنکور دهه‌های گذشته



- ۱۲ (۱)
- ۱۶ (۲)
- ۲۴ (۳)
- ۲۰ (۴)

۱. **پاسخ** اختلاف پتانسیل دو سر

مقاومت  $R_2$  و مقاومت  $R_3$  و اختلاف

پتانسیل دو سر باتری ( $V$ ) با هم برابر

است، زیرا هر سه بین دو نقطه A و B

بسته شده و با هم موازی هستند، بنابراین:

$$V_{AB} = V_2 = V_3 \Rightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3$$

$$\Rightarrow 12 I_2 = 3 \times 4 \Rightarrow I_2 = 1A$$

**پاسخ** وقتی کلید باز است جریان مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{10}{4+1} = 2A$$

وقتی کلید بسته می‌شود، جریانی از مقاومت  $4\Omega$  نمی‌گذرد و تمام جریان از

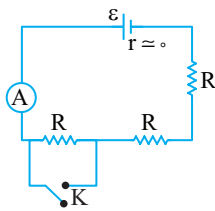
$$I' = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow I' = \frac{10}{1} = 10A$$

$$\text{بنابراین } \frac{I'}{I} = \frac{10}{2} = 5$$

**۱ ۱۵۴۵ B**

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر با بستن کلید K جریان عبوری از

مشابه کنکور دهه‌های گذشته



- آمپرسنج چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟
- (۱) ۵۰٪ افزایش
  - (۲) ۱۰۰٪ افزایش
  - (۳) ۵۰٪ کاهش
  - (۴) ۲۵٪ کاهش

**پاسخ** ابتدا دقت کنید که در هر حالت آمپرسنج جریان کل مدار که از

باتری می‌گذرد را نشان می‌دهد.

**۱** کلید باز: سه مقاومت R در مدار حضور دارند و با هم متوالی هستند بنابراین مقاومت معادل آن برابر  $R_{eq} = R + R + R = 3R$  است و جریان مدار

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{3R}$$

**۲** کلید بسته: مقاومتی که دو سر آن کلید است. اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود و در مدار دو مقاومت R متوالی باقی می‌ماند و مقاومت معادل

$$I' = \frac{\varepsilon}{2R} \quad R'_{eq} = 2R \text{ می‌شود و جریان مدار خواهد شد:}$$

$$\frac{I'}{I} = \frac{2R}{3R} = \frac{2}{3} = 1/5 \Rightarrow I' = 1/5 I$$

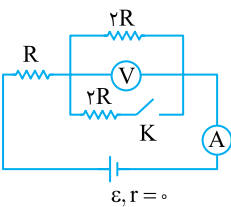
**۳** نسبت I' به I خواهد شد:

$$\frac{\Delta I}{I} \times 100 = \frac{1/5 I - I}{I} \times 100 = -80\% = 80\% \text{ افزایش}$$

**۴ ۱۵۴۷ B**

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر در ابتدا کلید K باز است. اگر کلید

را ببندیم، اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟



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

**پاسخ** حالت اول زمانی که کلید باز

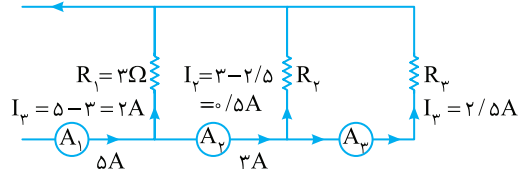
است، مقاومت‌های متوالی R و 2R در مدار قرار دارند و مقاومت معادل مدار برابر  $R + 2R = 3R$  می‌شود و جریان مدار

$$I = \frac{\varepsilon}{3R} \text{ (عدد آمپرسنج) است. ولت‌سنج}$$

ولتاژ دو سر مقاومت 2R را نشان می‌دهد،

$$\text{پس ولت‌سنج عدد } V = I(2R) = \frac{2\varepsilon}{3} \text{ را نمایش می‌دهد.}$$

آمپرسنج  $A_3$ ، جریان عبوری از  $R_3$  را نشان می‌دهد پس جریان مقاومت  $R_3$ ، برابر  $2/5A$  است و سهم  $R_2$  از جریان  $I_2 = 3 - 2/5 = 13/5A$  است.

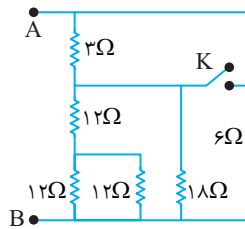


**۱ ۱۵۴۰ B**

**بازی با سؤال** در مدار زیر ابتدا کلید باز است. اگر کلید بسته شود،

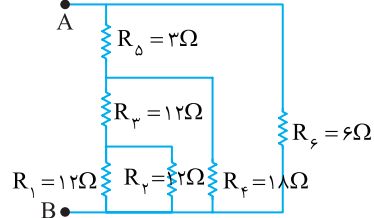
خارج ریاضی - ۹۲

مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟



- (۱) ۰/۴
- (۲) ۲
- (۳) ۲/۶
- (۴) ۴

**پاسخ** وقتی کلید K باز است. مدار مطابق شکل زیر است:



مقاومت  $R_1$  و  $R_γ$  موازی‌اند:

$$R_{1\gamma} = \frac{12 \times 12}{12 + 12} = 6\Omega$$

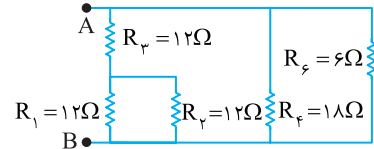
$$R_{1\gamma\epsilon} = 12 + 6 = 18\Omega$$

$$R_{1\gamma\epsilon\zeta} = \frac{18 \times 6}{18 + 6} = 4\Omega$$

$$R_{1\gamma\epsilon\zeta\delta} = 3 + 4 = 7\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{12 \times 7}{12 + 7} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

وقتی کلید K بسته است، مدار به شکل زیر است:



$R_δ = 3\Omega$  اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت معادل  $R_1$ ،  $R_γ$  و

$R_ε$  مانند قبل بوده و برابر  $18\Omega$  است و مقاومت‌های  $R_γ$  و  $R_ε$  با  $R_{1\gamma\epsilon}$  هم موازی‌اند:

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{18} + \frac{1}{18} + \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1+1+3}{18} \Rightarrow R'_{eq} = 3/6\Omega$$

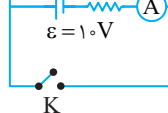
تغییر مقاومت برابر خواهد شد با:

$$R_{eq} - R'_{eq} = 4 - 3/6 = 11/6\Omega$$

**۳ ۱۵۴۲ B**

**بازی با سؤال** در مدار شکل روبه‌رو با بسته

شدن کلید جریان عبوری از آمپرسنج چند برابر می‌شود؟ (فرض این است که آمپرسنج آرمانی است و آسیب نمی‌بیند.)

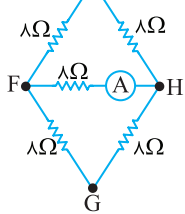


- (۱) ۱۰
- (۲) ۲
- (۳) ۵/۲
- (۴) ۵

۴ ۱۵۵۷ C

**بازی با سؤال** در شکل زیر هنگامی که نقاط F و H به یک باتری آرمانی وصل باشند، آمپرسنج عدد  $A_1$  را نشان می‌دهد و هنگامی که نقاط G و F را به

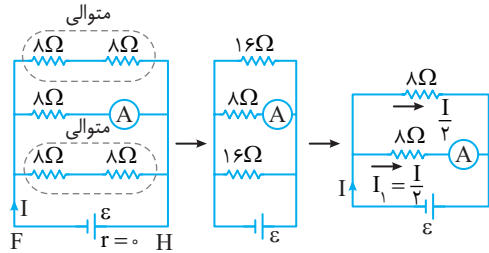
همان باتری وصل کنیم، آمپرسنج عدد  $A_2$  را نشان می‌دهد.  $A_1$  برابر کدام



گزینه است؟

- ۱ (۱)
- ۱/۵ (۲)
- ۲ (۳)
- ۲/۵ (۴)

**پاسخ** هنگامی که مدار، در نقاط F و H به باتری آرمانی وصل شود، داریم:

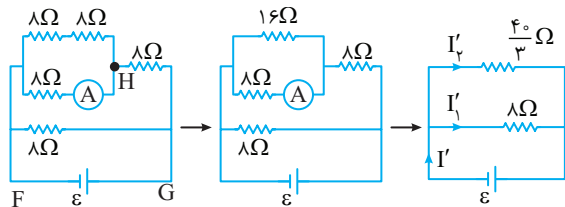


اگر جریان مدار I باشد، این جریان با توجه به شکل به دو جریان یکسان  $\frac{I}{2}$  تقسیم

می‌شود. اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌های  $8\Omega$  که جریان  $\frac{I}{2}$  از آن

می‌گذرد با نیروی محرکه باتری آرمانی برابر است از این‌رو:

زمانی که مدار در نقاط F و G به پتانسیل وصل شود، شکل مدار به صورت زیر است:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3}{40} + \frac{1}{8} = \frac{\lambda}{40} = \frac{1}{\delta} \Rightarrow R_{eq} = \delta \Omega \Rightarrow I' = \frac{\epsilon}{\delta} \quad (1)$$

مقاومت‌های  $8\Omega$  و  $\frac{40}{3}\Omega$  با هم موازی‌اند و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر

است از این‌رو:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \lambda I'_1 = \frac{40}{3} I'_2 \Rightarrow I'_1 = \frac{40}{3} I'_2$$

حالت مقاومت‌های  $8\Omega$  و  $16\Omega$  با هم موازی‌اند و جریان  $I'_2$  بین آن‌ها تقسیم می‌شود.

جریان  $I'_2$  برابر مجموع جریان  $I'$  و  $I''$  است از این‌رو:

$$I'' + I''' = I'_2 \Rightarrow \frac{3}{2} I''' = \frac{3}{\lambda} I' \Rightarrow I''' = \frac{1}{\lambda} I' \quad (2)$$

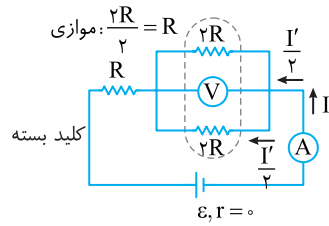
آمپرسنج جریان  $I''$  را نشان می‌دهد که با توجه به رابطه (۱) و (۲)، جریان  $I''$

خواهد شد:

$$A_1 = I'' = \frac{\epsilon}{20}$$

در این صورت نسبت  $\frac{A_1}{A_2}$  خواهد شد:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{I''}{I'''} = \frac{\frac{\epsilon}{20}}{\frac{\epsilon}{80}} = \frac{4}{5} = 2/5$$



حالت دوم زمانی که کلید بسته است، مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R'_{eq} = R + R = 2R$$

و جریان مدار (عدد آمپرسنج)

برابر با  $I' = \frac{\epsilon}{2R}$  است و

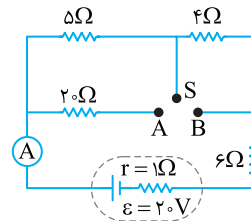
چون دو مقاومت موازی‌اند و با هم برابرند جریان هر یک نصف جریان کل مدار است. بنابراین ولت‌سنج عدد  $V' = \frac{I'}{2} \times 2R = \frac{\epsilon}{2}$  را نشان می‌دهد. بنابراین

$$\frac{I'}{I} = \frac{2}{3} \text{ و } \frac{V'}{V} = \frac{3}{4} \text{ است.}$$

۳ ۱۵۵۱ C

**بازی با سؤال** در شکل زیر ابتدا کلید S به نقطه A وصل است. اگر

کلید S به نقطه B وصل شود، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند آمپر تغییر می‌کند؟



- ۱)  $\frac{1}{2}$  A افزایش
- ۲)  $\frac{1}{3}$  A کاهش
- ۳)  $\frac{1}{3}$  A افزایش
- ۴) تغییر نمی‌کند

**پاسخ** وقتی کلید S به نقطه A وصل است، مدار به صورت شکل روبه‌رو

است. مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:

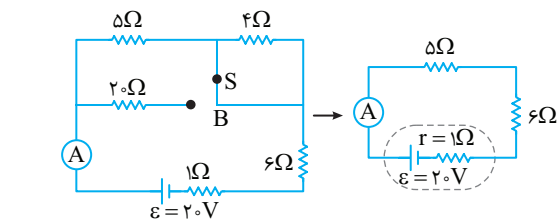
$$R = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4\Omega$$

$$R_{eq} = 4 + 4 + 6 = 14\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{20}{14 + 1} = \frac{20}{15} = \frac{4}{3} \text{ A}$$

وقتی کلید S به نقطه B وصل است، مطابق شکل مقاومت  $20\Omega$  به مدار وصل نیست و مقاومت  $4\Omega$  اتصال کوتاه می‌شود، بنابراین مدار به صورت شکل زیر است. در این صورت مقاومت‌های  $5\Omega$  و  $6\Omega$  در مدار با هم متوالی هستند.



$$\Rightarrow R_{eq} = 5 + 6 = 11\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

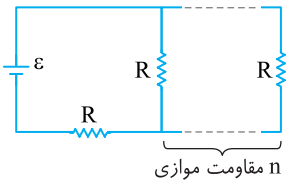
$$I' = \frac{20}{11 + 1} = \frac{5}{3} \text{ A}$$

بنابراین تغییر جریان مدار برابر است با:

$$\Delta I = I' - I = \frac{5}{3} - \frac{4}{3} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

C ۱۵۵۸ ۳

**بازی با سؤال** در شکل زیر،  $n$  مقاومت موازی و یک مقاومت متوالی به یک باتری آرمانی بسته شده است. اگر مقاومت  $R$  دیگری را به طور موازی به مدار اضافه کنیم، جریان خروجی از باتری به اندازه  $1/25$  درصد تغییر می‌کند،  $n$  کدام است؟



- ۱ (۱)
- ۳۲ (۲)
- ۸ (۳)
- ۴ (۴)

**بازی با سؤال** در صورت سؤال تغییرات جریان داده شده اما افزایش یا کاهش آن بیان نشده که با توجه به اینکه یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه شده، مقاومت معادل کاهش می‌یابد، در نتیجه  $I$  افزایش می‌یابد. با توجه به حل بالا با اضافه شدن یک مقاومت دیگر جریان مدار از

$$I_2 = I_1 + \frac{1}{25} I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{101}{25} I_1 \Rightarrow \frac{n+1}{n+2R} \varepsilon = \frac{101}{25} \frac{n}{n+1R} \varepsilon$$

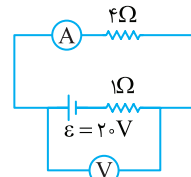
$$\Rightarrow \frac{n+1}{n+2R} = \frac{101}{25} \frac{n}{n+1R} \Rightarrow \frac{n+1}{n+2} = \frac{405}{4} \frac{n}{n+1}$$

$$4n^2 + 4n + 4 = 405n^2 + 405n \Rightarrow 401n^2 + 401n - 4 = 0$$

$$\Rightarrow n^2 + n - 8 = 0 \Rightarrow (n+1)(n-8) = 0 \Rightarrow n = 8$$

B ۱۵۶۶ ۳

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر با جابه‌جا کردن جای آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی، به ترتیب از راست به چپ اعدادی که نشان می‌دهند چقدر تغییر می‌کنند؟ (با فرض آسیب نرسیدن به آمپرسنج)



- ۱۶ و ۴ (۱)
- ۴ و ۱۶ (۲)
- ۱۶ و ۱۶ (۳)
- ۴ و ۴ (۴)

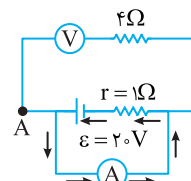
**بازی با سؤال** در حالت اول آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{20}{4+1} = \frac{20}{5} = 4A$$

و ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را:

$$V = \varepsilon - Ir = 20 - 4 = 16V$$

در حالت دوم چون مقاومت ولت‌سنج بسیار بالا است، جریانی از مقاومت  $4\Omega$  عبور نمی‌کند و تمام جریان در مسیر نشان داده شده شارش می‌کند



$$I' = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow I' = \frac{20}{1} = 20A$$

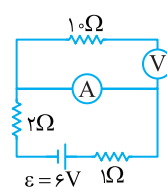
ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین A و B که همان اختلاف پتانسیل دو سر باتری است را نشان می‌دهد که برابر است با:

$$V' = \varepsilon - Ir = 20 - 20 = 0$$

بنابراین عدد آمپرسنج از ۴ به ۲۰ رسیده و ۱۶ واحد تغییر کرده و هم‌چنین عدد ولت‌سنج از ۱۶ به صفر می‌رسد پس ۱۶ واحد تغییر کرده است.

B ۱۵۶۷ ۱

**بازی با سؤال** در مدار روبه‌رو اگر آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی باشند، به ترتیب از راست به چپ چه عددی را نشان می‌دهند؟

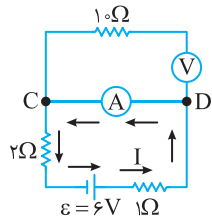


- ۴، ۲ (۲)
- صفر (۱)
- ۴، صفر (۳)

**بازی با سؤال** ولت‌سنج با مقاومت  $10\Omega$

متوالی بسته شده است. بنابراین از شاخه بالایی جریانی نمی‌گذرد. جریان گذرنده از آمپرسنج همان جریان باتری است از این‌رو:

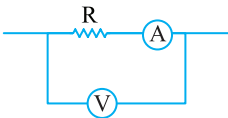
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{6}{2+1} = 2A$$



آمپرسنج ۲A را نشان می‌دهد. اما ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین C و D را نشان می‌دهد که برابر صفر است.

A ۱۵۶۹ ۴

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر ولت‌سنج آرمانی  $20V$  و آمپرسنج  $2A$  را نشان می‌دهند. اگر مقاومت آمپرسنج  $1\Omega$  باشد، مقاومت  $R$  چند اهم است؟



- ۴ (۱)
- ۴/۵ (۲)
- ۸ (۳)
- ۹ (۴)

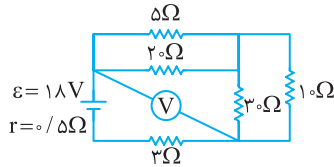
**بازی با سؤال** ولت‌سنج آرمانی بوده و مجموع اختلاف پتانسیل مقاومت و آمپرسنج را نشان می‌دهد؟

$$V = V_R + V_A \Rightarrow \frac{V_R R I}{V_A R A I} \Rightarrow 20 = 2R + 2 \Rightarrow 2R = 18 \Rightarrow R = 9\Omega$$

B ۱۵۷۵ ۴

**بازی با سؤال** در شکل زیر ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟

مشابه ریاضی - ۹۸

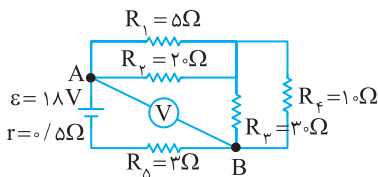


- ۱۵ (۱)
- ۱/۲ (۲)
- ۱۲/۴ (۳)
- ۱۳/۸ (۴)

**بازی با سؤال** ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم. مقاومت‌های  $R_1$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \times 2}{5 + 2} \Rightarrow R_{12} = 4\Omega$$

و  $R_3$  موازی هستند.



$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{3 \times 10}{3 + 10} = 7/5\Omega$$

مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  موازی هستند.

مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{eq} = R_{12} + R_{34} + R_5 = 4 + 7/5 + 3 = 14/5\Omega$$

جریان مدار را به دست می‌آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{18}{14/5 + 0.5} \Rightarrow I = \frac{6}{5} A$$

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را نشان می‌دهد که برای به دست آوردن عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، باید جریان مدار را در مقاومت بین دو نقطه A و B ضرب کرد.

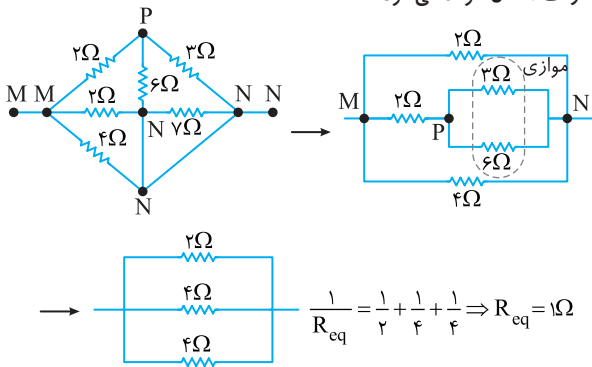
$$V_{AB} = IR_{AB} \Rightarrow V_{AB} = \frac{6}{5} \times (4 + 7/5) = \frac{6}{5} \times 11/5 = \frac{6}{5} \times \frac{23}{5}$$

$$\Rightarrow V_{AB} = \frac{138}{10} = 13.8V$$



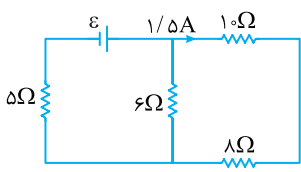
۲ ۱۵۸۰ B

**پاسخ** با توجه به نام گذاری دو سر مقاومت  $7\Omega$  همانا شده و این مقاومت اتصال کوتاه می شود:



۴ ۱۶۰۸ B

**پاسخ** در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت  $5\Omega$  اهمی چند وات است؟



خارج تجربی - ۸۶

- ۱) ۲۰
- ۲) ۶۰
- ۳) ۱۲۰
- ۴) ۱۸۰

**پاسخ** ۱) مقاومت های  $R_1=10\Omega$  و  $R_2=8\Omega$  متوالی بوده و مقاومت معادل آنها  $18\Omega$  است، مقاومت  $R_3=6\Omega$  با مقاومت  $18\Omega$

موازی است و مقدار آن  $\frac{1}{3}$  مقاومت  $R_{12}$  بوده، پس جریان آن ۳ برابر جریان موازی است و مقدار آن  $\frac{1}{3}$  مقاومت  $R_{12}$  یعنی  $I_3=3 \times 1/5 = 4/5A$  است.

۲) جریان مدار برابر مجموع جریان  $I_1$  و  $I_3$  است، بنابراین:

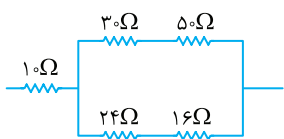
$$I = I_1 + I_3 \Rightarrow I = 1/5 + 4/5 \Rightarrow I = 6A$$

۳) توان مصرفی در مقاومت  $R_4=5\Omega$  برابر است با:

$$P = I^2 R_4 \Rightarrow P = 36 \times 5 \Rightarrow P = 180W$$

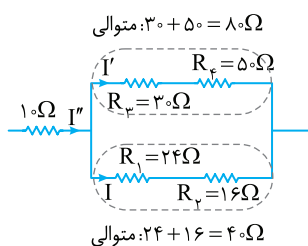
۳ ۱۶۱۰ B

**پاسخ** در شکل مقابل توان مصرفی در مقاومت  $16\Omega$  اهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت  $10\Omega$  اهمی است؟

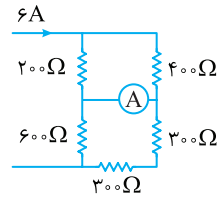


- ۱)  $\frac{16}{9}$
- ۲)  $\frac{9}{16}$
- ۳)  $\frac{32}{45}$
- ۴)  $\frac{45}{32}$

**پاسخ** جریان عبوری از مقاومت  $16\Omega$  را  $I$  در نظر می گیریم. مقاومت های  $24\Omega$  و  $16\Omega$  با هم متوالی و جریان عبوری از آنها با هم یکسان و برابر  $I$  است. مقاومت های  $30\Omega$  و  $50\Omega$  با مقاومت های  $24\Omega$  و  $16\Omega$  موازی اند. پس اختلاف پتانسیل دو سر آنها با هم برابر است. مقاومت معادل شاخه بالایی دو برابر مقاومت معادل شاخه پایینی است. از این رو جریان شاخه بالایی نصف جریان شاخه پایینی است.  $(I' = \frac{I}{2})$



**پاسخ** در مدار زیر، جریان عبوری از آمپرستج چند آمپر است؟



مشابه ریاضی - ۹۰

- ۱) صفر
- ۲) ۱
- ۳) ۳
- ۴) ۴

**پاسخ** این مسئله ساده تر است، شما تنها کاری که باید بکنید تقسیم جریان  $6A$  بین شاخه های موازی است.

جریان  $6A$  بین مقاومت های  $200\Omega$  و  $400\Omega$  به نسبت ۲ به ۱ تقسیم می شود، یعنی از مقاومت  $200\Omega$  جریان  $I_1=4A$  و از مقاومت  $400\Omega$ ، جریان  $I_2=2A$  می گذرد.

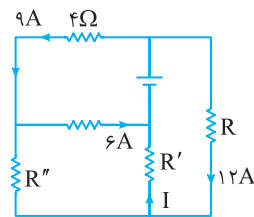
مقاومت  $600\Omega$  با مقاومت  $300\Omega$  (دو مقاومت متوالی  $200\Omega$  موازی است و جریان  $6A$  به دو قسمت مساوی تقسیم شده است:  $I_3=I_4=3A$ )

اکنون به نقطه C دقت کنید و برای آن رابطه جریان را بنویسید.  $I_1=I'+I_3 \Rightarrow 4=I'+3 \Rightarrow I'=1A$

۱ ۱۵۸۲ B

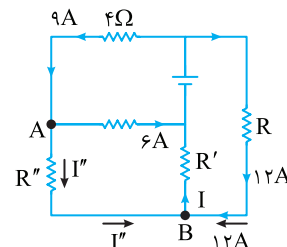
**پاسخ** در مدار شکل زیر جریان I چند آمپر است؟

ریاضی - ۹۷



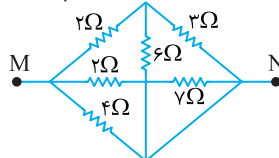
- ۱) ۱۵
- ۲) ۹
- ۳) ۱۸
- ۴) ۱۴

**پاسخ** به نقطه A دقت کنید. جریان  $9A$  وارد نقطه A شده و جریان  $6A$  به سمت راست رفته بنابراین جریان مقاومت  $R''$   $9=6+I'' \Rightarrow I''=3A$  خواهد شد. اکنون به نقطه B بنگرید، از سمت راست جریان  $12A$  و از سمت چپ جریان  $I''=3A$  به سوی B می روند و جریان I از آن خارج می شود از این رو:  $I=3+12=15A$



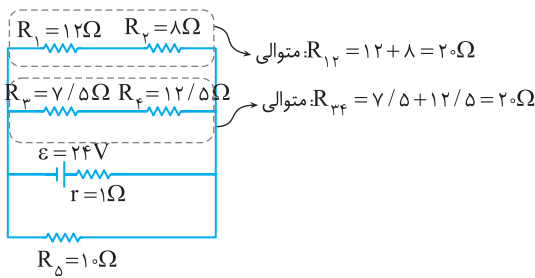
۱ ۱۵۸۳ B

**پاسخ** در شکل زیر مقاومت معادل بین M و N چند اهم است؟



- ۱) ۱
- ۲) ۲
- ۳) ۳
- ۴) ۴

**پاسخ** ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:

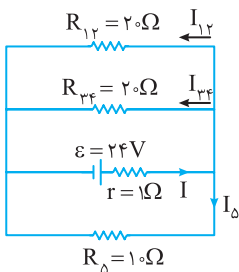


مدار دارای سه شاخه موازی با مقاومت‌های  $R_{12}=20\Omega$ ،  $R_{34}=20\Omega$  و  $R_5=10\Omega$  است و مقاومت معادل آن خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} \Rightarrow R_{eq} = 5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{24}{5+1} = 4A$$

جریان مدار را به دست می‌آوریم:



جریان ۴A بین سه شاخه موازی تقسیم می‌شود. اگر جریان شاخه‌های ۲۰ اهمی را  $x$  فرض کنیم، جریان شاخه  $10\Omega$  که مقاومتش نصف آن‌هاست،  $2x$  می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:

$$I_{کل} = x + x + 2x \Rightarrow 4 = 4x$$

$$\Rightarrow x = 1A \Rightarrow I_{12} = 1A$$

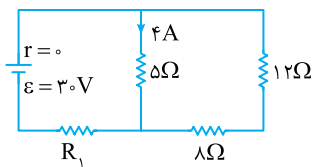
از مقاومت  $R_1 = 12\Omega$  جریان ۱A می‌گذرد و توان مصرفی آن خواهد شد.

$$P = R_1 I_1^2 \Rightarrow P = 12 \times 1 = 12W$$

**۳ ۱۶۲۳ B**

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت  $R_1$  چند وات است؟

خارج تجربی - ۸۷



است؟

۲۵ (۱)

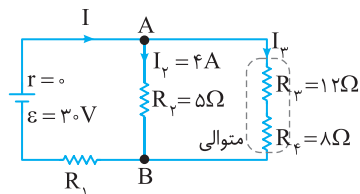
۴۰ (۲)

۵۰ (۳)

۶۰ (۴)

**پاسخ** ۱) جریان مقاومت  $5\Omega$  برابر ۴A است، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن را می‌توان به دست آورد.

$$V_{AB} = V_{R_2} = I_2 R_2 \Rightarrow V_{AB} = 4 \times 5 = 20V$$



۲) مقاومت‌های  $R_2$  و  $R_3$  متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 12 + 8 = 20\Omega$$

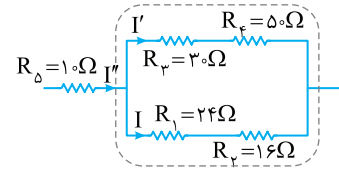
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $R_{23} = 20\Omega$  با اختلاف پتانسیل  $V_{AB}$  برابر است، زیرا  $R_2$  و  $R_3$  موازی هستند.

$$V_2 = I_2 R_{23} \Rightarrow 20 = I_2 \times 20 \Rightarrow I_2 = 1A$$

۳) مجموع جریان‌های  $I_2$  و  $I_3$  برابر جریان مقاومت  $R_1$  است.

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 4 + 1 = 5A$$

مقاومت  $10\Omega$  با مقاومت معادل مقاومت‌های  $R_{12}$  و  $R_{34}$  متوالی است و جریان  $I''$  برابر مجموع جریان‌های  $I$  و  $I'$  است.



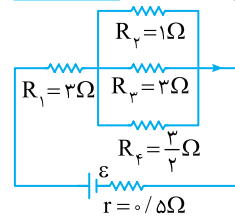
$$I'' = I + I' = I + \frac{I}{2} = \frac{3I}{2}$$

$$\begin{cases} P_2 = R_2 I'^2 \\ P_5 = R_5 I''^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_5} = \frac{R_2 I'^2}{R_5 I''^2} = \frac{16 \times I^2}{10 \times \frac{9I^2}{4}} = \frac{16 \times 4}{10 \times 9} = \frac{32}{45}$$

**۴ ۱۶۱۲ A**

**بازی با سؤال** در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت  $R_1$  چند برابر توان مصرفی مقاومت  $R_3$  است؟

خارج ریاضی - ۹۷



۱ (۱)

۶ (۲)

۹ (۳)

۳۶ (۴)

**پاسخ** خط فکری از شما خواسته شده که نسبت توان مصرفی در

مقاومت  $R_1$  به توان مصرفی در مقاومت  $R_3$  را به دست بیاورید، برای این کار،

شما باید نسبت جریان‌های مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_3$  را حساب کنید. البته یادتان

هست که در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

۱) سه مقاومت  $R_2$  و  $R_3$  و  $R_4$  با هم موازی‌اند. اگر جریان مقاومت

$R_3 = 3\Omega$  را با  $I_3 = x$  نشان دهیم، جریان مقاومت  $R_2 = 10\Omega$  که مقدار

مقاومت آن  $\frac{1}{3}$  مقدار مقاومت  $R_3$  است، برابر  $I_2 = 3x$  می‌شود. مقاومت

$R_4 = \frac{3}{2}\Omega$  نصف مقاومت  $R_3 = 3\Omega$  است و جریان آن دو برابر جریان

مقاومت  $R_3$  یعنی  $I_4 = 2x$  است.

۲) جریان  $I_1$  برابر مجموع جریان  $I_2$ ،

$I_3$  و  $I_4$  است، از این رو:

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \Rightarrow I_1 = 3x + x + 2x$$

$$\Rightarrow I_1 = 6x$$

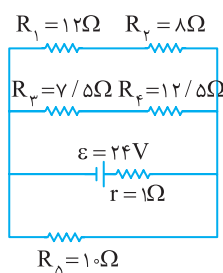
۳) اکنون می‌توان نسبت توان‌ها را از

رابطه  $P = RI^2$  به دست آورد:

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{R_1 I_1^2}{R_3 I_3^2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{3 \times (6x)^2}{3 \times (x)^2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = 36$$

**۱ ۱۶۱۳ B**

**بازی با سؤال** در مدار زیر توان مصرفی مقاومت  $R_1$  چند وات است؟



۱۲ (۱)

۶ (۲)

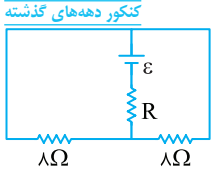
۱۸ (۳)

۲۴ (۴)

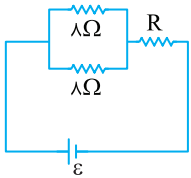


**B** ۱۶۴۴ ۲

**بازی با سؤال** اگر در مدار زیر توان هر سه مقاومت با هم برابر باشند، R چند اهم است؟



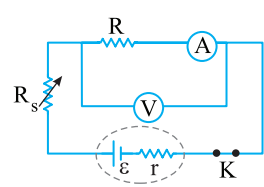
- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۴ (۳)
- ۱۶ (۴)



**پاسخ** اگر با نام گذاری مدار را مجدداً رسم کنید خواهید دید که مدار دقیقاً شبیه مدار مسئله اصلی است و حل آن نیز مشابه آن است و گزینه (۲) درست است.

**B** ۱۶۴۹ ۱

**بازی با سؤال** در شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۴V و آمپرسنج



را نشان می‌دهند. اگر مقاومت آمپرسنج  $R_A = 1\Omega$  باشد، توان مصرفی مقاومت R چند برابر توان مصرفی آمپرسنج خواهد بود؟ **قلم‌چی**

- ۱۱۹ (۱)
- ۱۲۰ (۲)
- ۲۴ (۳)
- ۴۶ (۴)

**پاسخ** اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج که از آن جریان  $\frac{1}{2}A$  می‌گذرد برابر است با:

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه مقاومت R و آمپرسنج را ۲۴V نشان می‌دهد بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R خواهد شد:

$$V_V = V_A + V_R \Rightarrow 24 = \frac{1}{2} + V_R \Rightarrow V_R = 23.5V$$

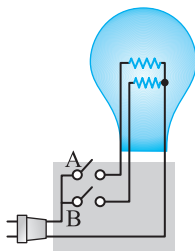
اکنون نسبت توان مصرفی در مقاومت R به توان مصرفی در آمپرسنج را به دست می‌آوریم. برای این کار از رابطه  $P = VI$  استفاده می‌کنیم زیرا جریان مقاومت

$$\frac{P_R}{P_A} = \frac{V_R I}{V_A I} = \frac{23.5}{0.5} \Rightarrow \frac{P_R}{P_A} = 47$$

و آمپرسنج برابر است، بنابراین:

**B** ۱۶۶۲ ۲

**بازی با سؤال** یک لامپ سه راهه  $200V$  در اختیار داریم. اگر مقاومت



کوچک‌تر رشته‌های لامپ،  $12\Omega$  باشد و نسبت کمترین و بیشترین توان این لامپ در حالتی که آن را به ولتاژ  $200V$  وصل می‌کنیم  $\frac{1}{3}$  باشد، مقاومت رشته دیگر لامپ چند اهم است؟

- ۱۲ (۱)
- ۲۴ (۲)
- ۱۴ (۳)
- ۱۸ (۴)

**پاسخ** با ثابت بودن ولتاژ با توجه به رابطه توان  $(P = \frac{V^2}{R})$  کمترین مقدار توان وقتی است

که مقاومت بیشینه و بیشینه مقدار توان وقتی است که مقاومت کمترین مقدار باشد:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P_{min} = \frac{V^2}{R_{max}}, P_{max} = \frac{V^2}{R_{min}}$$

کمینه مقدار مقاومت ( $R_{min}$ ) مربوط به حالتی است که دو مقاومت با هم

موازی باشند (یعنی هر دو کلید وصل باشد) بنابراین  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  و

**۴** نکته مهم در حل این مسئله این است که بدانیم اختلاف پتانسیل دو سر منبع نیروی محرکه برابر جمع اختلاف پتانسیل مدار خارجی است:

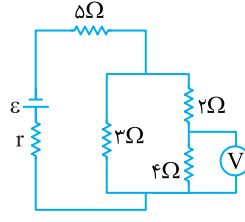
$$V_{R_1} + V_{AB} = \varepsilon \Rightarrow V_{R_1} + 20 = 30 \Rightarrow V_{R_1} = 10V$$

**۵** توان مقاومت  $R_1$  را به کمک رابطه  $P = VI$  حساب می‌کنیم.

$$P = 10 \times 5 \Rightarrow P = 50W$$

**B** ۱۶۲۸ ۴

**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر، ولت‌سنج آرمانی  $4V$  را نشان می‌دهد. توان خروجی باتری چند وات است؟ **قلم‌چی**



- ۱۴ (۱)
- ۲۸ (۲)
- ۲۱ (۳)
- ۶۳ (۴)

**پاسخ** ولت‌سنج اختلاف پتانسیل

دو سر مقاومت  $4\Omega$  را نشان می‌دهد.

جریان این مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$V = RI \Rightarrow 4 = 4I \Rightarrow I = 1A$$

جریان شاخه سمت راست که دو

مقاومت متوالی  $2\Omega$  و  $4\Omega$  روی آن

بسته شده برابر  $1A$  است. مقاومت شاخه سمت چپ نصف  $6\Omega$  است، پس

$$I = I_1 + I_2 = 2A$$

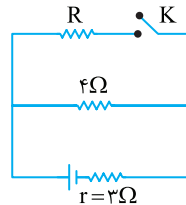
توان خروجی از باتری برابر توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار است:

$$R_{eq} = 5 + \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 7\Omega, P = R_{eq} I^2 \Rightarrow P = 7 \times (2)^2 = 28W$$

**B** ۱۶۳۳ ۲

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو با بسته شدن کلید K توان خروجی باتری

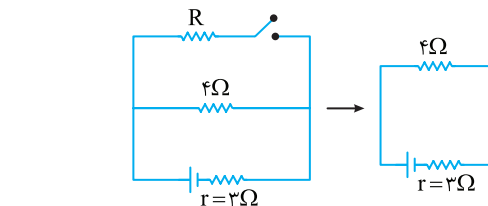
تغییر نمی‌کند، R چند اهم است؟



- ۱۲ (۱)
- ۳۶ (۲)
- ۷ (۳)
- ۲۵ (۴)
- ۳

**پاسخ** حالت اول کلید باز: مقاومت خارجی مدار تنها مقاومت  $4\Omega$  است

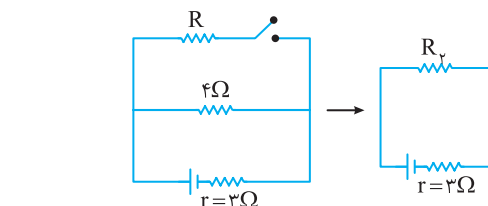
و مقاومت R در مدار حضور ندارد.



حالت دوم کلید بسته: مقاومت خارجی مدار، مقاومت معادل دو مقاومت موازی

$$R_p = \frac{4 \times R}{4 + R}$$

و  $4\Omega$  است.

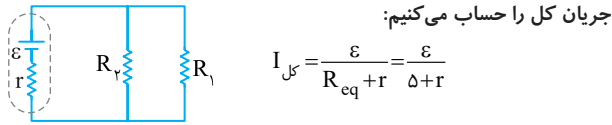


با توجه به رابطه  $r = \sqrt{R_1 R_2}$  خواهیم داشت:

$$3 = \sqrt{4 \times \frac{4R}{4+R}} \Rightarrow 9 = \frac{16R}{4+R} \Rightarrow 36 + 9R = 16R \Rightarrow 36 = 7R \Rightarrow R = \frac{36}{7}\Omega$$

**پایسج** ابتدا مدار (الف) را تحلیل می‌کنیم و توان مصرفی مقاومت  $R_1$  را

به دست می‌آوریم:  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{5} \Rightarrow R_{eq} = 5\Omega$  مدار (الف)



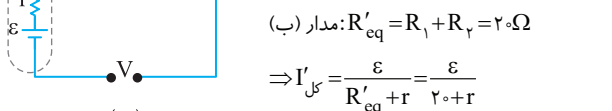
(الف)

جریان کل بین دو مقاومت یکسان و موازی به طور برابر تقسیم می‌شود:

$$R_1 = R_2 \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I_{کل}}{2} = \frac{\epsilon}{10 + 2r}$$

بنابراین توان مصرفی در  $R_1$  خواهد شد:  $P_{R_1} = R_1 I_1^2 = R_1 \times \frac{(\epsilon)^2}{(10 + 2r)^2}$

حال مدار (ب) را تحلیل کرده و توان مصرفی مقاومت  $R_1$  را به دست می‌آوریم.



(ب)

مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  متوالی هستند و جریان آن‌ها برابر جریان کل مدار

است، از این رو توان مقاومت  $R_1$  خواهد شد:  $P'_{R_1} = R_1 I_1'^2 = R_1 \times \frac{(\epsilon)^2}{(20 + r)^2}$

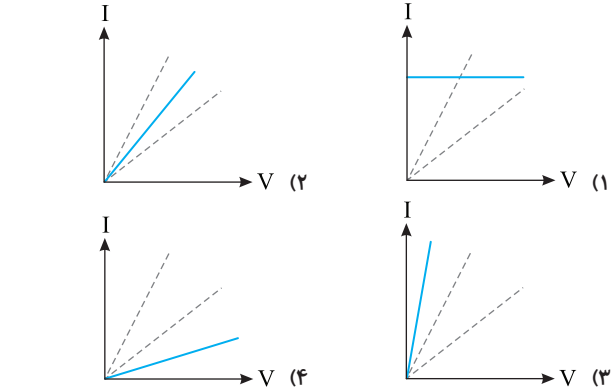
با توجه به فرض مسأله، توان مصرفی مقاومت  $R_1$  در دو مدار با هم برابر است:

$$P_{R_1} = P'_{R_1} \Rightarrow R_1 \times \frac{(\epsilon)^2}{(10 + 2r)^2} = R_1 \times \frac{(\epsilon)^2}{(20 + r)^2}$$

$$\Rightarrow (20 + r)^2 = (10 + 2r)^2 \Rightarrow 20 + r = 10 + 2r \Rightarrow r = 10\Omega$$

**۱۶۷۵**

**بازی با سؤال** نمودار جریان نسبت به اختلاف پتانسیل برای دو مقاومت به شکل مقابل است. اگر این دو مقاومت را به طور موازی به هم ببندیم، کدام گزینه نمودار  $I-V$  را برای مجموعه دو مقاومت درست نشان می‌دهد؟



**پایسج** شیب نمودار  $I-V$  برابر وارون مقاومت است

و هرچه مقاومت کمتر باشد، شیب خط بیشتر است.

وقتی دو مقاومت را با هم موازی می‌بندیم، مقاومت معادل از هر دو مقاومت کوچک‌تر است بنابراین شیب نمودار حاصل باید افزایش یابد و بیشتر از هر دو نمودار باشد، پس گزینه (۳) درست است.

$R_{max}$  مربوط به حالتی است که تنها کلید مقاومتی که بیشترین مقدار را دارد وصل باشد.

$$\begin{cases} P_{min} = \frac{V^2}{R_{max}} \Rightarrow \frac{P_{min}}{P_{max}} = \frac{R_{eq}}{R_{max}} = \frac{1}{3} \Rightarrow R_{eq} = \frac{1}{3} R_{max} \\ P_{max} = \frac{V^2}{R_{eq}} \end{cases}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{max}} + \frac{1}{12} \Rightarrow \frac{3}{R_{max}} = \frac{1}{R_{max}} + \frac{1}{12} \Rightarrow \frac{2}{R_{max}} = \frac{1}{12} \Rightarrow R_{max} = 24\Omega$$

**۱۶۶۴**

**بازی با سؤال** اختلاف پتانسیل دو سر مداری  $220V$  است. اگر در این مدار یک فیوز  $1A$  قرار داده باشیم، حداکثر چند وسیله برقی یکسان با مشخصات  $(220V, 110W)$  را می‌توان به صورت متوالی در مدار قرار داد تا فیوز نپرد؟

$$2(1) \quad 3(2) \quad 5(3) \quad 7(4)$$

با توجه به مشخصات داده شده وسیله‌های برقی  $(220V, 110W)$

مقاومت آن‌ها را به دست می‌آوریم:  $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{220 \times 220}{110} = R \Rightarrow R = 440\Omega$

جریان عبوری از مدار می‌تواند تا  $1A$  آمپر باشد. پس:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow 1 = \frac{220}{n \times 440} \Rightarrow n = 5$$

**۱۶۶۵**

**بازی با سؤال** در سیم‌کشی منازل، همه مصرف‌کننده‌ها به طور موازی متصل می‌شوند. اگر در یک خانه یک اتوی  $1200W$ ، یک نان برشته‌کن (توستر)  $1800W$  و شش لامپ رشته‌ای  $100W$  به پریزهای  $220V$  ولت وصل شوند، حداقل فیوز چند آمپر را باید در مدار ورودی این خانه قرار داد که با کار کردن همه وسیله‌ها فیوز نپرد؟

$$16/36(1) \quad 3/3(2) \quad 5/21(3) \quad 5/52(4)$$

**پایسج** باید جریان تک‌تک وسیله‌های برقی را به دست بیاورید و جریان‌ها را با هم جمع کنید تا مشخص شود فیوز چند آمپر به بالا لازم است. جریان هر یک از وسیله‌ها را به کمک رابطه  $P = VI$  به دست می‌آوریم.

$$1200 = 220 \times I_{اتو} \Rightarrow I_{اتو} = \frac{1200}{220} A$$

$$1800 = 220 \times I_{توستر} \Rightarrow I_{توستر} = \frac{1800}{220} A$$

$$100 = 220 \times I_{لامپ‌ها} \Rightarrow I_{لامپ‌ها} = \frac{600}{220} A$$

جریان کل مدار خواهد شد:

$$I_{کل} = \frac{1200}{220} + \frac{1800}{220} + \frac{600}{220} \Rightarrow I_{کل} = \frac{3600}{220} \Rightarrow I_{کل} = 16/36 A$$

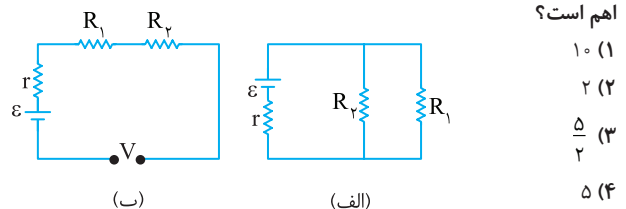
البته می‌توانستید از ابتدا تمام توان‌ها را با هم جمع کنید، سپس جریان کل را از رابطه  $P_1 = VI_1$  به دست بیاورید.

**۱۶۷۵**

**بازی با سؤال** مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  هر کدام  $10\Omega$  اهم هستند. اگر

توان مصرفی در مقاومت  $R_1$  در دو مدار برابر باشد، مقاومت درونی باتری چند

اهم است؟



(ب)

(الف)

۱۰ (۱)

۲ (۲)

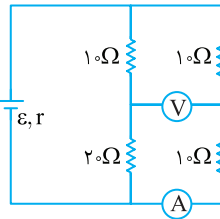
۵ (۳)

۲ (۴)

۵ (۴)

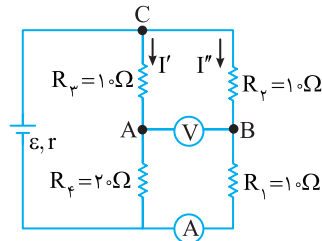
۱۶۷۵ C  
۱۷

آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟



- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

**پاسخ** ولت‌سنج ایده‌آل مقاومت بسیار زیادی داشته و از آن جریانی عبور نمی‌کند. می‌توان این طور در نظر گرفت که به جای ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو نقطه A و B را در نظر می‌گیریم. با توجه به مدار، آمپرسنج آرمانی با مقاومت  $R_1$  متوالی بوده و جریان عبوری از مقاومت  $R_1$  را نشان می‌دهد. مقاومت معادل  $R_1$  و  $R_2$  با مقاومت معادل  $R_3$  و  $R_4$  موازی می‌باشد، پس ولتاژ دو سر مقاومت  $R_{12}$  با ولتاژ دو سر مقاومت  $R_{34}$  برابر است.



مقاومت معادل  $R_{34} = 30\Omega$  و مقاومت معادل  $R_{12} = 20\Omega$  است و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود بنابراین:

$$\frac{I''}{I'} = \frac{R_{34}}{R_{12}} \Rightarrow \frac{I''}{I'} = \frac{30}{20} \Rightarrow I' = \frac{2}{3} I''$$

اختلاف پتانسیل بین A و C و بین B و C را به دست می‌آوریم.

$$V_C - V_A = I' R_2 \Rightarrow V_C - V_A = 10 I' \quad (1)$$

$$V_C - V_B = I'' R_1 \Rightarrow V_C - V_B = 10 I'' \quad (2)$$

دقت کنید که  $I' < I''$  است پس  $V_C - V_A < V_C - V_B$  است. حال معادله (2) را از معادله (1) کم می‌کنیم و برابر عدد ولت‌سنج یعنی 10V قرار می‌دهیم.

$$V_C - V_B - (V_C - V_A) = 10 I'' - 10 I' \Rightarrow V_B - V_A = 10 I'' - 10 I'$$

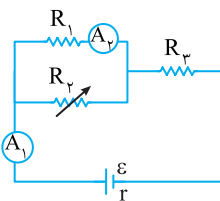
$$10 = 10 I'' - 10 I' \Rightarrow I'' - I' = 1A$$

$$I'' - \frac{2}{3} I'' = 1 \Rightarrow I'' = 3A \quad \text{اکنون } I' = \frac{2}{3} I'' \text{ را در رابطه بالا قرار می‌دهیم.}$$

۱۶۸۳ B

در شکل زیر با کاهش مقاومت  $R_p$  عددی که

آمپرسنجهای  $A_1$  و  $A_2$  نمایش می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



- ۱) کاهش - کاهش
- ۲) افزایش - کاهش
- ۳) کاهش - افزایش
- ۴) افزایش - افزایش

**پاسخ** ۱) با کاهش مقاومت  $R_p$ ، مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد.

۲) جریان کل مدار افزایش می‌یابد ( $I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r}$ ) و آمپرسنج  $A_1$  عدد

بیشتری را نشان می‌دهد.

۳) با افزایش جریان مدار ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد.

$$(\downarrow V = \epsilon - I r)$$

۴) ولتاژ دو سر مقاومت  $R_p$  افزایش می‌یابد.

$$(\uparrow V_p = \uparrow I R_p)$$

۵) ولتاژ دو سر مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  کاهش می‌یابد.

$$(\downarrow V_{12} = V_{\text{باتری}} - V_p \uparrow)$$

۶) جریان مقاومت  $R_1$  کاهش می‌یابد ( $I_1 = \frac{V_1}{R_1}$ ) و آمپرسنج  $A_2$

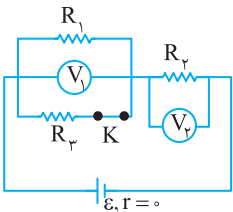
عدد کمتری نشان می‌دهد.

۱۶۸۴ B

در مدار شکل زیر با باز کردن کلید K، ولتاژی که

ولت‌سنج‌های  $V_1$  و  $V_2$  نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر

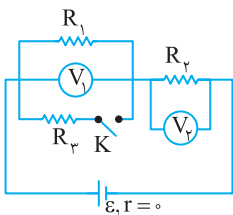
می‌کند؟



- ۱) افزایش - کاهش
- ۲) افزایش - افزایش
- ۳) کاهش - کاهش
- ۴) کاهش - افزایش

**پاسخ** با باز کردن کلید، یک

مقاومت موازی از مدار حذف می‌شود.



۱) حذف یک مقاومت موازی از مدار

باعث افزایش مقاومت معادل مدار می‌شود.

۲) پس جریان مدار کاهش می‌یابد.

۳)  $V_2 = R_2 I$  نیز کم می‌شود.

۴) مولد مقاومت درونی ندارد، بنابراین ولتاژ دو سر آن برابر با  $\epsilon$  و ثابت است.

۵) از این رو با کاهش  $V_2$ ،  $V_1$  افزایش می‌یابد، زیرا:

$$\epsilon = V_1 + V_2 \Rightarrow \uparrow V_1 = \epsilon - \downarrow V_2$$

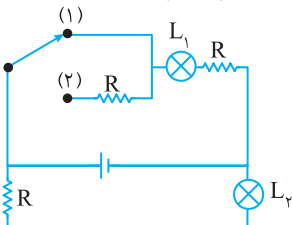
ثابت

۱۶۷۵ B

در مدار شکل زیر اگر باتری آرمانی باشد و کلید را از

وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، نور لامپ  $L_1$  و  $L_2$  به ترتیب از راست

به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



- ۱) کاهش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.
- ۲) افزایش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.
- ۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
- ۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

**پاسخ** باتری آرمانی است و ولتاژ دو سر آن همواره برابر نیروی محرکه آن

است. شاخه پایینی شامل مقاومت R و لامپ  $L_2$  است این شاخه با باتری موازی

است. و ولتاژ دو سر آن ثابت و برابر نیروی محرکه باتری است بنابراین هر تغییری

در شاخه بالایی، تأثیری در نور لامپ  $L_2$  ندارد و نور آن بدون تغییر می‌ماند.

با وصل کلید به وضعیت (۲) مقاومت R به‌طور متوالی به شاخه بالایی اضافه شده

و مقاومت شاخه بالایی و در نتیجه جریان آن کاهش می‌یابد و با کاهش جریان،

نور لامپ  $L_1$  کاهش می‌یابد.

این مقاومت با مقاومت  $R_\Delta$  موازی است و ولتاژ دو سر آن‌ها با هم برابر است.

از این رو می‌توان نوشت:

$$I_\Delta R_\Delta = I_V (R_{\Delta\text{ع}}) \Rightarrow I_\Delta R = I_V \frac{\Delta}{3} R \Rightarrow I_\Delta = \frac{\Delta}{3} I_V$$

$$\Rightarrow I_\Delta = \frac{\Delta}{3} \times \frac{3}{2} I \Rightarrow I_\Delta = \frac{\Delta}{2} I$$

با داشتن جریان‌های  $I_V$  و  $I_\Delta$ ، جریان  $I_1$  را به دست می‌آوریم:

$$I_1 = I_V + I_\Delta = \frac{3}{2} I + \frac{\Delta}{2} I = 4I$$

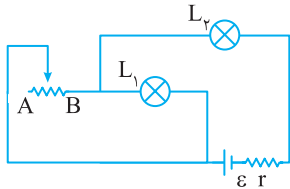
$$\frac{P_\epsilon}{P_1} = \frac{R_\epsilon I_\epsilon^2}{R_1 I_1^2} = \frac{R(I)^2}{R(4I)^2} = \frac{1}{16}$$

اکنون نسبت توان‌ها را حساب می‌کنیم:

**۳ ۱۷۰۸ B**

۶

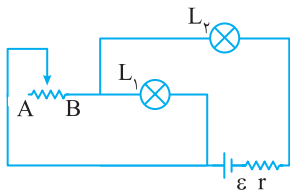
**بازی با سؤال** در مدار شکل زیر، چنانچه لغزنده رنوستا به سمت نقطه A حرکت کند، نور لامپ‌های  $L_1$  و  $L_2$  به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



قلم‌چی

- (۱) افزایش، افزایش
- (۲) کاهش، افزایش
- (۳) افزایش، کاهش
- (۴) کاهش، کاهش

**پاسخ** به شکل مسئله به دقت نگاه کنید. هر چه لغزنده به سمت نقطه A



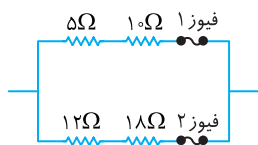
برود، مقاومت بزرگ‌تری از AB در مدار قرار می‌گیرد. با افزایش مقاومت AB، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد. می‌توان نشان داد که با افزایش یک مقاومت مدار، ولتاژ دو سر آن مقاومت افزایش می‌یابد.

موازی  $L_1$  با لامپ  $L_2$  موازی است، بنابراین ولتاژ دو سر لامپ  $L_1$  نیز افزایش یافته است و نور لامپ  $L_1$  زیاد می‌شود. اما با افزایش مقاومت AB، مقاومت معادل مدار افزایش و جریان کل مدار کاهش می‌یابد، یعنی جریان عبوری از لامپ  $L_2$  که با باتری متوالی است، کاهش می‌یابد و نور لامپ  $L_2$  کم می‌شود.

**۱ ۱۷۰۹ B**

۱۸

**بازی با سؤال** در مدار زیر توان کل مصرفی در مقاومت‌ها در یک لحظه برابر  $9000\text{W}$  است. اگر فیوزهای (۱) و (۲) هر دو یکسان و  $15\text{A}$  باشند، کدام گزینه درست است؟



- (۱) در این لحظه فیوز (۱) می‌پرد.
- (۲) در این لحظه فیوز (۲) می‌پرد.
- (۳) در این لحظه فیوز (۱) و (۲) هر دو می‌پرد.
- (۴) هیچ کدام از فیوزها نمی‌پرد.

**پاسخ** مقاومت‌های  $5\Omega$  و  $10\Omega$  با هم متوالی و مقاومت‌های  $12\Omega$  و  $18\Omega$  نیز با هم متوالی هستند و معادل آن‌ها با هم موازی است. در مقاومت‌های

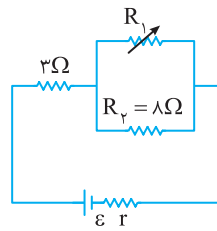
موازی توان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود،  $(P = \frac{V^2}{R})$  یعنی توان

مقاومت  $R = 15\Omega$  دو برابر توان مقاومت  $30\Omega$  است از این رو:

$$P_R = 2P_{R'}, P_R + P_{R'} = 9000\text{W} \Rightarrow 3P_{R'} = 9000\text{W}$$

$$\Rightarrow P_{R'} = 3000\text{W}, P_R = 6000\text{W}$$

**۳ ۱۷۰۶ C**

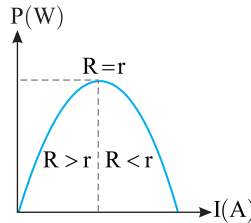


**بازی با سؤال** در مدار روبه‌رو

مقاومت رنوستا ( $R_1$ ) را به تدریج از  $12\Omega$  به  $8\Omega$  کاهش می‌دهیم. اگر توان مصرفی ابتدا افزایش و سپس کاهش یابد، مقاومت  $r$  کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

- (۱) ۲ (۲) ۴/۵ (۳) ۷/۵ (۴) ۹

**پاسخ** توان ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرده است بنابراین بیشینه



مقدار توان  $P_{max}$  در این بازه قرار می‌گیرد و می‌دانیم بیشینه توان، زمانی است که مقاومت معادل برابر مقاومت درونی مولد باشد. مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_V$  موازی بوده و با کاهش مقاومت، مقاومت معادل آن پیوسته کاهش می‌یابد بنابراین:

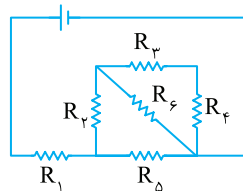
$$(R_{12})_{min} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{8}} = 4\Omega, (R_{12})_{max} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{8}} = 4.8\Omega$$

مقاومت معادل کل مدار باید  $4.8 < R_{eq} < 4 + 3$  باشد و مقاومت درونی نیز بین این دو عدد است در نتیجه تنها گزینه (۳) درست است.

**۱ ۱۷۰۸ B**

۱

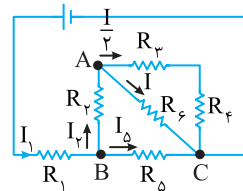
**بازی با سؤال** در شکل زیر همه مقاومت‌ها یکسان هستند، توان مصرفی



در مقاومت  $R_\epsilon$  چند برابر توان مصرفی در مقاومت  $R_1$  است؟

- (۱) ۱/۱۶ (۲) ۱/۸ (۳) ۳/۵ (۴) ۲/۷

**پاسخ** جریان مقاومت  $R_\epsilon$  را برابر  $I$  می‌گیریم. در مقاومت‌های موازی جریان به



نسبت وارون مقاومت تقسیم می‌شود، پس جریان شاخه شامل  $R_3$  و  $R_4$  که مقاومتش دو برابر مقاومت  $R_\epsilon$  است، برابر  $\frac{I}{2}$  می‌شود. برای جریان  $I_V$  می‌توان نوشت:

$$I_V = I + \frac{I}{2} \Rightarrow I_V = \frac{3I}{2}$$

مقاومت معادل مقاومت‌های  $R_3, R_4, R_5$  و  $R_\epsilon$  را به دست می‌آوریم.

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 2R$$

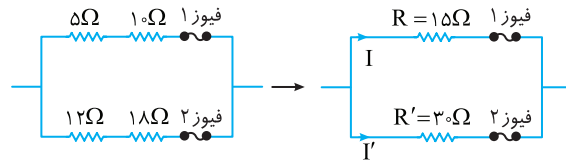
مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  با هم متوالی هستند.

$$R_{34\epsilon} = \frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$$

مقاومت  $R_{34}$  با مقاومت  $R_\epsilon$  موازی است:

و مقاومت  $R_{34\epsilon}$  با مقاومت  $R_5$  متوالی است:

$$R_{34\epsilon 5} = R_5 + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$



جریان هر شاخه را حساب می‌کنیم:

$$P_R = RI^2 \Rightarrow 6000 = 15I^2 \Rightarrow I = 20A$$

$$P_{R'} = R'I'^2 \Rightarrow 3000 = 30I'^2 \Rightarrow I' = 10A$$

فیوزها ۱۵A بوده و با جریان بیش از ۱۵A می‌پرند. از فیوز (۱) جریان بیش از ۱۵A عبور کرده و در این لحظه فیوز (۱) می‌پرد.

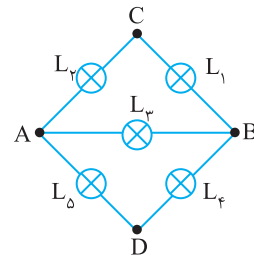
۱۷۰۹

A

۲۳

اگر دو سر A و D را به باتری وصل کنیم، توان مصرفی

کدام لامپ کمینه است؟

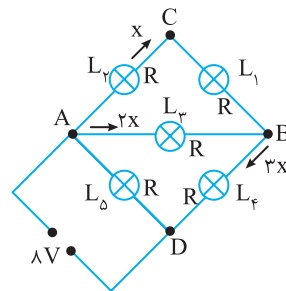


پاسخ لامپ  $L_5$  که مستقیماً به باتری متصل است دارای بیشینه توان

مصرفی است و آن را از بررسی خود خارج می‌کنیم.

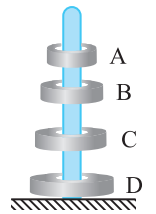
اگر جریان شاخه  $L_1$  و  $L_2$  که دو مقاومت متوالی دارد را  $x$  فرض کنیم، جریان شاخه شامل  $L_3$  که با شاخه  $L_1$  و  $L_2$  موازی است  $2x$  می‌شود. در این صورت جریان لامپ  $L_4$  برابر  $x + 2x = 3x$  است بنابراین لامپ‌های  $L_1$  و

$L_2$  که دارای جریان کوچک‌تری هستند، توان مصرفی کمتری دارند.



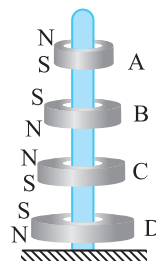
فصل هفتم

۱ ۱۷۱۸ A



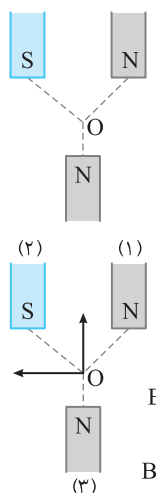
**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو مطابق شکل یک میله پلاستیکی با اصطکاک ناچیز از درون چهار آهنربای حلقه‌ای می‌گذرد و این آهنرباها در حال تعادل قرار دارند. اگر قطب N آهنربای A قسمت بالایی آن آهنربا باشد، قسمت بالایی آهنرباهای C و D به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

- (۱) N.N (۲) S.S (۳) S.N (۴) N.S



**پاسخ** هر چهار آهنربای حلقه‌ای یکدیگر را رانده‌اند، یعنی قطب‌های همان آهنرباها در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و اگر قسمت بالایی آهنربای حلقه‌ای A قطب N باشد، باید قطب‌های آهنرباها به ترتیب به شکل روبه‌رو قرار گرفته باشند، یعنی قسمت بالایی آهنربای C قطب N و قسمت بالایی آهنربای D قطب S است.

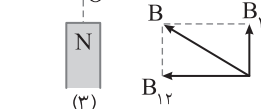
۱ ۱۷۲۶ A



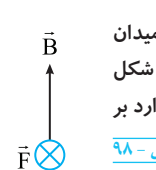
**بازی با سؤال** سه آهنربای مشابه مطابق شکل قرار گرفته و نقطه O از هر سه قطب به یک فاصله است. جهت میدان مغناطیسی خالص در نقطه O کدام است؟

- (۱) (۲) (۳) (۴)

**پاسخ** میدان حاصل از آهنرباهای (۱) و (۲) در نقطه O به سمت چپ و میدان آهنربای (۳) در نقطه O رو به بالاست و جهت برآیند این دو میدان خواهد شد:



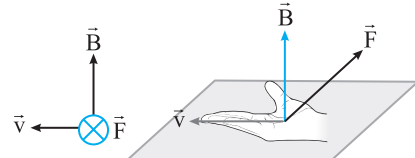
۳ ۱۷۳۵ B



**بازی با سؤال** الکترونی با سرعت  $\vec{v}$  در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، عمود بر میدان در حرکت است. اگر شکل مقابل نشان‌دهنده جهت میدان ( $\vec{B}$ ) و جهت نیروی وارد بر الکترون ( $\vec{F}$ ) باشد، جهت  $\vec{v}$  کدام است؟ **ریاضی - ۹۸**

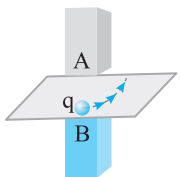
- (۱) (۲) (۳) (۴)

**پاسخ** چون ذره دارای بار منفی است، پس با توجه به قاعده دست راست هر جهتی برای  $\vec{v}$  به دست آید، جهت  $\vec{v}$  بار منفی خلاف جهت آن است: با توجه به قاعده دست راست چهار انگشت دست راست در جهت  $\vec{v}$  به گونه‌ای که با خم کردن آن جهت میدان مغناطیسی مشخص شود. در این صورت شست دست در جهت  $\vec{F}$  قرار دارد، بنابراین جهت حرکت ذره با بار منفی به سمت راست است.



**نکته** اگر بار منفی باشد شما می‌توانید همان قاعده را با دست چپ انجام دهید.

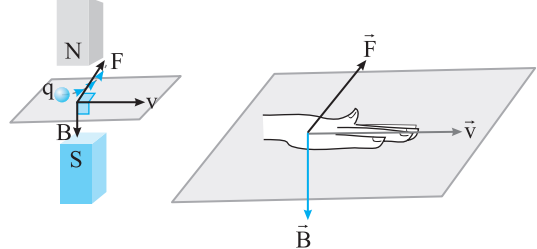
۱ ۱۷۳۸ B



**بازی با سؤال** جهت حرکت ذره‌ای با بار مثبت q در بین دو قطب A و B آهنرباهایی به صورت مقابل است. قطب‌های A و B به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه می‌تواند باشند؟

- (۱) S.N (۲) S.S (۳) N.S (۴) N.N

**پاسخ** هرگاه بار وارد میدان مغناطیسی شود به هر سویی که منحرف شود، نیروی میدان مغناطیسی وارد بر بار در همان جهت است.



یعنی شما باید شست باز دست راست خود را در آن جهت قرار دهید، بنابراین با توجه به قاعده دست راست، میدان مغناطیسی به سمت پایین است و ناحیه A قطب N و ناحیه B، قطب S است.

۴ ۱۷۳۹ B

**بازی با سؤال** یک ذره آلفا (هسته هلیوم) با تندی  $10^4$  m/s وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی  $\Delta T$  می‌شود. بیشینه نیروی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟ ( $e=1.6 \times 10^{-19}$  C)

- (۱)  $1/6 \times 10^{-12}$  (۲)  $1/6 \times 10^{-13}$  (۳)  $1/6 \times 10^{-15}$  (۴)  $1/6 \times 10^{-14}$

**پاسخ** ابتدا بار ذره آلفا را حساب می‌کنیم، هسته هلیوم دارای دو پروتون است، یعنی بار آن  $+2e$  است.  $q = ne = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$  بیشینه نیرو هنگامی بر ذره وارد می‌شود که ذره به‌طور عمود بر راستای میدان وارد میدان شود.

$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin \theta = 1 \Rightarrow F = qvB$   
 $\Rightarrow F = 3.2 \times 10^{-19} \times 10^4 \times \Delta T \Rightarrow F = 1/6 \times 10^{-14} \text{ N}$

۳ ۱۷۴۰ A

**بازی با سؤال** ذره باردار با بار  $2 \mu\text{C}$  با تندی  $3 \times 10^4$  m/s وارد میدان مغناطیسی  $B = 0.2 \text{ T}$  می‌شود به گونه‌ای که هنگام ورود جهت بار با خطوط میدان زاویه  $37^\circ$  می‌سازد. نیروی وارد بر بار چند نیوتون است؟ ( $\cos 37^\circ = 0.8$ )

- (۱)  $3/6 \times 10^{-3}$  (۲)  $5/4 \times 10^{-3}$  (۳)  $7/2 \times 10^{-3}$  (۴)  $7/6 \times 10^{-3}$

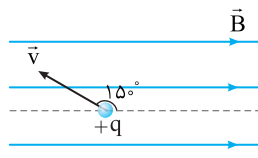
**پاسخ** اندازه نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک از رابطه زیر به دست می‌آید.

اندازه میدان مغناطیسی بزرگی بار الکتریکی  
 $F = |q|vB \sin \theta$   
 زاویه بین بردار  $\vec{v}$  و بردار  $\vec{B}$  تندی (اندازه سرعت)  
 اکنون در رابطه نیرو جای‌گذاری می‌کنیم:  
 $F = |q|vB \sin \theta$   $|q| = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$  و  $v = 3 \times 10^4 \text{ m/s}$  و  $B = 0.2 \text{ T}$   
 $F = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^4 \times 0.2 \times \sin 37^\circ \Rightarrow F = 7/2 \times 10^{-3} \text{ N}$



۱۷۴۱ A

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو اگر جهت  $v$  در صفحه شامل  $B$  و  $90^\circ$  پادساعتگرد تغییر کند، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره،  $F_1$  می‌شود و



اگر  $90^\circ$  ساعتگرد تغییر کند، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار،  $F_2$  می‌شود. کدام گزینه درست است؟

- (۱)  $F_1 = F_2$  (۲)  $F_1 = -F_2$  (۳)  $F_1 = \sqrt{3}F_2$  (۴)  $F_1 = -\sqrt{3}F_2$

**پاسخ** برای به‌دست آوردن جهت نیرو، از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم، به این صورت که چهارانگشت باز دست راست را در جهت  $v$  قرار می‌دهیم به طوری که جهت بسته شدن انگشتان در جهت  $B$  باشد، در این صورت انگشت باز شست جهت  $F$  را نشان می‌دهد. در حالت اول با توجه به قاعده دست راست جهت  $F$  برونسو است و در حالت دوم جهت  $F$ ، درونسو است، بنابراین

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

۱۷۴۷ A

**بازی با سؤال** ذره‌ای با بار الکتریکی  $+2\mu C$  و جرم  $0.1$  گرم با سرعت  $2 \times 10^4$  m/s وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی  $0.2$  تسلا می‌شود. در صورتی که در لحظه ورود، راستای حرکت ذره با خط‌های میدان مغناطیسی زاویه  $30^\circ$  درجه بسازد، بزرگی شتاب حاصل از نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در لحظه ورود آن به میدان، چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

- (۱)  $40$  (۲)  $0.4$  (۳)  $80$  (۴)  $0.8$

**پاسخ** ابتدا با توجه به داده‌ها نیروی مغناطیسی را محاسبه می‌کنیم:

$$F_B = qvB \sin \theta = (2 \times 10^{-6}) \times (2 \times 10^4) \times (2 \times 10^{-2}) \sin 30^\circ$$

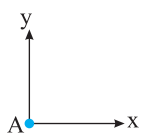
$$\Rightarrow F_B = 4 \times 10^{-4} \text{ N}$$

حال با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_B = ma \Rightarrow 4 \times 10^{-4} = (1 \times 10^{-5}) \times a \Rightarrow a = 40 \text{ m/s}^2$$

۱۷۵۰ B

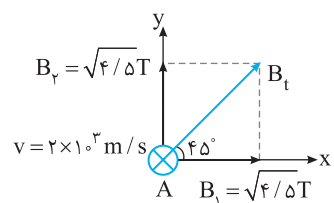
**بازی با سؤال** ذره‌ای با بار  $10 \mu C$  و تسدی  $2 \times 10^3$  m/s درونسو مطابق شکل (عمود بر صفحه کاغذ به طرف داخل) از نقطه  $A$  که در آن دو میدان مغناطیسی یکنواخت هم‌اندازه  $\vec{B}_1 = \sqrt{4/5} \hat{i}$  (T) و  $\vec{B}_2 = \sqrt{4/5} \hat{j}$  (T) وجود دارد، عبور می‌کند. در این لحظه اندازه نیروی مغناطیسی چند نیوتون و جهت آن به کدام سمت است؟ (یک‌ها در SI)



- (۱)  $0.9$  (۲)  $0.9$  (۳)  $0.6$  (۴)  $0.6$

**پاسخ** ۱) میدان‌های  $B_1$  و  $B_2$  هم‌اندازه هستند و اندازه برایند آن‌ها خواهد شد:

$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \Rightarrow B_t = \sqrt{4/5 + 4/5} \Rightarrow B_t = 2T$$

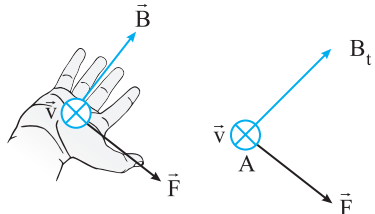


۲) ذره عمود بر میدان به‌طور درونسو پرتاب شده است و  $\theta = 90^\circ$  است.

نیروی وارد بر ذره را حساب می‌کنیم.

$$F = |q|vB \sin \theta \xrightarrow{q=10^{-4} C} F = 10^{-4} \times 2 \times 10^3 \times 3 \Rightarrow F = 0.6 \text{ N}$$

۳) با توجه به قاعده دست راست جهت نیروی  $F$  وارد بر ذره به‌صورت زیر است.



۱۷۵۷ B

**بازی با سؤال** ذره‌ای به جرم  $5g$  دارای بار  $5 \mu C$  با سرعت  $2/5 \times 10^5$  m/s در سطح افقی به طرف غرب، در حرکت است. کمترین بزرگی میدان مغناطیسی چند تسلا و در کدام جهت باشد تا مسیر حرکت ذره به‌همان صورت اولیه (در جهت غرب) بماند و منحرف نشود؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

کنکور دهه‌های گذشته

- (۱) به سمت جنوب،  $2/5$  به سمت شمال  
(۲)  $2/5$  به سمت شمال  
(۳)  $5/2$  به سمت جنوب  
(۴)  $5/2$  به سمت شمال

**پاسخ** ذره‌ای به سمت غرب در حرکت است ( $\vec{v} \leftarrow$ ). به ذره نیروی وزن به طرف پایین اثر می‌کند ( $mg$ ). چون ذره در میدان مغناطیسی حرکت می‌کند، به آن نیروی مغناطیسی وارد می‌شود. برای آنکه ذره بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد، باید نیروهای وزن و نیروی مغناطیسی در خلاف جهت هم و هم‌اندازه باشند، تا همدیگر را خنثی کنند. پس نیروی مغناطیسی باید به سمت بالا باشد و برای این منظور طبق قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی باید به سمت شمال باشد، حداقل بزرگی میدان مغناطیسی نیز هنگامی به‌دست می‌آید که  $\theta = 90^\circ$  باشد یعنی  $F_m = qvB$ ، داریم:

$$mg = qvB \Rightarrow 0.05 \times 10 = 5 \times 10^{-6} \times 2/5 \times 10^5 \times B \Rightarrow B = 1/2 \text{ T}$$

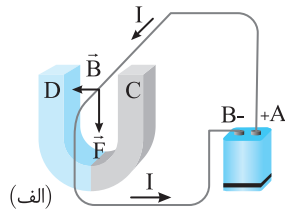
۱۷۵۹ B

**بازی با سؤال** در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی  $E$  عمود بر میدان مغناطیسی  $B$  است. ذره بارداری با جرم ناچیز و تسدی  $v$  وارد این ناحیه می‌شود و در حالی که نیروی میدان مغناطیسی پیشینه است، بدون انحراف از این فضا خارج می‌شود. کدام رابطه بین  $v$ ،  $E$  و  $B$  برقرار است؟

- (۱)  $E = \frac{v}{B}$  (۲)  $B = \frac{E}{v}$   
(۳)  $B = vE$  (۴) به مقدار بار ذره بستگی دارد.

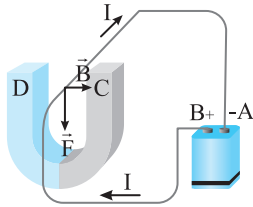
**پاسخ** برای آنکه ذره بدون انحراف خارج شود باید نیرویی که میدان الکتریکی بر آن وارد می‌کند با نیرویی که میدان مغناطیسی بر آن وارد می‌کند، برابر باشند.

$$F_E = F_B \Rightarrow qE = qvB \Rightarrow E = vB \Rightarrow B = \frac{E}{v}$$



**پاسخ** اگر A قطب مثبت

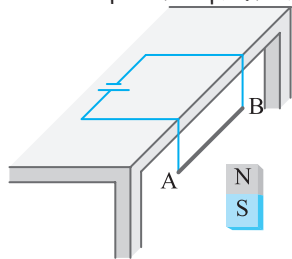
باشد جهت جریان به صورت روبه‌رو خواهد بود. اکنون به کمک قاعده دست راست مشخص می‌شود که جهت میدان به سمت چپ است و C قطب N و D قطب S آهنرباست و گزاره (الف) درست است.



اگر B قطب مثبت باشد جهت جریان به صورت روبه‌رو خواهد بود، حال با داشتن جریان و نیرو طبق قاعده دست راست، جهت میدان و قطب‌ها را به دست می‌آوریم. میدان به سمت راست است و C قطب S و D قطب N و گزاره (ت) درست است.

**پاسخ** ۲ ۱۷۷۰ A

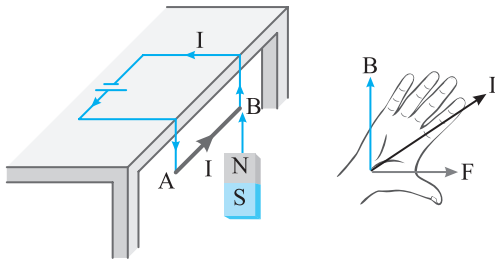
**بازی با سؤال** در شکل زیر نیروی وارد بر سیم AB به کدام سمت است؟



- (۱) چپ
- (۲) راست
- (۳) بالا
- (۴) پایین

**پاسخ** جهت جریان از قطب مثبت باتری به قطب منفی است و میدان

مغناطیسی از قطب N خارج می‌شود پس قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر سیم از دید ما به سمت راست است.



**پاسخ** ۲ ۱۷۷۱ B

**بازی با سؤال** سیم راستی به طول ۲۰cm، موازی سطح افقی قرار دارد

و جریان عبوری از آن ۱۰A و رو به شرق است. سیم درون میدان مغناطیسی یکنواخت ۵G قرار گرفته که جهت این میدان در راستای قائم و رو به بالاست

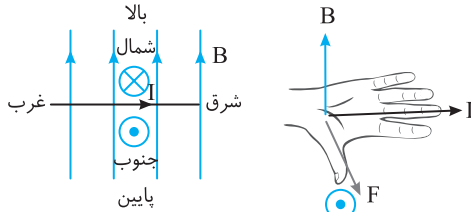
نیروی مغناطیسی وارد بر سیم چند نیوتون و به کدام جهت است؟

- (۱) ۱۰<sup>-۳</sup>، شمال
- (۲) ۱۰<sup>-۳</sup>، جنوب
- (۳) ۲×۱۰<sup>-۳</sup>، بالا
- (۴) ۲×۱۰<sup>-۳</sup>، پایین

**پاسخ** اندازه نیرو برابر است با:

$$F = I l B \sin \theta \Rightarrow F = 10 \times 0.2 \times 5 \times 10^{-3} \times 1 \Rightarrow F = 10^{-3} \text{ N}$$

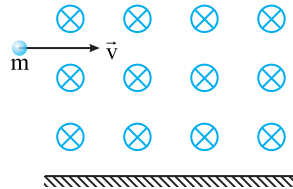
جهت شمال را درون‌سو در نظر می‌گیریم. میدان رو به بالا و سوی جریان از غرب به شرق است و با توجه به قاعده دست راست جهت نیرو رو به جنوب خواهد بود.



**بازی با سؤال** در شکل زیر گلوله‌ای به جرم ۱۰g با بار الکتریکی

$+4\mu\text{C}$  و با سرعت افقی  $2 \times 10^6 \text{ m/s}$  عمود بر راستای میدان مغناطیسی درون‌سوی یکنواختی با بزرگی  $100 \text{ G}$  درون میدان شلیک می‌شود. جهت و بزرگی میدان الکتریکی که سبب ثابت ماندن بردار سرعت می‌شود کدام است؟

$$B = 100 \text{ G} \quad (g = 10 \text{ N/kg})$$



(۱)  $2 \times 10^4 \text{ N/C}$ ، بالاسو

(۲)  $2 \times 10^4 \text{ N/C}$ ، پایین‌سو

(۳)  $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، پایین‌سو

(۴)  $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، بالاسو

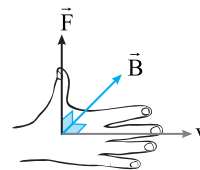
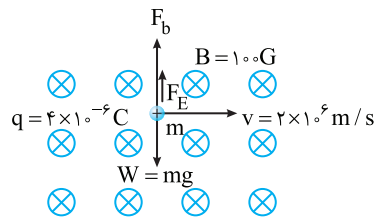
**پاسخ** برای ثابت ماندن مسیر حرکت ذره (بردار سرعت ذره) باید برآیند

نیروهای الکتریکی و مغناطیسی و گرانشی وارد بر ذره صفر شود.

با توجه به قاعده دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره رو به بالا و اندازه

$$F_b = qvB = 4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^6 \times 100 \times 10^{-4} = 0.8 \text{ N}$$

آن برابر است با:



نیروی وزن را حساب می‌کنیم:

نیروی وزن از نیروی مغناطیسی بزرگ‌تر است و ذره به سمت پایین منحرف می‌شود، بنابراین میدان الکتریکی باید نیروی  $F_E = qE$  را رو به بالا بر ذره وارد

کند تا به کمک میدان مغناطیسی مانع انحراف ذره شوند.

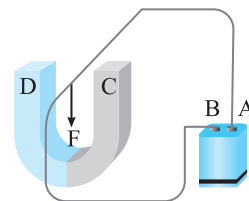
$$W = F_E + F_b \Rightarrow 0.8 = F_E + 0.8 \Rightarrow F_E = 0.2 \text{ N}$$

$$F_E = qE \Rightarrow 0.2 = 4 \times 10^{-6} E \Rightarrow E = 5 \times 10^3 \text{ N/C}$$

ذره دارای بار مثبت است و جهت میدان الکتریکی باید رو به بالا باشد.

**بازی با سؤال** گزاره‌های زیر برای شکل زیر نوشته شده است. کدام

گزینه گزاره‌های درست را بیان می‌کند؟



(الف) اگر A قطب مثبت باشد، C باید قطب N باشد. / (ب) اگر A قطب مثبت

باشد، D باید قطب N باشد. / (پ) اگر B قطب مثبت باشد، C باید قطب N

باشد. / (ت) اگر B قطب مثبت باشد، D باید قطب N باشد.

(۱) (الف)، (ب)

(۲) (الف)، (ت)

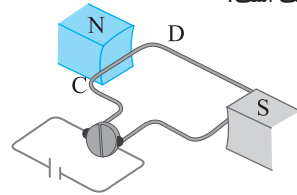
(۳) (ب)، (پ)

(۴) (ب)، (ت)



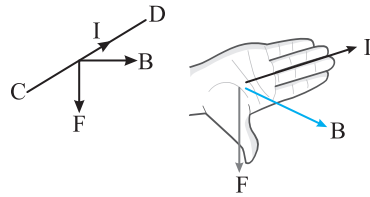
۲ ۱۷۸۵ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو که طرحی ساده از یک موتور الکتریکی است در مدت ۱s، قاب موتور  $36^\circ$  می‌چرخد. پس از ۳s از لحظه نشان داده شده نیروی وارد بر سیم CD به کدام سمت است؟



- (۱) بالا
- (۲) پایین
- (۳) چپ
- (۴) صفر

**پاسخ** در مدت ۱s قاب  $36^\circ$  می‌چرخد یعنی یک دور می‌زند و سیم CD به همین وضعیت می‌رسد بنابراین در مدت ۳s، مجدداً سیم CD در همین حالت است و نیروی وارد بر سیم CD مطابق شکل رو به پایین است.

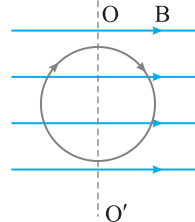


۳ ۱۷۸۹ B

**بازی با سؤال** چنانچه این قاب قابلیت چرخش داشته باشد، برای قاب چه اتفاقی می‌افتد؟

- (۱) به سمت چپ می‌رود.
- (۲) ثابت می‌ماند.
- (۳) می‌چرخد.
- (۴) مشخص نیست.

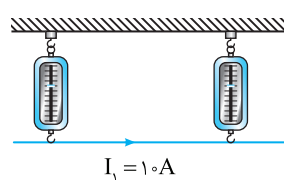
**پاسخ** قطعاً این دو نیروی خلاف جهت هم که در فیزیک به آن زوج نیرو می‌گویند باعث چرخش قاب می‌شود.



**نتیجه** اگر حلقه‌ای مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد نیروی خالص وارد بر حلقه صفر است و در لحظه نشان داده شده حلقه حرکت انتقالی ندارد (جابجانی‌شود) اما می‌تواند طول محور  $OO'$  بچرخد.

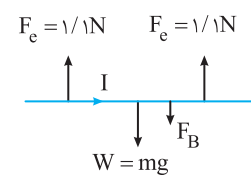
۱ ۱۷۹۶ B

**بازی با سؤال** مطابق شکل سیمی به طول ۵cm حامل جریان ۱۰A



به جرم  $200g$  به وسیله دو نیروسنج آویزان است. اگر با برقراری یک میدان مغناطیسی هرکدام از نیروسنج‌ها  $1/1N$  را نشان دهند، کمینه اندازه میدان و جهت آن را مشخص کنید؟ ( $g=10N/kg$ )

- (۱)  $0.04$  برونسو
- (۲)  $0.02$  برونسو
- (۳)  $0.04$  درونسو
- (۴)  $0.02$  درونسو



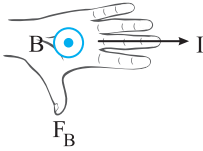
**پاسخ** کمینه اندازه میدان مغناطیسی یعنی میدان مغناطیسی بر سیم عمود بوده ( $\theta=90^\circ$ ) و  $\sin\theta=1$  باشد.

نیروی وزن رو به پایین بر میله وارد می‌شود و مقدار آن برابر است با

$$W = mg \Rightarrow W = 0.2 \times 10 = 2N$$

هر فنر نیروی  $1/1N$  یعنی جمعاً  $2/2N$  رو به بالا وارد می‌کند بنابراین برای تعادل سیم باید میدان مغناطیسی نیروی  $F_B = 2/2 - 2 = 0/2N$  را بر سیم رو به پایین وارد کند.

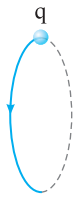
$$F_B = I l B \sin\theta \Rightarrow 0/2 = 1 \times 0.05 \times B \times 1 \Rightarrow B = 0/2 \Rightarrow B = 0.4T$$



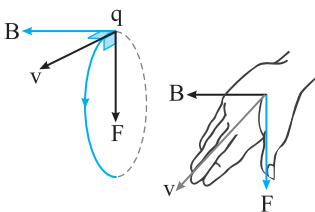
و با توجه به قاعده دست راست باید میدان مغناطیسی برونسو باشد.

۲ ۱۸۰۴ B

**بازی با سؤال** بار الکتریکی  $q > 0$  در یک میدان مغناطیسی یکنواخت در حال چرخش است. اگر مسیر حرکت بار  $q$  مطابق شکل باشد، جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ **ریاضی-۹۱**



- (۱)  $\rightarrow$
- (۲)  $\leftarrow$
- (۳)  $\odot$
- (۴)  $\otimes$



**پاسخ** نیروی میدان مغناطیسی در هر نقطه بر  $v$  عمود است و  $v$  نیز مماس بر مسیر است، بنابراین  $F$  رو به مرکز دایره و در امتداد شعاع دایره است.

در یک نقطه مانند شکل جهت  $F$  و  $v$  را داریم و با استفاده از قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی به دست می‌آید.

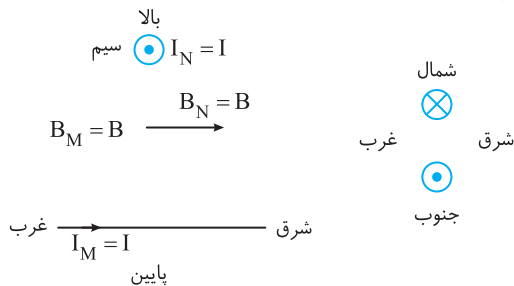
چهار انگشت دست راست را مماس بر حلقه در سوی حرکت بار قرار دهید به گونه‌ای که انگشت شست دست راست شما به سمت مرکز دایره (در جهت نیروی  $F$ ) باشد در این حالت کف دست شما (خم کردن چهار انگشت) به سمت چپ شکل است یعنی جهت  $B$  به صورت  $\leftarrow$  خواهد بود.

۲ ۱۸۱۵ A

**بازی با سؤال** از سیم راست و افقی  $M$  جریان  $I$  به سوی شرق می‌گذرد، سیم راست و افقی  $N$  از بالای سیم اول می‌گذرد و از آن نیز جریان  $I$  رو به جنوب می‌گذرد. در نقطه‌ای دقیقاً بین دو سیم جهت میدان مغناطیسی خالص در کدام جهت است؟

- (۱) جنوب غربی
- (۲) جنوب شرقی
- (۳) شمال غربی
- (۴) شمال شرقی

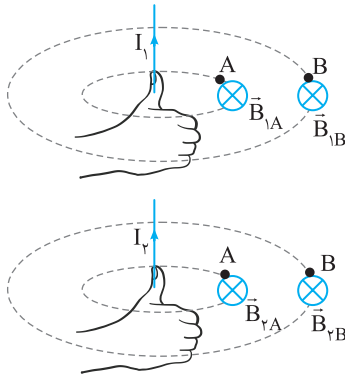
**پاسخ** جهت شمال را درونسو در نظر بگیرید و جهت‌ها را روی کاغذ رسم کنید.



جریان سیم  $M$  به سمت راست و در نقطه‌ای بالای آن مطابق شکل میدان مغناطیسی حاصل از آن رو به جنوب (برونسو) است.

جریان سیم  $N$  رو به جنوب یعنی برونسو بوده و در نقطه‌ای زیر آن میدان مغناطیسی به سوی شرق است.

بنابراین میدان برابری دو میدان یکسان که یکی از آن‌ها به سوی جنوب و دیگری به سوی شرق است میدانی است در جهت جنوب شرقی.



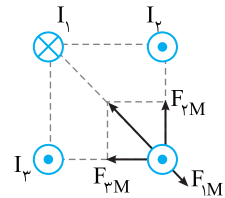
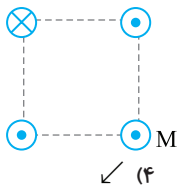
۲ ۱۸۴۲ A

**بازی با سؤال** از دو سیم راست، موازی و طویل که به فاصله ۱ متر از هم قرار دارند به ترتیب جریان‌های  $I_1 = 10A$  و  $I_2 = 12A$  می‌گذرد. اگر نیرویی که سیم (۱) به سیم (۲) وارد می‌کند  $\vec{F}$  باشد، بردار نیرویی که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد خواهد کرد، کدام گزینه است؟

- (۱)  $\vec{F}$  (۲)  $-\vec{F}$  (۳)  $1/2\vec{F}$  (۴)  $-1/2\vec{F}$

**پاسخ** اندازه نیروها طبق سوم نیوتون با هم برابر است. برای مثال نیرویی که سیم (۱) بر سیم (۲) وارد می‌کند برابر نیرویی است که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد می‌کند، اما در خلاف جهت آن. پس اگر نیرویی که سیم (۱) بر سیم (۲) وارد می‌کند  $\vec{F}$  باشد، نیرویی که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد می‌کند  $-\vec{F}$  می‌شود.

۳ ۱۸۴۴ A



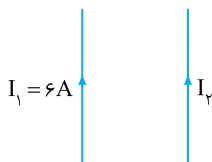
**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو، ۴ سیم راست، دراز و موازی با جریان‌های یکسان از رئوس یک مربع می‌گذرند. نیروی وارد بر سیم M در کدام جهت است؟

- (۱) ↗ (۲) ↘ (۳) ↙ (۴) ↖

**پاسخ** سیم‌های حامل جریان‌های همسو یکدیگر را می‌ربایند و سیم‌های حامل جریان ناهمسو یکدیگر را می‌رانند، بنابراین نیروهای وارد بر سیم M به صورت شکل روبه‌رو است اما براینده نیروهای  $F_{1M}$  و  $F_{2M}$  از نیروی  $F_{3M}$  بزرگ‌تر بوده و براینده نیروها مطابق گزینه (۳) است.

۳ ۱۸۵۴ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو دو سیم حامل جریان  $I_1 = I_2 = 6A$  در کنار هم قرار دارند و بر هم نیروی ۵N وارد می‌کنند. اگر جریان سیم  $I_1$ ، ۲۵ درصد کاهش پیدا کند، نیرویی که سیم  $I_1$  به سیم  $I_2$  وارد می‌کند چند نیوتون خواهد شد؟



- (۱) ۲/۷۵ (۲) ۴ (۳) ۳/۷۵ (۴) قابل محاسبه نیست.

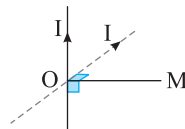
**پاسخ** دقت کنید که نیرویی که سیم  $I_1$  بر سیم  $I_2$  وارد می‌کند، بنا به قانون سوم نیوتون برابر نیرویی است که سیم  $I_2$  بر سیم  $I_1$  وارد می‌کند. نیروی وارد بر سیم  $I_1$  برابر ۵N است و این نیرو برابر  $F_{21} = I_1 I_2 B_1$  است. یعنی نیرو با جریان رابطه مستقیم دارد و وقتی جریان  $I_1$ ، ۲۵٪ کاهش می‌یابد، نیروی وارد بر آن نیز ۲۵٪ کاهش می‌یابد یعنی نیرو خواهد شد:

$$F' = F - 0.25F \Rightarrow F' = \frac{3}{4} \times F = \frac{3}{4} \times 5 \Rightarrow F' = 3.75N$$

۳ ۱۸۲۱ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو اگر سیم حامل جریان حول محور OM،  $30^\circ$  رو به بیرون صفحه (برونسو) بچرخد، میدان مغناطیسی حاصل از سیم در نقطه M چه تغییری می‌کند؟

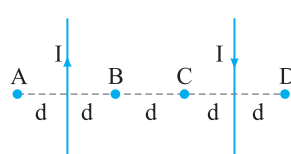
- (۱) افزایش می‌یابد (۲) کاهش می‌یابد (۳) تغییر نمی‌کند (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد



**پاسخ** با حرکت و دوران سیم حول محور OM فاصله نقطه O از سیم حامل جریان تغییر نمی‌کند بنابراین میدان مغناطیسی حاصل از جریان نیز تغییر نمی‌کند.

۱ ۱۸۲۲ B

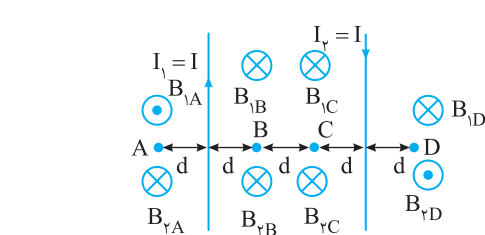
**بازی با سؤال** مطابق شکل زیر، دو سیم موازی و بسیار بلند و نازک حامل جریان‌های یکسان در صفحه قرار دارند. در مقایسه بزرگی میدان مغناطیسی نقاط نشان داده شده، کدام رابطه درست است؟



- (۱)  $B_B = B_C > B_A = B_D$   
(۲)  $B_C < B_B < B_D < B_A$   
(۳)  $B_B = B_C = B_D = B_A$   
(۴)  $B_C > B_B > B_D > B_A$

**پاسخ** در نقطه A میدان  $B_1$  برونسو و میدان  $B_2$  درونسو است و چون  $B_A = B_1 - B_2$  است میدان در نقطه A خواهد شد: در نقطه B و نقطه C میدان‌های مغناطیسی دو سیم درونسو بوده و با هم جمع می‌شوند و به دلیل تقارن میدان در این دو نقطه با هم برابر است.  $B_B = B_C$  در نقطه D میدان  $B_1$  برونسو و میدان  $B_2$  درونسو است و به همان نسبتی که میدان  $B_2$  در این نقطه نسبت به نقطه A افزایش یافته میدان  $B_1$  کاهش یافته و براینده آن‌ها در نقاط A و D برابر است.

$B_A = B_D$  در نقاط B و C میدان‌ها با هم جمع می‌شوند و در نقاط A و D میدان‌ها از کم می‌شوند بنابراین:

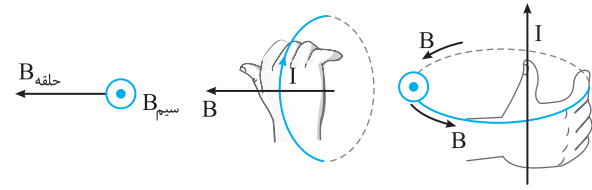


۱ ۱۸۴۰ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو با حرکت از نقطه A تا نقطه B میدان خالص حاصل از دو سیم راست حامل جریان چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد. (۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش

**پاسخ** با توجه به قاعده دست راست، در نقطه A و B میدان مغناطیسی حاصل از هر دو سیم درونسو بوده و میدان خالص برابر جمع میدان  $B_1$  و  $B_2$  است و هرچه از دو سیم دور شویم، میدان خالص ضعیف‌تر می‌شود.



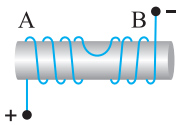
$$|B| = \sqrt{B_{\text{حلقه}}^2 + B_{\text{سیم}}^2} = \sqrt{(\frac{\mu_0}{4\pi})^2 + (\frac{\mu_0}{4\pi})^2} = \frac{\mu_0}{\Delta G}$$

۴ ۱۸۷۴ B

**بازی با سؤال** از سیم‌پیچی که دارای هسته آهنی است، مطابق شکل

جریان I می‌گذرد. دو انتهای A و B به ترتیب از راست به چپ به کدام قطب

تبدیل می‌شوند؟

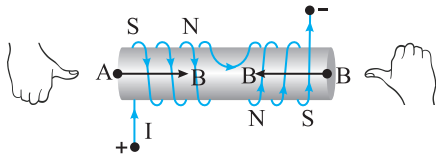


- S . N (۱)
- N . S (۲)
- N . N (۳)
- S . S (۴)

**بازی با سؤال** با توجه به پایانه‌های مثبت و منفی جهت جریان در سیمولوله مطابق

شکل زیر است و با استفاده از قاعده دست راست جهت میدان را در هر قسمت

به دست می‌آوریم.



با توجه به جهت میدان هر دو انتها قطب S می‌باشد.

۲ ۱۸۷۸ B

**بازی با سؤال** تقریباً جریان چند آمپری از سیمولوله‌ای که ۱۲ حلقه در هر

سانتی‌متر از طولش دارد عبور کند تا میدان داخل آن برابر  $3 \times 10^{-3}$  تسلا شود؟

کنکور دهه‌های گذشته

$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$$

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

**بازی با سؤال** در رابطه میدان سیمولوله  $\frac{N}{l}$  تعداد حلقه در واحد طول (متر) می‌باشد.

$$\frac{N}{l} = \frac{12}{1 \times 10^{-2}} = \frac{12}{10^{-2}}, B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{12}{10^{-2}} \times I = 3 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow I = \frac{300}{4\pi \times 12} \approx \frac{300}{12 \times 12} \approx 2 \text{ A}$$

۱ ۱۸۸۲ A

**بازی با سؤال** از دو سیمولوله کاملاً مشابه جریان یکسان I می‌گذرد، اگر

میدان درون هر سیمولوله برابر B باشد، چنانچه دو سیمولوله را به هم متصل کرده

تا یک سیمولوله طویل‌تر بسازیم و از آن جریان I بگذرد، میدان مغناطیسی درون

این سیمولوله چند برابر می‌شود؟

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)
- ۸ (۴)

**بازی با سؤال** وقتی دو سیمولوله را به هم متصل می‌کنیم طول سیمولوله دو برابر

می‌شود. هم‌چنین تعداد حلقه‌ها نیز دو برابر خواهد شد پس:

$$I' = 2I, N' = 2N$$

بنابراین نسبت  $\frac{N}{l}$  تغییری نمی‌کند و چون همان جریان I از سیمولوله می‌گذرد

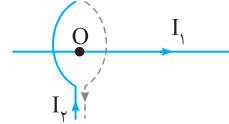
پس میدان در این حالت همان میدان حالت قبل خواهد شد.

۴ ۱۸۶۵ B

**بازی با سؤال** در شکل زیر سیم مستقیم حامل جریان  $I_1$  به صورت

عمود از مرکز حلقه می‌گذرد. حلقه فلزی نیز مطابق شکل دارای جریان  $I_2$

است. در مورد حلقه و سیم، کدام گزینه صدق می‌کند؟



(۱) یکدیگر را می‌رانند.

(۲) یکدیگر را جذب می‌کنند.

(۳) اگر  $I_1 = I_2$  باشد به هم نیرویی وارد نمی‌کند.

(۴) با هر جریانی به یکدیگر نیرو وارد نمی‌کنند.

**بازی با سؤال** خط میدان مغناطیسی حلقه حامل جریان موازی محور حلقه است و

سیم راست حامل جریان  $I_1$  در امتداد محور حلقه قرار دارد، بنابراین نیرویی

توسط میدان مغناطیسی حلقه بر سیم راست وارد نمی‌شود و سیم راست نیز بر

حلقه نیرویی وارد نمی‌کند.

۱ ۱۸۶۸ B

**بازی با سؤال** دو حلقه هم‌مرکز مطابق شکل در صفحه xoy قرار

گرفته‌اند. اگر بزرگی میدان‌های حاصل

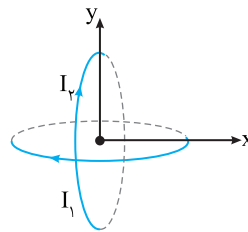
از حلقه‌ها دارای جریان  $I_1$  و  $I_2$  در

مرکز آن‌ها به ترتیب برابر  $3\pi$  و  $2\pi$

تسلا باشد، کدام گزینه بردار میدان

مغناطیسی در مرکز دو حلقه را درست

نشان می‌دهد؟



(۱)  $(-2\pi\vec{i} - 3\pi\vec{j})$

(۲)  $(-2\pi\vec{i} + 3\pi\vec{j})$

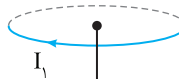
(۳)  $(-3\pi\vec{i} - 2\pi\vec{j})$

(۴)  $(-3\pi\vec{i} + 2\pi\vec{j})$

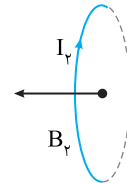
**بازی با سؤال** ابتدا با توجه به قاعده دست راست جهت میدان حاصل از پیچ‌ها

را به دست می‌آوریم:

$$\vec{B}_y = -|B_y| \vec{i} = -2\pi\vec{i}$$



$$\vec{B}_x = -|B_x| \vec{j} = -3\pi\vec{j}$$



$$\vec{B} = (-2\pi\vec{i} - 3\pi\vec{j})$$

بنابراین بردار میدان خالص خواهد شد:

۴ ۱۸۶۹ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو میدان حاصل از سیم راست در مرکز حلقه

برابر  $\frac{\mu_0}{4\pi} G$  و میدان مغناطیسی حاصل از جریان حلقه در مرکز آن  $\frac{\mu_0}{4\pi} G$  است.

میدان برابند حاصل از سیم راست و حلقه در نقطه O برابر چند گاوس است؟

(۱)  $\frac{\mu_0}{4\pi} G$

(۲)  $\frac{\mu_0}{4\pi} G$

(۳)  $\frac{\mu_0}{4\pi} G$

(۴)  $\frac{\mu_0}{4\pi} G$

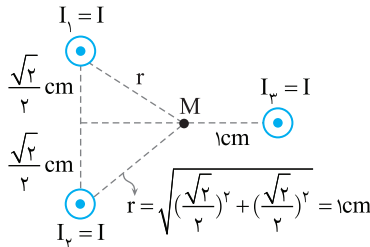
**بازی با سؤال** جهت میدان حلقه در مرکز آن با توجه به قاعده دست راست به

سمت چپ است و جهت میدان سیم راست در مرکز حلقه برونسوست، بنابراین

دو میدان بر هم عمود می‌باشند.

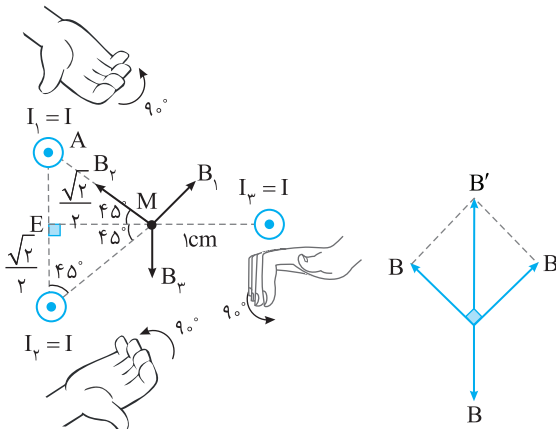
**پاسخ ۱** در این سؤال علاوه بر جهت میدان‌ها باید حواسمان به بزرگی میدان‌های مغناطیسی هم باشد. میدان مغناطیسی حاصل از سیم با جریان سیم رابطه مستقیم و با فاصله رابطه عکس دارد، با توجه به شکل روبه‌رو فاصله تمام سیم‌ها تا نقطه M برابر ۱cm و جریان آن‌ها با هم برابر است، پس اندازه  $|B_1|=|B_2|=|B_3|$  هر سه میدان باهم برابر است.

**پاسخ ۲** با توجه به قاعده دست راست، جهت میدان سیم‌های مختلف را به دست می‌آوریم:



زاویه‌ای که رأس N در مثلث ENM می‌سازد با توجه به طول ساق‌ها برابر  $45^\circ$  است، بنابراین مثلث NMA مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین است.

$$\begin{cases} B' = \sqrt{B^2 + B^2} = \sqrt{2}B \\ B : B' - B = \sqrt{2}B - B = (\sqrt{2} - 1)B \end{cases}$$



۱ ۱۹۱۴ A

**پاسخ ۱** حلقه‌ای به مساحت A در یک میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B}$  قرار دارد. اگر زاویه بین بردار میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  با سطح حلقه  $60^\circ$  باشد، شار میدان مغناطیسی یکنواخت که از سطح حلقه می‌گذرد برابر است با:

کنکور دهه‌های گذشته

$$\frac{\sqrt{3}}{2}BA \quad (1) \quad 2BA \quad (2) \quad \frac{1}{2}BA \quad (3) \quad 4BA \quad (4)$$

**پاسخ ۲** زاویه بین خط‌های میدان و نیم‌خط عمود بر سطح برابر است با:

$$\theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\Phi = BA \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}BA$$

با توجه به تعریف شار مغناطیسی داریم:

۲ ۱۹۱۵ A

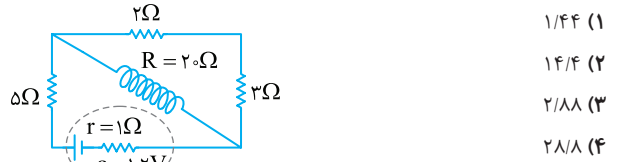
**پاسخ ۱** قاب مستطیل شکلی با طول و عرض ۸cm و ۲/۵cm

درون میدان مغناطیسی به بزرگی  $50 \text{ G}$  قرار گرفته و صفحه با خطوط میدان زاویه  $37^\circ$  می‌سازد. شار مغناطیسی عبوری از صفحه چند میلی‌وبر است؟

$$3 \times 10^{-2} \quad (1) \quad 6 \times 10^{-2} \quad (2) \quad 3 \times 10^{-1} \quad (3) \quad 3 \times 10^{-2} \quad (4)$$

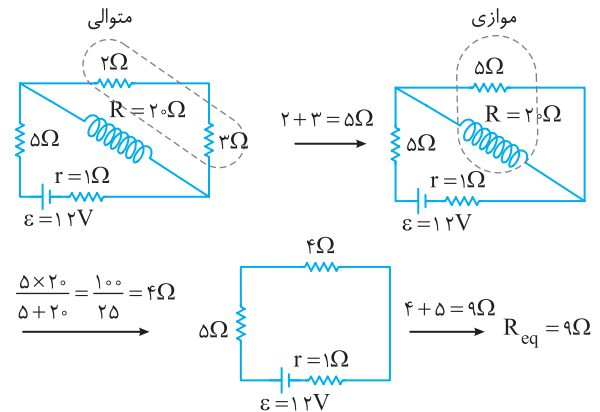
**پاسخ ۱** در شکل روبه‌رو مقاومت اهمی سیمولوه  $20 \Omega$  است. اگر طول سیمولوه ۴cm، تعداد حلقه‌های آن ۴۰ دور و قطر دهانه آن ۵ میلی‌متر باشد،

میدان مغناطیسی درون سیمولوه چند گاوس است؟  $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$



**پاسخ ۲** ابتدا باید جریان عبوری از سیمولوه را حساب کنیم، سیمولوه با

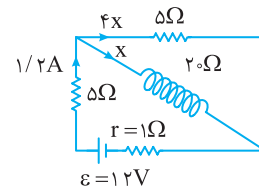
مقاومت  $20 \Omega$  در مدار قرار دارد:



$$I_{\text{مدار}} = \frac{\epsilon}{R_{\text{eq}} + r} \Rightarrow I_{\text{مدار}} = \frac{12}{9+1} = 1/2 \text{ A}$$

حال با تقسیم جریان  $1/2 \text{ A}$  بین مقاومت  $5 \Omega$  و مقاومت  $20 \Omega$  اهمی سیمولوه، جریان عبوری از سیمولوه به دست می‌آید، در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

$$x + 4x = 1/2 \text{ A} \Rightarrow 5x = 1/2 \text{ A} \Rightarrow x = \frac{1/2}{5} = 0/24 \text{ A}$$



جریان شاخه شامل سیمولوه  $0/24 \text{ A}$  است، بنابراین میدان مغناطیسی درون

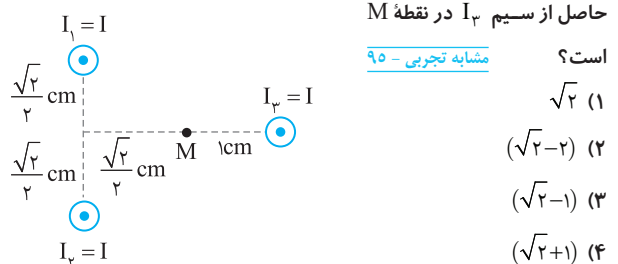
$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 12 \times 10^{-7} \times \frac{40}{4 \times 10^{-2}} \times 0/24$$

$$\Rightarrow B = 28/8 \times 10^{-5} \text{ T} = 28/8 \times 10^{-1} \text{ G} = 2/88 \text{ G}$$

**پاسخ ۱** مطابق شکل زیر، از سه سیم مستقیم و بلند که بر صفحه کاغذ عمودند، جریان I می‌گذرد. میدان خالص در نقطه M چند برابر میدان

حاصل از سیم  $I_3$  در نقطه M است؟

مشابه تجربی - ۹۵



$$\sqrt{2} \quad (1)$$

$$(\sqrt{2}-2) \quad (2)$$

$$(\sqrt{2}-1) \quad (3)$$

$$(\sqrt{2}+1) \quad (4)$$





۲. میدان مغناطیسی درون سیملوله بر سطح حلقه عمود بوده و در رابطه شار

$\Phi = BA \cos \theta$  ،  $\theta$  برابر صفر است، بنابراین شار گذرنده از سیملوله خواهد شد:

$$\Phi = BA \cos \theta = 2/4 \times 10^{-3} \times (3 \times 2.5 \times 10^{-4}) \times \cos 0$$

$$\Rightarrow \Phi = 1/8 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

۲ ۱۹۲۵ B

بازی با سؤال: بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت

$$\vec{B} = 4\vec{i} + 4\sqrt{3}\vec{j}$$

محو  $y$  در میدان قرار دهیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند و بر است؟

$$1) 8 \times 10^{-1} \quad 2) 8\sqrt{3} \times 10^{-3} \quad 3) 8 \times 10^{-3} \quad 4) 16 \times 10^{-3}$$

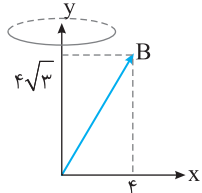
۱. اگر به شکل روبه رو دقت کنید شار گذرنده از حلقه توسط مؤلفه  $x$

میدان صفر است و تنها مؤلفه  $y$  سبب گذر

شار از حلقه می شود.

$$\Phi = B_y A = 20 \times 10^{-4} \times 4\sqrt{3}$$

$$= 8\sqrt{3} \times 10^{-3} \text{ Wb}$$



۱ ۱۹۲۶ C

بازی با سؤال: اگر بردار میدان مغناطیسی در SI به صورت

$$\vec{B} = -0.4\vec{i} + 0.4\sqrt{3}\vec{j}$$

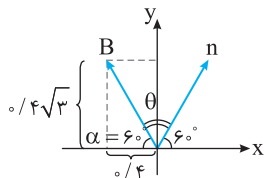
باشد، شار عبوری از حلقه نسبت به حالت قبل چند برابر می شود؟

$$1) \frac{1}{2} \quad 2) \frac{\sqrt{2}}{2} \quad 3) \frac{\sqrt{3}}{2} \quad 4) 1$$

۱. ابتدا زاویه بین نیم خط عمود و خطوط میدان را به دست می آوریم:

$$\tan \alpha = \frac{\text{ضلع روبه رو}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{0.4\sqrt{3}}{0.4} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

$$\theta = 180 - (60 + 60) = 60^\circ$$



بنابراین شار در این حالت برابر

$$\Phi_f = BA \cos 60^\circ = \frac{BA}{2}$$

شد و نصف حالت قبلی است.

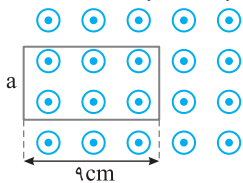
۳ ۱۹۳۴ B

بازی با سؤال: در شکل روبه رو یک قاب رسانا در میدان مغناطیسی

یکنواخت برونسو قرار گرفته است. اگر این قاب شامل  $30^\circ$  حلقه باشد و میدان

مغناطیسی یکنواخت از  $10 \text{ mT}$  به  $20 \text{ mT}$  برونسو تغییر کند، قاب را چند

سانتی متر از میدان خارج کنیم تا شار عبوری از هر حلقه تغییر نکند؟



$$4) 1$$

$$2) 5/5$$

$$3) 4/5$$

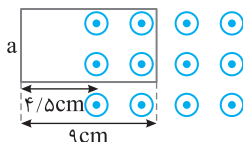
$$4) 5$$

۱. شار مغناطیسی گذرنده از قاب برابر است با:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

$$\Phi_f = \Phi_i \Rightarrow 20 \times (x \times a) = 10 \times (9 \times a)$$

$$\Rightarrow x = 4/5 \text{ cm}$$



در این صورت باید قاب را  $9 - 4/5 = 4/5 \text{ cm}$  از میدان خارج کرد.

۱. بازی با سؤال: زاویه قاب با خطوط میدان مغناطیسی  $37^\circ$  است بنابراین زاویه ای

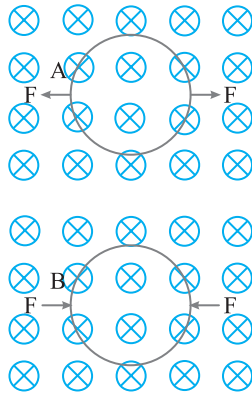
که نیم خط عمود بر قاب با خطوط میدان مغناطیسی ( $\theta$ ) می سازد برابر

$$\Phi = BA \cos \theta \xrightarrow{A = \pi r^2 / 5 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \xrightarrow{B = 50 \times 10^{-4} \text{ T}} \Phi = 50 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-4} \times \cos 53^\circ$$

$$\Phi = 50 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-4} \times \cos 53^\circ$$

$$0.6 \times 10^{-4} \text{ Wb} = 0.6 \times 10^{-1} \text{ mWb} = 6 \times 10^{-2} \text{ mWb}$$

۴ ۱۹۱۷ A



۱. بازی با سؤال: دو بیچه دایره ای

را در میدان های درونسو قرار می دهیم.

اگر بیچه A را از دو طرف بکشیم و بیچه

B را از دو طرف بفشاریم، شار عبوری از

بیچه در هر کدام از شکل های A و B به

ترتیب چگونه تغییر می کند؟ از کتاب درسی

۱) افزایش می یابد - کاهش می یابد.

۲) کاهش می یابد - افزایش می یابد.

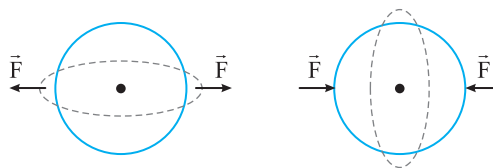
۳) افزایش می یابد - افزایش می یابد.

۴) کاهش می یابد - کاهش می یابد.

۱. بازی با سؤال: با کشیده شدن یا فشرده شدن بیچه مساحت سطح بیچه کاهش

می یابد و با توجه به رابطه شار مغناطیسی  $\Phi = BA \cos \theta$ ، با کاهش مساحت

سطح شار مغناطیسی نیز کاهش می یابد.



۱ ۱۹۲۲ B

۱. بازی با سؤال: در شکل مقابل یک پوسته به شکل نیم کره ای به شعاع

$10 \text{ cm}$  در آمده و درون میدان مغناطیسی  $400 \text{ G}$  قرار گرفته است. شار

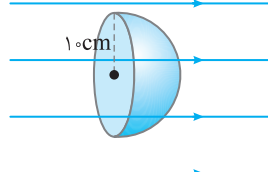
مغناطیسی عبوری از نیم کره چند میکروبر است؟

$$1) 1256$$

$$2) 125/6$$

$$3) 314$$

$$4) 31/4$$



۱. بازی با سؤال: با توجه به شکل داده شده تعداد خطوط عبوری از نیم کره با تعداد

خطوط عبوری از سطح دایره به شعاع  $10 \text{ cm}$  یکسان است، بنابراین در رابطه

$\Phi = BA \cos \theta$ ، برابر مساحت دایره به شعاع  $10 \text{ cm}$  است:

$$A = \pi r^2 \Rightarrow A = 3/14 \times 10^2 = 314 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = BA \cos \theta \xrightarrow{\text{سطح بر خطوط میدان عمود است}} \Phi = 400 \times 10^{-4} \times 314 \times 10^{-4}$$

$$\Phi = 1256 \times 10^{-6} \text{ Wb} = 1256 \mu \text{ Wb}$$

۳ ۱۹۲۳ A

۱. بازی با سؤال: از یک سیملوله به طول  $40 \text{ cm}$  که شامل  $200$  حلقه

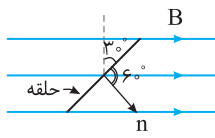
می باشد و قطر هر حلقه  $10 \text{ cm}$  است، جریان  $4 \text{ A}$  می گذرد. شار گذرنده از

سیملوله چند و بر است؟ (مشابه خارج ریاضی - ۹۲)

$$1) 1/8 \times 10^{-4} \quad 2) 7/2 \times 10^{-4} \quad 3) 1/8 \times 10^{-5} \quad 4) 7/2 \times 10^{-5}$$

۱. بازی با سؤال: ابتدا میدان مغناطیسی سیملوله را حساب می کنیم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 12 \times 10^{-7} \times \frac{200}{0.4} \times 4 \Rightarrow B = 2/4 \times 10^{-3} \text{ T}$$



**پاسخ** سطح حلقه با خطوط میدان

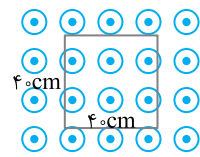
زاویه  $30^\circ$  ساخته است. پس زاویه بین نیم خط عمود بر پیچه با خطوط میدان برابر  $60^\circ = 90^\circ - 30^\circ$  است. از این رو می توان نوشت:

$$|\vec{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \rightarrow |\vec{\varepsilon}| = -NB \frac{\Delta A}{\Delta t} \cos \theta$$

$$\rightarrow \theta = 60^\circ \rightarrow 2 \times 10^{-2} = 200 \times \frac{\Delta A}{\Delta t} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\Delta A}{\Delta t} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} = 5 \text{ cm}^2/\text{s}$$

**۲ ۱۹۵۱ B**

**بازی با سؤال** مطابق شکل زیر. قاب مربعی شکلی با طول ضلع  $4 \text{ cm}$  بر خطوط میدان مغناطیسی به بزرگی  $B = 5 \times 10^{-2} \text{ T}$  عمود است. اگر سطح قاب در مدت  $100 \text{ ms}$  کاملاً از میدان خارج شود، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط



در قاب چند ولت است؟

- (۱)  $0.8$   
(۲)  $0.08$   
(۳)  $0.4$   
(۴)  $0.04$

**پاسخ** مساحت سطح اولیه درون میدان برابر  $A_1 = 4 \times 4 = 16 \text{ cm}^2$  یا

$16 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  است و با خروج کامل قاب از میدان، مساحت سطحی از قاب که درون میدان مغناطیسی است صفر می شود:

$$\Phi_1 = BA_1 \cos \theta \xrightarrow{\theta=0} \Phi_1 = 5 \times 10^{-2} \times 16 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = BA_2 \cos \theta \xrightarrow{\theta=90} \Phi_2 = 0$$

حال نیروی محرکه القایی را به دست می آوریم:

$$|\vec{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \vec{\varepsilon} = 1 \times \frac{8 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 0.08 \text{ V}$$

**۳ ۱۹۵۳ B**

**بازی با سؤال** شار مغناطیسی گذرنده از پیچه مسطحی که داری  $500$  حلقه است با تابع  $\Phi = 0.4t + 6$  وابسته به زمان است. نیروی محرکه القا شده متوسط در پیچه در ثانیه سوم چند ولت است؟ (یکاهای SI)

- (۱)  $2$   
(۲)  $20$   
(۳)  $200$   
(۴) قابل محاسبه نیست.

**پاسخ** نیروی محرکه متوسط القا شده بنا به قانون القای الکترومغناطیسی

فاراده برابر  $\vec{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  است که در آن شیب نمودار شار - زمان است

و با توجه به تابع درجه یک  $\Phi = 0.4t + 6$ ، شیب نمودار  $\Phi - t$  برابر شیب این

خط یعنی  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0.4 \text{ Wb/s}$  است که مقدار ثابتی است و در هر بازه زمانی

مقدار متوسط آن  $0.4 \text{ Wb/s}$  است، از این رو:

$$|\vec{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -500 \times 0.4 = 200 \text{ V}$$

**۲ ۱۹۶۵ B**

**بازی با سؤال** سیملوله ای با  $1000$  دور، مقاومت الکتریکی  $5 \text{ اهم}$  و

مساحت سطح مقطع  $25 \text{ cm}^2$  در یک میدان مغناطیسی یکنواخت  $400 \text{ G}$

به گونه ای قرار گرفته که محور سیملوله با خطوط میدان موازی است. برای آنکه

جریان متوسطی برابر  $10 \text{ mA}$  در سیملوله القا شود، در چه مدت باید میدان

مغناطیسی صفر شود؟

- (۱)  $0.2$   
(۲)  $2$   
(۳)  $4$   
(۴)  $0.5$

**۴ ۱۹۳۵ A**

**بازی با سؤال** یکای ولت. ثانیه معادل کدام یک از یکاهای زیر است؟

- (۱) تسلا (۲) کولن (۳) آمپر (۴) وبر

**پاسخ** با توجه به قانون القای فاراده، نیروی محرکه القایی متناسب با

آهنگ تغییر شار  $\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$  است:  $|\vec{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{\varepsilon}| \Delta t = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Delta t$

وبر ثانیه ولت

بنابراین یکای ولت. ثانیه معادل وبر است.

**۴ ۱۹۳۸ A**

**بازی با سؤال** پیچه ای شامل  $40$  حلقه در میدان مغناطیسی متغیری قرار

دارد. اگر تغییر شار مغناطیسی در هر حلقه در بازه زمانی  $0.1 \text{ s}$  برابر

$2/5 \times 10^{-3}$  وبر باشد، نیرو محرکه القایی متوسط در پیچه چند ولت خواهد بود؟

کنکور دهه های گذشته

- (۱)  $0.5$  (۲)  $5$  (۳)  $1$  (۴)  $10$

**پاسخ** با استفاده از قانون القای فاراده، نیروی محرکه القایی را به دست

$$|\vec{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{\varepsilon}| = 40 \times \frac{2/5 \times 10^{-3}}{0.1} = 1.6 \text{ V}$$

می آوریم:

**۴ ۱۹۳۹ B**

**بازی با سؤال** پیچه مسطحی که دارای  $20$  حلقه است و مساحت هر

حلقه آن  $50 \text{ cm}^2$  است، عمود بر میدان مغناطیسی  $4 \times 10^{-2}$  تسلا قرار دارد، اگر

در مدت  $2 \text{ s}$  میدان به صفر برسد، متوسط نیروی محرکه القایی در پیچه چند

ولت خواهد بود؟

- (۱)  $20$  (۲)  $2$  (۳)  $2 \times 10^{-1}$  (۴)  $2 \times 10^{-2}$

**پاسخ** تنها میدان مغناطیسی در حال تغییر است:

$$\vec{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \vec{\varepsilon} = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \cos \theta \Rightarrow \vec{\varepsilon} = -20 \times \frac{-4 \times 10^{-2}}{2} \times 50 \times 10^{-4} \times 1$$

$$\Rightarrow \vec{\varepsilon} = 2 \times 10^{-2} \text{ V}$$

**۳ ۱۹۴۱ B**

**بازی با سؤال** یک پیچه با  $20$  دور سیم که مساحت هر حلقه آن  $100$

سانتی متر مربع است، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گرفته است. اگر

میدان مغناطیسی در مدت  $0.2$  ثانیه از  $0.25$  تسلا در یک جهت تا  $0.5$  تسلا

در خلاف جهت اولیه تغییر کند، اندازه اختلاف پتانسیل متوسط القا شده بین دو

سر پیچه چند ولت است؟

- (۱)  $0.25$  (۲)  $0.5$  (۳)  $0.75$  (۴)  $1.5$

**پاسخ** ایجاد نیروی محرکه در اثر تغییر میدان مغناطیسی صورت گرفته

است. دقت کنید در بررسی تغییر میدان مغناطیسی باید جهت میدان در نظر

گرفته شود.

$$\theta = 0, B_1 = 0.25 \text{ T}, B_2 = -0.5 \text{ T}$$

$$|\vec{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-N \Delta B A \cos \theta}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow |\vec{\varepsilon}| = \frac{-20 \times (-0.5 - 0.25) \times 100 \times 10^{-4} \times 1}{2 \times 10^{-1}} \Rightarrow |\vec{\varepsilon}| = 0.75 \text{ V}$$

**۲ ۱۹۴۸ A**

**بازی با سؤال** پیچه ای شامل  $200$  حلقه درون میدان مغناطیسی

یکنواختی به بزرگی  $0.4 \text{ T}$  طوری قرار گرفته است که سطح آن با خطوط میدان

زاویه  $30^\circ$  می سازد. آهنگ تغییر مساحت سطح حلقه چند  $\text{cm}^2/\text{s}$  باشد تا

نیروی محرکه ای به بزرگی  $2 \times 10^{-2} \text{ V}$  در حلقه القا شود؟

- (۱)  $2/5$  (۲)  $5$  (۳)  $5 \times 10^{-4}$  (۴)  $2/5 \times 10^{-4}$

B ۱۹۷۲ ۳

**بازی با سؤال** شار مغناطیسی که از یک سیم پیچ شامل ۱۰۰ حلقه و مقاومت

۵ اهم عبور می کند، برابر ۰/۲ و بر است. اگر این شار به طور یکنواخت کاهش یافته

و در مدت  $\frac{1}{100}$  ثانیه به صفر برسد، مقدار بار القایی چند کولن است؟

۱) ۱۰ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) صفر

**پاسخ** بار الکتریکی القایی در سیمولوله برابر است با:

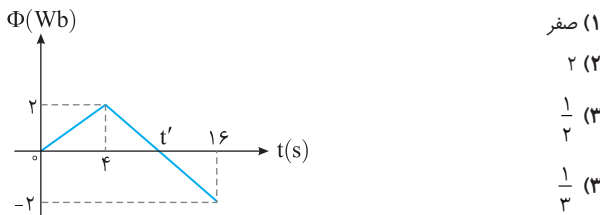
$$\Delta q = -\frac{N}{R} \Delta \Phi \Rightarrow \Delta q = \frac{100}{5} \times 0.2 \Rightarrow \Delta q = 4 \text{ C}$$

B ۱۹۷۸ ۴

**بازی با سؤال** نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت

به زمان مطابق شکل زیر است. در بازه  $t = 4 \text{ s}$  تا  $t = t'$  بزرگی نیروی محرکه

القایی در حلقه چند ولت است؟ **ریاضی خارج - ۸۹ با تغییر**



**پاسخ** برای یک حلقه ( $N=1$ ) بزرگی نیرو محرکه القایی  $(|\varepsilon| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t})$

برابر شیب نمودار شار-زمان است. کافی است شیب نمودار در بازه زمانی ۴s

تا  $t'$  که همان شیب نمودار در بازه زمانی ۴s تا ۱۶s است را حساب کنیم.

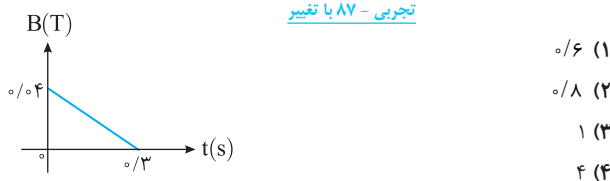
$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{2-(-2)}{16-4} \Rightarrow \varepsilon = \frac{1}{3} \text{ V}$$

B ۱۹۸۲ ۲

**بازی با سؤال** حلقه‌ای به شعاع ۱۰cm و مقاومت  $5\Omega$  عمود بر میدان

مغناطیسی که مطابق شکل روبه‌رو با زمان تغییر می کند، قرار دارد. جریان القایی

متوسط حلقه در بازه  $t = 0/1 \text{ s}$  تا  $t = 0/2 \text{ s}$  چند میلی آمپر است؟ ( $\pi = 3$ ) **تجربی - ۸۷ با تغییر**



**پاسخ** جریان القایی با توجه به قانون اهم برابر  $I = \frac{\varepsilon}{R}$  است و بنا بر قانون

القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکه القایی برابر  $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$  است. از

طرفی حلقه بر خطوط میدان عمود بوده،  $\theta = 0$  و  $\cos \theta = 1$  است و  $\Phi = BA$  خواهد شد. سطح حلقه ثابت است و تغییرات شار ناشی از تغییرات میدان است:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{1}{R} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow I = -\frac{1}{R} A \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

شیب نمودار است، بنابراین شیب را از هر محدوده‌ای به دست آوریم  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$

یکسان است، از این رو به جای بازه  $t = 0/1 \text{ s}$  تا  $t = 0/2 \text{ s}$  از بازه  $t = 0$  تا

$t = 0/3 \text{ s}$  استفاده می کنیم:

$$I = \frac{1}{5} \times [3 \times (0.1)^2] \times \left( \frac{0-0.4}{0-0.3} \right) \Rightarrow I = 8 \times 10^{-4} \text{ A} \Rightarrow I = 0.8 \text{ mA}$$

**پاسخ** با توجه به قانون اهم نیروی محرکه القایی متوسط را به دست می آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = R \bar{I} = 5 \times 10^{-2} \text{ V}$$

با توجه به قانون الکترومغناطیسی فاراده و اینکه تنها میدان مغناطیسی در حال

تغییر است، می توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \cos \theta$$

خطهای میدان موازی محور سیمولوله و عمود بر سطح حلقه‌ها است بنابراین  $\theta = 0$  است.

$$5 \times 10^{-2} = -100 \times \left( \frac{0-4 \times 10^{-2}}{\Delta t} \right) \times 25 \times 10^{-4} \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s}$$

A ۱۹۶۷ ۳

**بازی با سؤال** پیچه‌ای با ۴۰۰ دور سیم، مقاومت  $3\Omega$  دارد. مقطع این

پیچه که مساحت  $2 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  دارد، عمود بر یک میدان مغناطیسی است. این

میدان با چه آهنگی بر حسب تسلا بر ثانیه تغییر کند تا جریانی به بزرگی ۴mA

در پیچه القا شود؟ **کنکور دهه‌های گذشته**

$$1) 1/5 \times 10^{-2} \quad 2) 1/2 \times 10^{-2} \quad 3) 3/2 \times 10^{-3} \quad 4) 2/3 \times 10^{-3}$$

**پاسخ** ابتدا با استفاده از قانون اهم، نیروی محرکه القایی را به دست

می آوریم و سپس به کمک قانون القا، آهنگ میدان مغناطیسی را حساب می کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = R \bar{I} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 3 \times 4 \times 10^{-3} = 12 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow 12 \times 10^{-3} = 400 \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \times A$$

$$A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \rightarrow 12 \times 10^{-3} = 400 \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \times 2 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{3}{2} \times 10^{-3} \text{ T/s}$$

B ۱۹۷۰ ۱

**بازی با سؤال** یک پیچه شامل ۲۰۰۰ دور که مساحت هر حلقه آن

$4 \text{ cm}^2$  است عمود بر میدان مغناطیسی B قرار دارد و میدان مغناطیسی در SI

به صورت  $B = 2 \times 10^{-3} \cos(\delta \pi t + \frac{\pi}{6})$  است. اگر مقاومت الکتریکی پیچه ۵

اهم و دو سر آن به دو سر مقاومت  $2 \text{ cm}^2$  متصل باشد، جریان متوسط مقاومت

در مدت ۰/۲s تا ۰/۳s برابر چند میلی آمپر است؟ ( $\sqrt{3} \approx 1.7$ )

$$1) 8/64 \quad 2) 1/22 \times 10^{-3} \quad 3) 0/864 \quad 4) 1/22$$

**پاسخ** ابتدا شار مغناطیسی در لحظه‌های بیان شده را به دست می آوریم،

برای این منظور، میدان مغناطیسی را حساب می کنیم:

$$t = 0/2 \text{ s} \Rightarrow B_1 = 2 \times 10^{-3} \cos(\pi + \frac{\pi}{6}) = 2 \times 10^{-3} (-\cos \frac{\pi}{6}) = -\sqrt{3} \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$t = 0/3 \text{ s} \Rightarrow B_2 = 2 \times 10^{-3} \cos(\frac{2\pi}{3} + \frac{\pi}{6}) = 2 \times 10^{-3} \sin(\frac{\pi}{6}) = 10^{-3} \text{ T}$$

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \Rightarrow \Delta \Phi = B_2 A \cos \theta - B_1 A \cos \theta$$

$$\xrightarrow{\theta=0} \Delta \Phi = 4 \times 10^{-4} [10^{-3} - (-\sqrt{3} \times 10^{-3})]$$

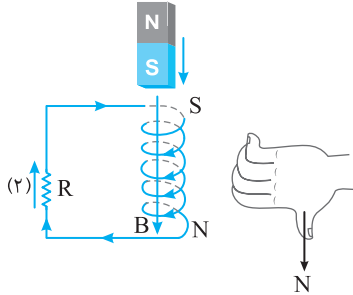
$$\Rightarrow \Delta \Phi = 4 \times 10^{-4} \times 2/7 \times 10^{-3} = 10/8 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

اکنون نیروی محرکه القایی متوسط را به دست می آوریم:

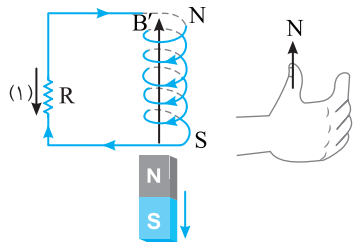
$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -2000 \times \frac{10/8 \times 10^{-6}}{0.1} = 216 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R_{\text{eq}}} = \frac{21/6 \times 10^{-3}}{(2+5)} = 8/64 \times 10^{-3} \text{ A} \Rightarrow I = 8/64 \text{ mA}$$

**پاسخ** هنگامی که آهنربا در حال نزدیک شدن به سیملوله است، به دلیل تغییر شار مغناطیسی، در سیملوله جریان القایی به وجود می آید به گونه ای که بالای سیملوله قطب S می شود تا بنا به قانون لنز با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند و با توجه به قاعده دست راست مطابق شکل جریان القایی در جهت (۲) است.

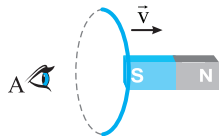


هنگام خروج از سیملوله مجدداً طبق قانون لنز سیملوله با خروج آهنربا مخالفت می کند یعنی پایین سیملوله قطب S می شود تا جریان القایی در جهت (۱) است. قطب N را جذب کرده با دور شدن آهنربا مخالفت کند، با توجه به قاعده دست راست برای میدان مغناطیسی سیملوله، جهت جریان مطابق شکل در مسیر (۱) خواهد شد.



**۳ ۲۰۱۶ B**

**پاسخ** مطابق شکل روبه رو، حلقه ای از قطب S آهنربا به سمت قطب N حرکت می دهیم (آهنربا درون حلقه)، سوی جریان القایی در حلقه از دید ناظر A کدام است؟



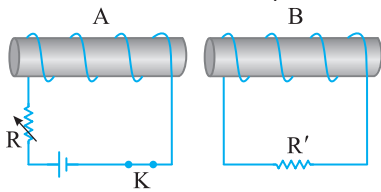
- (۱) ساعتگرد
- (۲) پادساعتگرد
- (۳) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
- (۴) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد

**پاسخ** حل دقیقاً شبیه سؤال اصلی است با این تفاوت که جای ناظر قرینه شده، بنابراین سوی جریان ها از دید او نیز قرینه می شود و گزینه (۳) پاسخ صحیح است.

**۳ ۲۰۲۸ B**

**پاسخ** جهت جریان القایی در R' در هنگام قطع کلید K مانند جهت جریان القایی در هنگام ..... است.

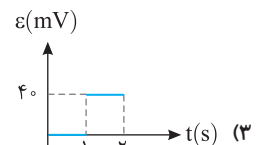
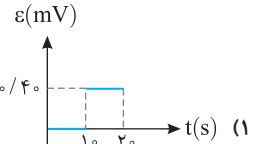
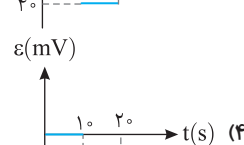
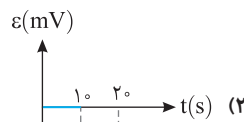
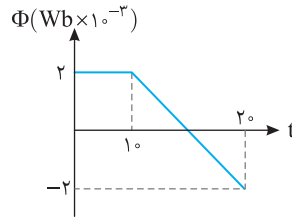
قلمچی



- (۱) کاهش R
- (۲) حرکت دادن سیملوله A به طرف راست
- (۳) حرکت دادن سیملوله B به طرف راست
- (۴) وصل کلید K

**۱ ۱۹۸۶ A**

**پاسخ** نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه برحسب زمان به صورت شکل مقابل است. کدام گزینه نمودار نیروی محرکه القایی ایجاد شده در حلقه در بازه زمانی صفر تا ۲۰s را به درستی نشان می دهد؟



**پاسخ** در بازه ۰ تا ۱۰s شار مغناطیسی تغییر نکرده و نیروی محرکه القایی صفر است.

در بازه ۱۰s تا ۲۰s شیب نمودار  $\Phi-t$  منفی است و با توجه به رابطه نیروی محرکه القایی  $\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، چون  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  یک عدد منفی است، پس نیروی محرکه القایی یک عدد مثبت است و گزینه های (۲) و (۴) نادرست اند. حال نیروی محرکه القایی در بازه ۱۰s تا ۲۰s را حساب می کنیم:

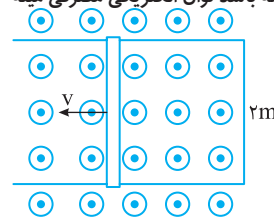
$$\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -1 \times \frac{(-2-2) \times 10^{-3}}{10} \rightarrow \bar{\epsilon} = -1 \times (-4 \times 10^{-4}) V$$

$$\bar{\epsilon} = 4 \times 10^{-4} V = 0.4 mV$$

بنابراین نمودار گزینه (۱) درست است.

**۳ ۲۰۰۳ B**

**پاسخ** در شکل زیر یک میله فلزی با تندی  $v = 5 m/s$  و مقاومت  $2 \Omega$  به سمت چپ در حال حرکت است. اگر قاب به صورت عمود بر خطوط میدان مغناطیسی به بزرگی  $0.2$  تسلا قرار داشته باشد توان الکتریکی مصرفی میله فلزی چند وات است؟



- (۱) ۰/۱
- (۲) ۰/۲
- (۳) ۱
- (۴) ۲

**پاسخ** ابتدا اندازه نیروی محرکه القایی را حساب می کنیم:

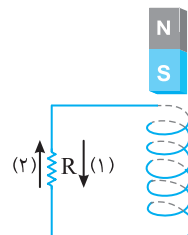
$$\epsilon = Blv = 0.2 \times 2 \times 5 = 2 V$$

حال با توجه به رابطه توان مصرفی در مقاومت داریم:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{\epsilon^2}{R} = \frac{2^2}{2} = 2 W$$

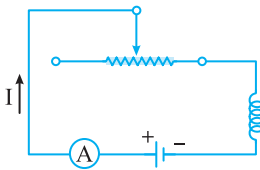
**۳ ۲۰۱۵ B**

**پاسخ** مطابق شکل زیر یک آهنربا را از بالای سیملوله بدون هسته ای رها می کنیم تا از درون سیملوله عبور کرده و خارج شود، جهت جریان القایی در مقاومت الکتریکی R به هنگام ورود و خروج از سیملوله به ترتیب از راست به چپ در کدام جهت است؟



- (۱) و (۱) (۱)
- (۲) و (۲) (۲)
- (۲) و (۱) (۳)
- (۱) و (۲) (۴)

۲۰۴۶ B



**بازی با سؤال** در مدار شکل مقابل، افزایش مقاومت رتوستا سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که با نیرو محرکه باتری و این نیرو محرکه ..... است. از کتاب درسی

**پاسخ** با افزایش مقاومت رتوستا با توجه به اینکه  $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$  جریان

مدار کاهش می‌یابد و با توجه به کاهش جریان در القاگر (سیمولوله) نیروی محرکه‌ای هم‌جهت با باتری به طور موقت ایجاد می‌شود.

۲۰۵۸ A

**بازی با سؤال** جریان گذرنده از یک القاگر را چند درصد افزایش دهیم تا انرژی ذخیره شده در آن ۴۴ درصد افزایش یابد؟

- ۲۰ (۱)      ۲۵ (۳)      ۱۰ (۲)      ۲۱ (۴)
- پاسخ** انرژی ۴۴٪ افزایش یافته بنابراین:

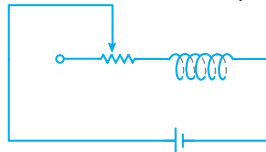
$$U_p = U_1 + 0.44U_1 \Rightarrow U_p = 1.44U_1 \xrightarrow{U = \frac{1}{2}LI^2} \frac{1}{2}LI_p^2 = 1.44 \left( \frac{1}{2}LI_1^2 \right)$$

$$\Rightarrow I_p = 1.2I_1 \Rightarrow \Delta I = 0.2I_1$$

درصد تغییرات جریان  $= \frac{\Delta I}{I_1} \times 100 = \frac{0.2}{1} \times 100 = 20\%$

۲۰۶۶ B

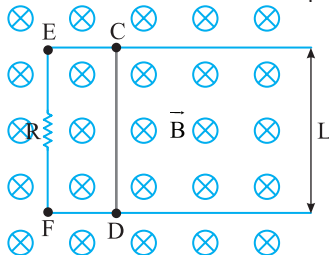
**بازی با سؤال** شکل زیر مداری را نشان می‌دهد که شامل یک القاگر و یک رتوستا می‌باشد. کدام گزینه در مورد این مدار درست است؟



- (۱) با حرکت لغزنده به سمت راست انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می‌یابد.  
 (۲) با حرکت لغزنده به سمت چپ انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می‌یابد.  
 (۳) با حرکت لغزنده به هر سمتی انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می‌یابد.  
 (۴) با حرکت لغزنده انرژی ذخیره شده در سیمولوله تغییری نمی‌کند.
- پاسخ** با حرکت لغزنده به راست، مقاومت رتوستا کاهش و جریان مدار و در نتیجه انرژی ذخیره شده در القاگر ( $U = \frac{1}{2}LI^2$ ) افزایش می‌یابد.

۲۰۷۳ B

**بازی با سؤال** شکل زیر رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B}$  که عمود بر صفحه شکل و رو به داخل صفحه است نشان می‌دهد. اگر میله فلزی CD را با سرعت اولیه  $v$  به طرف راست پرتاب کنیم جهت جریان القایی در مقاومت R به کدام سمت است و جریان القایی متوسط چگونه تغییر می‌کند؟

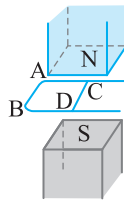


- (۱) از E به F - ثابت می‌ماند.  
 (۲) از E به F - کاهش می‌یابد.  
 (۳) از F به E - کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.  
 (۴) از E به F - کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

**پاسخ** در هنگام قطع کلید، جریان سیمولوله A کاهش می‌یابد که سبب کاهش شار می‌شود بنابراین شار گذرنده از سیمولوله B کاهش می‌یابد اکنون گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم که ببینیم در کدام حالت شار گذرنده از سیمولوله B کاهش می‌یابد. گزینه (۱): با کاهش R جریان مدار افزایش می‌یابد و شار مغناطیسی ایجاد شده افزایش می‌یابد پس گزینه (۱) نادرست است. گزینه (۲): با حرکت سیمولوله A به سمت راست و نزدیک شدن سیمولوله A و B، شار مغناطیسی گذرنده از B افزایش می‌یابد و گزینه (۲) نادرست است. گزینه (۳): با حرکت دادن سیمولوله B به سمت راست و دور شدن از سیمولوله A، شار گذرنده از سیمولوله B کاهش می‌یابد بنابراین گزینه (۳) درست است. گزینه (۴): با وصل کلید پدیده‌های القایی، وارون با حالت قطع کلید است گزینه (۴) نادرست است.

۲۰۳۲ B

**بازی با سؤال** در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD روی سیم رسانای U شکل به کدام جهت حرکت داده شود تا جهت جریان القایی در سیم AB از B به سوی A باشد؟



- (۱) به سمت راست  
 (۲) به سمت چپ  
 (۳) در امتداد سیم به جلو برده شود  
 (۴) در امتداد سیم به عقب کشیده شود

**پاسخ** وقتی جهت جریان در سیم AB از B به A باشد، جریان در سیم CD از C به D است و جهت میدان مغناطیسی القایی ( $B'$ ) ناشی از جریان، مطابق شکل است که با جهت میدان مغناطیسی خارجی B که از قطب N به قطب S است، هم‌جهت می‌باشد. یعنی شار در حال کاهش بوده و میدان  $B'$  در مخالفت با این کاهش با میدان B هم‌جهت شده است. بنابراین سطح مدار در حال کاهش بوده است، یعنی سیم CD را باید به سمت چپ حرکت دهیم.

۴۲۰۴۱ B

**بازی با سؤال** در شکل زیر میدان مغناطیسی  $0.5$  تسلا، سطح قاب عمود بر میدان است و ضلع A به طول  $4 \text{ cm}$  با سرعت  $20$  متر بر ثانیه در جهت نشان داده شده در حرکت است. نیروی محرکه القایی چند ولت و جهت جریان القایی در کدام جهت است؟

- ریاضی - ۸۷
- (۱)  $0.1/2$  (۱)  
 (۲)  $0.1/2$  (۲)  
 (۳)  $0.0/4$  (۱)  
 (۴)  $0.0/4$  (۲)

**پاسخ** در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD روی یک سیم U شکل می‌تواند بلغزد. اگر سیم CD با تندی ثابت  $v$  به سمت راست حرکت کند داریم:

$$\bar{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} |\mathcal{E}| = -B \frac{\Delta A}{\Delta t} = B \frac{L \Delta x}{\Delta t}$$

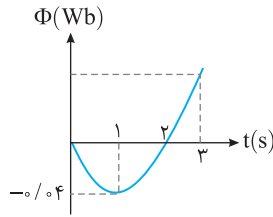
$$\xrightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \Rightarrow |\mathcal{E}| = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \mathcal{E} = BLv$$

ابتدا نیروی محرکه القایی را به دست می‌آوریم:  $\mathcal{E} = vBL = 20 \times 0.05 \times 0.04 = 0.04 \text{ V}$  با توجه به جهت حرکت سیم، مساحت افزایش و شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید خلاف میدان اولیه و برنوسو باشد. طبق قانون دست راست جهت جریان در جهت (۲) می‌باشد.



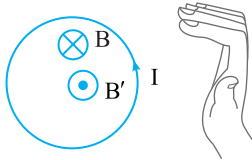
$$t = -\frac{b}{2a} \Rightarrow t = -\frac{(-8)}{2 \times 4} \Rightarrow t = 1s \quad \Phi = (4t^2 - 8t) \times 10^{-2}$$

$$\Phi = (4 \times 1 - 8) \times 10^{-2} \Rightarrow \Phi = -0.4 \text{ Wb}$$

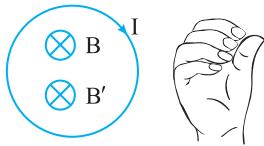


در بازه صفر تا ۱s اندازه شار مغناطیسی در حال افزایش است و در حلقه جریان القایی به وجود می‌آید که بنابر قانون لنز باید جهت میدان مغناطیسی القایی  $B'$  خلاف جهت میدان مغناطیسی درونسوی  $B$  باشد تا با افزایش شار مخالفت کند یعنی  $B'$  برونسو باشد و جریان حلقه پادساعتگرد است. از لحظه  $t=1s$  تا  $t=2s$  شار در حال کاهش و صفر شدن است بنابراین  $B'$  باید با  $B$  هم‌سو باشد، یعنی  $B'$  درونسو بوده و با توجه به قاعده دست راست جریان القایی آن ساعتگرد می‌شود.

حالت اول: (صفر تا  $t=1s$ )



حالت دوم: ( $t=1s$  تا  $t=2s$ )



**۲۰۸۰** **A**

**بازی با سؤال** حلقه‌ای رسانا به مساحت سطح  $20 \text{ cm}^2$  در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی  $0.2 \text{ T}$  قرار دارد و با خطوط میدان زاویه  $60^\circ$  می‌سازد. اگر در مدت  $0.2s$  زاویه حلقه با خطوط میدان  $15^\circ$  کاهش یابد و هم‌زمان با آن بزرگی میدان مغناطیسی به گونه‌ای افزایش یابد تا نیرو محرکه القایی در حلقه صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در انتهای این زمان چند برابر حالت اول می‌شود؟

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

**پاسخ** شار مغناطیسی در حالت اول را به دست می‌آوریم:

$$\Phi_1 = BA \cos \theta_1 \quad \text{زاویه حلقه با خطوط میدان } 60^\circ \text{ است}$$

$$\theta_1 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\Phi_1 = BA \cos 30^\circ \Rightarrow \Phi_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} BA$$

شار مغناطیسی در حالت دوم را به دست می‌آوریم:

$$\Phi_2 = B'A \cos \theta_2 \quad \text{زاویه حلقه با خطوط میدان } 45^\circ \text{ است}$$

$$\theta_2 = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$$

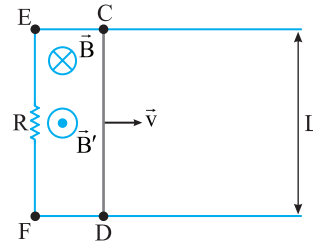
$$\Phi_2 = B'A \cos 45^\circ \Rightarrow \Phi_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} B'A$$

برای آنکه نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه صفر شود باید تغییر شار صفر باشد.

$$\Delta \Phi = 0 \Rightarrow \Phi_2 = \Phi_1 \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} B'A = \frac{\sqrt{3}}{2} BA \Rightarrow B' = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} B \Rightarrow B' = \frac{\sqrt{6}}{2} B$$

**پاسخ** با حرکت سیم  $CD$  به سمت راست، مساحت سطح بسته افزایش

می‌یابد و با افزایش سطح شار گذرنده از آن افزایش می‌یابد و جریان القایی به وجود می‌آید. بنا به قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید برونسو باشد تا با افزایش شار مخالفت کند در نتیجه جهت جریان القایی در مقاومت  $R$  از  $E$  به  $F$  خواهد بود. از طرفی این جریان



القایی با عامل به وجود آورنده‌اش که حرکت میله است مخالفت می‌کند و باعث کاهش تندی میله و در نتیجه کاهش آهنگ تغییر شار می‌شود. پس اندازه جریان القایی کاهش می‌یابد و وقتی میله متوقف شود به صفر می‌رسد.

**۲۰۷۴** **B**

**بازی با سؤال** اگر از هر گونه اتلاف انرژی صرف نظر کنیم، کدام گزینه

در مورد نوسان‌های آهنربا درست است؟

- (۱) به مدت طولانی به نوسان خود ادامه می‌دهد.
- (۲) در تمام مدت طولانی مسیر رفت و برگشت آن ثابت است.
- (۳) با چند نوسان و کاهش طول مسیر رفت و برگشت به سرعت متوقف می‌شود.
- (۴) هر سه حالت ممکن است.

**پاسخ** حتی اگر اتلاف انرژی توسط نیروهای مقاومی مانند مقاومت هوا یا اصطکاک صفر باشد، مسیر آهنربا در هر رفت و برگشت دائماً کوتاه‌تر می‌شود و آهنربا بعد از چند نوسان به سرعت متوقف می‌شود. اما علت چیست؟ علت آن قانون لنز است. حرکت آهنربا باعث ایجاد جریان القایی می‌شود که با عامل

به وجود آورنده‌اش یعنی حرکت آهنربا مخالفت است و سبب توقف آهنربا می‌شود.

**۲۰۷۷** **C**

**بازی با سؤال** در شکل زیر حلقه در یک میدان مغناطیسی درونسو قرار

دارد. اگر شار مغناطیسی حاصل از میدان مغناطیسی با توجه به معادله

$$\Phi = (4t^2 - 8t) \times 10^{-2}$$

القایی متوسط در بازه  $t=0/5s$  تا  $t=3s$  چند میلی‌ولت و جهت جریان القایی

در مدت  $t=0$  تا  $t=2s$  کدام

است؟ **مشابه خارج تجربی - ۹۲**

- (۱) ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد
- (۲) ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد
- (۳) ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد
- (۴) ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد

**پاسخ** قسمت اول که مربوط به نیروی محرکه القایی متوسط است به

راحتی قابل حل است کافی است که  $t_1 = 0/5s$  و  $t_2 = 3s$  را در معادله شار -

زمان قرار دهیم.

$$t = 0/5s \quad \Phi = (4t^2 - 8t) \times 10^{-2} \Rightarrow \Phi = (1-4) \times 10^{-2} \Rightarrow \Phi_1 = -0.3 \text{ Wb}$$

$$t = 3s \Rightarrow \Phi = (4 \times 9 - 8 \times 3) \times 10^{-2} \Rightarrow \Phi_2 = 0.12 \text{ Wb}$$

**۲** به کمک قانون القای الکترومغناطیسی فاراده نیروی محرکه القایی متوسط را

حساب می‌کنیم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \frac{|\Phi_2 - \Phi_1|}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \frac{0.12 - (-0.3)}{3 - 0/5}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0.06 \text{ V} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 60 \text{ mV}$$

**۳** نمودار شار - زمان را رسم کنید تا مشخص شود که اندازه شار در حال

کاهش است یا در حال افزایش. نمودار یک سهمی است که مختصات رأس آن برابر است با:





**C** ۲۰۸۰

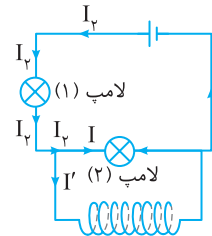
**بازی با سؤال** - اگر القاگر مقاومت داشته باشد، روشنایی لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.
- (۲) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته اما خاموش نمی‌شود.
- (۳) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.
- (۴) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) افزایش می‌یابد.

**پاسخ** در ابتدای بسته شدن کلید همانند حالت قبل خواهد شد با همان توضیحات که گفته شد.

اما پس از مدتی اثر خود القاوری از بین رفته و در واقع یک مقاومت موازی با لامپ (۲) در مدار اضافه می‌شود.

**یادآوری** با اضافه شدن یک مقاومت موازی، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد:

$$\downarrow R_{eq} \Rightarrow \uparrow I = \frac{\varepsilon}{\downarrow R_{eq} + r}$$


با افزایش جریان، جریان عبوری از لامپ (۱) افزایش می‌یابد. باتری آزمانی بوده و اختلاف پتانسیل آن ثابت می‌ماند، اما اختلاف پتانسیل دو سر لامپ (۱) با توجه به افزایش جریان  $I_{lam} = R_{(1)}$  افزایش می‌یابد:

لامپ (۲) و القاگر  $V_{(2)}$  و القاگر  $V_{(1)}$  + لامپ (۱)  $V_{(1)}$  = باتری  $V$

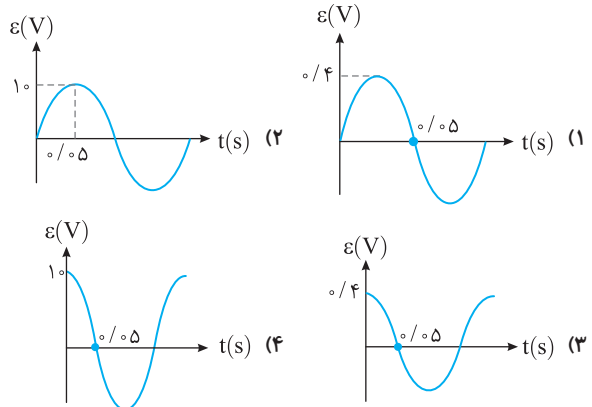
باتری ثابت است  $V_{(1)}$  افزایش می‌یابد

لامپ (۱) و القاگر  $V$  کاهش یافته

پس اختلاف پتانسیل دو سر لامپ (۲) کم شده و روشنایی آن کاهش می‌یابد اما خاموش نمی‌شود.

**B** ۲۰۹۶

**بازی با سؤال** - معادله جریان متناوب یک پیچه در SI به صورت  $I = 2 \sin 10\pi t$  است. اگر مقاومت پیچه  $5\Omega$  باشد، نمودار نیرو محرکه برحسب زمان کدام است؟



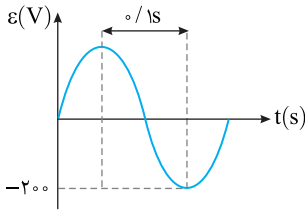
**پاسخ** ابتدا با توجه به قانون اهم معادله نیرو محرکه القایی را می‌نویسیم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \varepsilon = RI = \frac{R=5\Omega}{I=2 \sin 10\pi t} \Rightarrow \varepsilon = 10 \sin 10\pi t \Rightarrow \varepsilon_m = 10V$$

نمودار  $\varepsilon-t$  باید سینوس باشد و بیشینه مقدار آن  $10V$  است پس گزینه (۲) درست است.

**B** ۲۰۹۷

**بازی با سؤال** - شکل روبه‌رو نمودار تغییرات نیروی محرکه مولد جریان متناوبی را نشان می‌دهد که به دو سر مقاومت اهمی  $400\Omega$  متصل است.



معادله جریان زمان این رسانا

در SI کدام گزینه زیر است؟

(۱)  $I = 2 \sin 10\pi t$

(۲)  $I = 0.5 \sin 20\pi t$

(۳)  $I = 2 \sin 20\pi t$

(۴)  $I = 0.5 \sin 10\pi t$

**پاسخ** با توجه به نمودار:

$$\frac{T}{\gamma} = 0.1 \Rightarrow T = 0.1 \gamma s, \quad \varepsilon_m = 200V, \quad I_m = \frac{\varepsilon_m}{R} \Rightarrow I_m = \frac{200}{400} = 0.5A$$

معادله جریان - زمان خواهد شد:

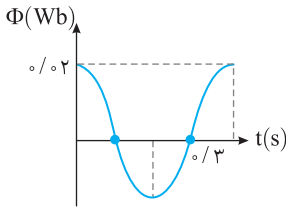
$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 0.5 \sin \frac{2\pi}{0.1} t \Rightarrow I = 0.5 \sin 20\pi t$$

**B** ۲۰۹۸

**بازی با سؤال** - نمودار شار - زمان یک مولد جریان متناوب شامل  $300$  دور به صورت مقابل است، در بازه زمانی  $t=0$  تا  $t=0.15s$  نیرو محرکه القایی

متوسط چند ولت است؟  $(\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}, \sqrt{2} = 1.4)$

آزمون مدارس برتر



(۱) ۲۸

(۲) ۶۸

(۳) ۴۸

(۴) ۳۸

**پاسخ** ابتدا دوره تناوب و معادله شار - زمان را می‌نویسیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{3T}{4} = 0.3 \Rightarrow T = 0.4s \\ \Phi = \Phi_{max} \cos \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \Phi = 0.2 \cos \frac{2\pi}{0.4} t \\ \Phi_{max} = 0.2Wb \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \Phi = 0.2 \cos 5\pi t$$

**۲** با توجه به قانون القای فاراده، نیرو محرکه القایی متوسط را به دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -300 \times \frac{0.2 \cos 5\pi \times 0.15 - 0.2 \cos 0}{0.15}$$

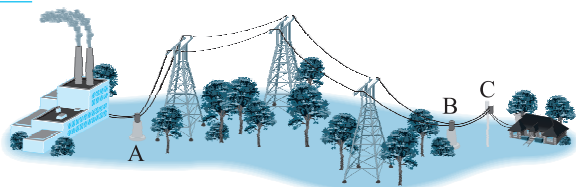
$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -300 \times \frac{0.2(\cos \frac{3\pi}{4} - \cos 0)}{0.15} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -40 \left( -\frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \right)$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -40(-1/\sqrt{2}) = 68V$$

**A** ۲۱۱۰

**بازی با سؤال** - شکل زیر انتقال توان الکتریکی از نیروگاه تا محل مصرف را نشان می‌دهد. مبدل‌های A، B و C به ترتیب از راست به چپ از چه نوعی

می‌باشند؟



(۱) افزایشده، کاهشده، افزایشده

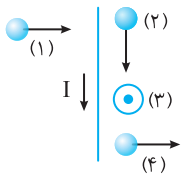
(۲) افزایشده، کاهشده، کاهشده

(۳) کاهشده، افزایشده، کاهشده

(۴) کاهشده، افزایشده، افزایشده

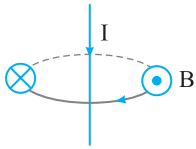
**پاسخ** برای کاهش اتلاف انرژی ابتدا با استفاده از مبدل A ولتاژ برق را بالا برده و سپس با مبدل‌های B و C ولتاژ را پایین می‌آوریم.

۲ ۲۱۱۹ B



قلمچی

- ۱ (۴)      ۲ (۳)      ۳ (۲)      ۴ (۱)

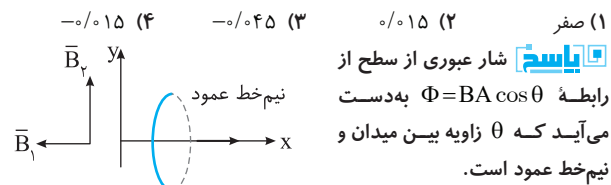


**بازی با سؤال** ۲۱ مطابق شکل روبه‌رو، چهار ذره باردار در اطراف سیم راست، بلند و حامل جریان I در جهت‌های نشان داده شده در حال حرکت هستند. نیروی مغناطیسی وارد بر کدام ذره در لحظه نشان داده شده در شکل، صفر است؟ (ذرات و سیم همگی در یک صفحه قرار دارند.)

**پاسخ** با حرکت ذره در راستای میدان مغناطیسی، نیروی مغناطیسی وارد بر آن صفر می‌شود که با توجه به جهت میدان در اطراف سیم حامل جریان، تنها ذره (۳) در راستای میدان در حال حرکت است، پس نیروی وارد بر آن صفر است.

۴ ۲۱۱۹ B

**بازی با سؤال** ۲۲ حلقه‌ای به شعاع ۱۰cm در دستگاه مختصات xoy طوری قرار دارد که مرکز آن روی مبدأ مختصات است و بردار نیم‌خط عمود بر سطح آن در جهت محور x می‌باشد. شار مغناطیسی گذرنده از حلقه توسط دو میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B}_1 = -0.5\hat{i}$  (در SI) برابر با چند وبر است؟  $(\pi=3)$  قلمچی



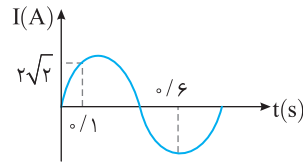
۱) صفر      ۲) ۰/۰۱۵      ۳) -۰/۰۴۵      ۴) -۰/۰۱۵

**پاسخ** شار عبوری از سطح از رابطه  $\Phi = BA \cos \theta$  به دست می‌آید که  $\theta$  زاویه بین میدان و نیم‌خط عمود است.

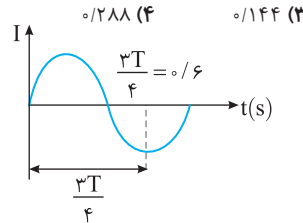
نیم‌خط در جهت محور max  $\rightarrow \Phi_1 = 0.5 \times \pi (0.1)^2 \times (-1)$   
 $\theta_1 = 180^\circ$   
 $\Phi_1 = B_1 A \cos \theta_1 = -0.15 \text{ Wb}$

نیم‌خط در جهت محور لاها  $\rightarrow \Phi_2 = 0$   
 $\theta_2 = 90^\circ$   
 در نتیجه شار عبوری از سطح برابر  $-0.15 \text{ Wb}$  است.

۳ ۲۱۱۹ B



آزمون مدارس برتر



**بازی با سؤال** ۲۴ متناوب عبوری از یک سیملوله به ضریب القاوی ۱۸mH مطابق شکل است. بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟

**پاسخ** با توجه به شکل دوره تناوب برابر است با:

$\frac{3T}{4} = 0.6 \Rightarrow T = 0.8 \text{ s}$

معادله جریان متناوب برابر است با:

$I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{0.8} t$

با توجه به نمودار در لحظه  $t = 0.1 \text{ s}$ ، جریان  $2\sqrt{2} \text{ A}$  است:

$2\sqrt{2} = I_{\max} \times \sin(\frac{10\pi}{4} \times 0.1) \Rightarrow 2\sqrt{2} = I_{\max} \sin \frac{\pi}{4} \Rightarrow$

$2\sqrt{2} = I_{\max} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow I_{\max} = 4 \text{ A}$

بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

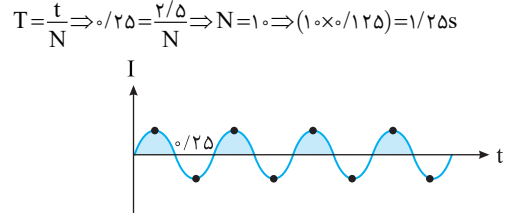
$U_{\max} = \frac{1}{2} L I_{\max}^2 \Rightarrow U_{\max} = \frac{1}{2} (18 \times 10^{-3}) (4)^2 = 144 \times 10^{-3} \text{ J} = 0.144 \text{ J}$

۱ ۲۱۱۴ C

**بازی با سؤال** مولد جریان متناوبی در هر ثانیه ۸ بار جریانش max می‌شود. در مدت ۲/۵s جهت جریان این مولد چند تانیه مثبت است؟

۱) ۱/۲۵      ۲) ۲/۵      ۳) ۰/۷۵      ۴) ۱/۷۵

**پاسخ** با توجه به نمودار روبه‌رو برای ۸ بار شدن باید ۴ دوره کامل یا ۴T گذشته باشد. پس  $T = 0.25 \text{ s}$  می‌شود.  $4T = 1 \text{ s} \Rightarrow T = 0.25 \text{ s}$  تعداد دوره‌ها را در مدت زمان ۲/۵s به دست می‌آوریم و می‌دانیم که در هر دوره  $\frac{T}{2} = 0.125 \text{ s}$  جریان مثبت است. بنابراین:

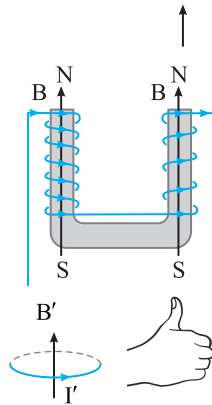


۱ ۲۱۱۹ B

**بازی با سؤال** ۳ در شکل روبه‌رو، وقتی حلقه رسانا را از آهنربای الکتریکی دور کنیم، جهت جریان القایی در حلقه مطابق کدام گزینه است؟

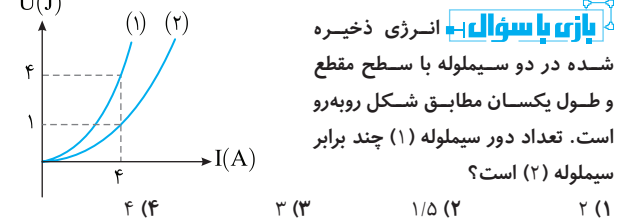
۱)      ۲)

۳) جریانی القا نمی‌شود.      ۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.



**پاسخ** ابتدا قطب‌های آهنربای الکتریکی را به دست می‌آوریم. وقتی حلقه از آهنربا دور می‌شود، میدان عبوری از آن تغییر می‌کند، پس طبق قانون لنز در حلقه جریان القایی به وجود می‌آید. جهت جریان القایی در حلقه باید به گونه‌ای باشد که با دور شدن حلقه مخالفت کند پس باید میدان مغناطیسی القایی نیز مثل B به سمت بالا باشد، حال با توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی مشخص می‌شود.

۱ ۲۱۱۹ B



**بازی با سؤال** ۱۸ انرژی ذخیره شده در دو سیملوله با سطح مقطع و طول یکسان مطابق شکل روبه‌رو است. تعداد دور سیملوله (۱) چند برابر سیملوله (۲) است؟

۱) ۲      ۲) ۱/۵      ۳) ۳      ۴) ۴

**پاسخ** انرژی ذخیره شده در سیملوله از رابطه  $U = \frac{1}{2} L I^2$  به دست می‌آید.

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{1}{2} L_1 I_1^2}{\frac{1}{2} L_2 I_2^2} = \frac{L_1}{L_2} \times (\frac{I_1}{I_2})^2$  با توجه به نمودار  $I_1 = I_2$   $\rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{4}{1} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 4$

$\frac{L_1}{L_2} = (\frac{N_1}{N_2})^2 \times (\frac{A_1}{A_2}) \times (\frac{l_1}{l_2})$   $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$  با توجه به رابطه ضریب القاوی

با توجه به صورت سؤال  $\frac{L_1}{L_2} = 4 = (\frac{N_1}{N_2})^2 \Rightarrow N_1 = 2N_2$