فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

A ۱۴ ۳

بازی با سؤال 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.

A ۳۱ ۲

بازی با سؤال فاصلهٔ اختروشی از منظومهٔ شمسی برابر $10^{15}\,Au$ است. این فاصله برحسب سال نوری تقریباً برابر کدام گزینه می‌باشد؟ (مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند تقریباً $8\times10^{13}\,m$ بوده و میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر $1/5\times10^{11}\,m$ است.)

۱) $1/5\times10^{8}$ ۲) $1/5\times10^{11}$ ۳) 3×10^{14} ۴) 3×10^{17}

پاسخ یکای نجومی (AU) برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید یعنی $1AU\approx1/5\times10^{11}\,m$ است. فاصلهٔ اختروش از منظومهٔ شمسی برابر $10^{15}\,AU$ است که آن را برحسب متر به‌دست می‌آوریم.

$$10^{15}\,AU\times\left(\frac{1/5\times10^{11}\,m}{1\,AU}\right)=1/5\times10^{26}\,m$$

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند و هر سال ۱۲ ماه است. مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند $8\times10^{13}\,m$ است، بنابراین مسافت طی شده توسط نور در یک سال خواهد شد. $ly=12\times8\times10^{13}=96\times10^{13}\,m$ سال نوری

اکنون فاصلهٔ اختروش تا منظومهٔ شمسی را برحسب سال نوری با روش تبدیل زنجیره‌ای به‌دست می‌آوریم:

$$10^{15}\,AU=1/5\times10^{26}\,m\times\frac{1\,ly}{96\times10^{13}\,m}=\frac{15}{96}\times10^{12}\simeq1/5\times10^{11}\,ly$$

B ۳۴ ۲

بازی با سؤال ارتفاع یک گیاه در هر هفته به اندازهٔ $10/08\,cm$ رشد می‌کند. آهنگ متوسط رشد این گیاه چند $\mu m/s$ است؟ از کتاب درسی

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

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

$$10/08\,\frac{cm}{\text{هفته}}\times\frac{1\,\text{هفته}}{7\,\text{روز}}\times\frac{1\,\text{روز}}{24\,h}\times\frac{1\,h}{3600\,s}=\frac{1}{6}\times10^{-4}\,cm/s$$

حال cm را به μm تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{1}{6}\times10^{-4}\,cm/s\times\frac{10^{-2}\,m}{1\,cm}\times\frac{10^{6}\,\mu m}{1\,m}=\frac{1}{6}\,\mu m/s$$

B ۴۲ ۲

بازی با سؤال 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) $v^3=2ax^2$ پ) $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}$

ت) $v=at$ ث) $v=\frac{1}{2}at^3$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ باید یکای دو طرف تساوی یکسان باشد، گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم: الف) $x=vt\Rightarrow[x]=[v][t]\Rightarrow m=m/s\times s\Rightarrow m=m$ یکاها در دو طرف رابطه سازگار است. / ب) $v^3=2ax^2\Rightarrow m^3/s^3=m/s^2\times m^2\Rightarrow\frac{1}{s}=1$

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

پ) $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}\Rightarrow s=\sqrt{\frac{m}{m/s^2}}\Rightarrow s=s$: یکاها در دو طرف رابطه سازگار است.

ت) $v=at\Rightarrow m/s=m/s^2\times s\Rightarrow m/s=m/s$: یکاها در دو طرف رابطه سازگار است. / ث) $v=\frac{1}{2}at^3\Rightarrow m/s=m/s^2\times s^3\Rightarrow 1=s^2$

در رابطهٔ (ث) به نتیجهٔ $1=s^2$ رسیده‌ایم که نمی‌تواند درست باشد، بنابراین رابطه (ث)، یک رابطهٔ فیزیکی درست نیست.

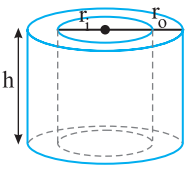
یادآوری می‌کنیم که اگر یکاها را در طرفین تساوی برابر قرار می‌دهیم، باید عددهای ثابت را مثل $\frac{1}{3}$ و ۲ در اینجا، بدون یکا به حساب آوریم.

A ۷۳ ۴

بازی با سؤال می‌خواهیم از فلزی به چگالی $6\,g/cm^3$، یک استوانهٔ توخالی با شعاع داخلی $5\,cm$ و شعاع خارجی $10\,cm$ و ارتفاع $20\,cm$ بسازیم، جرم این استوانه چند کیلوگرم می‌شود؟ $(\pi\simeq3)$

۱) ۷ ۲) ۴۸ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶

پاسخ در رابطهٔ چگالی، V حجم ماده‌ای است که جسم از آن ساخته شده است.



به‌طور مثال: در یک لولهٔ فلزی استوانه به شعاع داخلی r_i و شعاع خارجی r_o منظور از حجم فلز مقدار زیر است:

$$V_{\text{فلز}}=\pi(r_o^2-r_i^2)h$$

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

$$V=\frac{4}{3}\pi(r_o^2-r_i^2)h=\frac{4}{3}\times3(10^2-5^2)\times20$$

$$\Rightarrow V=4\times75\times20\Rightarrow V=6000\,cm^3$$

جرم را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow m=6\times6000=36000\,g\Rightarrow m=36\,kg$$

A ۷۶ ۲

بازی با سؤال 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:

$$\begin{cases}\rho=\frac{m}{V}\\ \rho'=\frac{m}{V'}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho'}{\rho}=\frac{V}{V'}\xrightarrow{V'=\frac{V}{2}}\frac{\rho'}{\rho}=\frac{V}{\frac{V}{2}}\Rightarrow\rho'=2\rho$$

B ۹۱ ۱

بازی با سؤال درون مکعبی برنزی به جرم $۶/۴kg$ که طول هر ضلع آن $۱۰cm$ است، حفره‌ای وجود دارد، اگر چگالی برنز $۸g/cm^۳$ باشد، چند درصد از حجم این مکعب برنزی را حفره تشکیل داده است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) ۱۵

پاسخ

۱ چگالی ρ برحسب $kg/m^۳$ برابر است با:

$$\rho=۸g/cm^۳=۸\frac{g}{cm^۳}\times\frac{۱۰^{-۳}kg}{۱g}\times\frac{۱۰^۶cm^۳}{۱m^۳}=۸\times۱۰^۳kg/m^۳$$

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

$$\rho=\frac{m_{\text{برنز}}}{V_{\text{برنز}}}\Rightarrow ۸۰۰۰=\frac{۶/۴}{V_{\text{برنز}}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{برنز}}=\frac{۶/۴}{۸۰۰۰}=\frac{۰/۸}{۱۰۰۰}=۸\times۱۰^{-۴}m^۳\times\frac{۱۰^۶cm^۳}{۱m^۳}=۸۰۰cm^۳$$

۳ حجم ظاهری کل مکعب برابر است با:

$$V_{\text{کل}}=a^۳=(۱۰cm)^۳=۱۰۰۰cm^۳$$

حجم حفره را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{\text{حفره}}=V_{\text{ظاهری}}-V_{\text{برنز}}\Rightarrow V_{\text{حفره}}=۱۰۰۰-۸۰۰=۲۰۰cm^۳$$

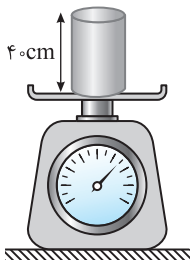
حجم حفره به حجم کل برابر است با:

$$\frac{V_{\text{حفره}}}{V_{\text{کل}}}=\frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}=\frac{۱}{۵}$$

پس $\frac{۱}{۵}$ یا $\frac{۱}{۵}\times۱۰۰=۲۰٪$ حجم کل را حفره تشکیل داده است.

C ۹۲ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل استوانه‌ای توخالی به ارتفاع $۴۰cm$ به شعاع داخلی $۵cm$ و شعاع خارجی R از یک فلز با چگالی $۳۵۰۰kg/m^۳$ ساخته شده است. اگر استوانه را از آب پر کنیم، جرم مجموع برابر $۷/۶۲$ کیلوگرم می‌شود. R چند سانتی‌متر است؟ $(\pi\approx۳,\rho_{\text{آب}}=۱kg/L)$



۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ

ابتدا جرم ظرف را با توجه به چگالی فلز و حجم ظرف به‌دست می‌آوریم.

$$V_{\text{ظرف}}=h(\pi R^۲_{\text{خارجی}}-\pi R^۲_{\text{داخلی}})=۴۰(۳\times(R^۲-۲۵))$$

$$=۱۲۰(R^۲-۲۵)=۱۲۰R^۲-۳۰۰۰cm^۳$$

$$\rho_{\text{ظرف}}=m_{\text{ظرف}}/V_{\text{ظرف}}=۳۵۰۰kg/m^۳=۳/۵g/cm^۳$$

$$m_{\text{ظرف}}=\rho V=۴۲۰R^۲-۱۰۵۰۰g \quad (۱)$$

آب درون فضای خالی ظرف به حجم $V=\pi r^۲_{\text{داخلی}}h=۳\times۲۵\times۴۰=۳\times۱۰^۳cm^۳$ قرار می‌گیرد:

$$\rho_{\text{آب}}=\frac{m_{\text{آب}}}{V_{\text{آب}}}\Rightarrow\rho=۱kg/L=۱g/cm^۳=\frac{m}{۳\times۱۰^۳}\Rightarrow m=۳\times۱۰^۳g=۳kg$$

پس از $۷/۶۲kg$، $۳kg$ جرم آب بوده و مابقی جرم ظرف است، بنابراین:

$$m_{\text{ظرف}}=۷/۶۲-۳=۴/۶۲kg=۴۶۲۰g \quad (۲)$$

با توجه به رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$(۱),(۲)=۴۲۰R^۲-۱۰۵۰۰=۴۶۲۰\Rightarrow۴۲۰R^۲=۱۵۱۲۰$$

$$\Rightarrow R^۲=۳۶\Rightarrow R=۶cm$$

A ۹۳ ۴

بازی با سؤال چگالی جسم A، $\frac{۲}{۳}$ چگالی جسم B است. اگر جرم $۵۰cm^۳$ از جسم A برابر $۷۵۰g$ باشد، جرم $۶۰cm^۳$ 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:

$$\rho_A=\frac{۲}{۳}\rho_B\xrightarrow{\rho=m/V}\frac{m_A}{V_A}=\frac{۲}{۳}\frac{m_B}{V_B}$$

$$\xrightarrow[m_B=?,V_B=۶۰cm^۳]{m_A=۷۵۰g,V_A=۵۰cm^۳}\frac{۷۵۰}{۵۰}=\frac{۲}{۳}\frac{m_B}{۶۰}\Rightarrow m_B=۱۳۵۰g$$

A ۹۴ ۳

بازی با سؤال قطر یک گلولهٔ توپر آلومینیمی دو برابر قطر یک گلولهٔ توپر مسی است. اگر جرم گلولهٔ آلومینیمی $۲/۴$ برابر جرم گلولهٔ مسی باشد، چگالی آلومینیم چند برابر چگالی مس است؟ خارج ریاضی - ۸۷

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

پاسخ

ابتدا نسبت حجم دو گلوله را حساب می‌کنیم

$$\frac{V_{Al}}{V_{Cu}}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi(r_{Al})^۳}{\frac{۴}{۳}\pi(r_{Cu})^۳}\xrightarrow[r_{Al}=۲r_{Cu}]{r=\frac{D}{۲}}\frac{V_{Al}}{V_{Cu}}=۸$$

نسبت چگالی‌ها خواهد شد:

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

$$\xrightarrow{m_{Al}=۲/۴m_{Cu}}\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=۲/۴\times\frac{۱}{۸}\Rightarrow\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=۰/۳$$

C ۱۰۴ ۴

بازی با سؤال ظرفی محتوی آب را که قطعه یخی بر سطح آن شناور است حرارت می‌دهیم تا همهٔ یخ ذوب شود به‌طوری که $۳cm^۳$ از حجم مخلوط آب و یخ کاسته می‌شود. اگر چگالی یخ $۰/۹g/cm^۳$ و چگالی آب $۱g/cm^۳$ باشد، حجم یخ اولیه چند سانتی‌متر مکعب بوده است؟

۱) ۲۷ ۲) ۱/۸ ۳) ۴/۵ ۴) ۳۰

پاسخ

حجم آب تولید شده در اثر ذوب یخ $۳cm^۳$ از حجم یخ کمتر است. بنابراین:

$$V_W=V_i-۳$$

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

$$m_W=m_i\Rightarrow\rho_WV_W=\rho_iV_i\Rightarrow۱\times(V_i-۳)=۰/۹V_i\Rightarrow V_i=۳۰cm^۳$$

A ۱۲۲ ۱

بازی با سؤال ۲ کرهٔ توپُری به شعاع R از فلزی با چگالی $\rho_۰$ ساخته شده است. اگر درون آن حفره‌ای کروی به شعاع $\frac{R}{۲}$ و هم‌مرکز با کره ایجاد شود، چگالی آن چند برابر $\rho_۰$ می‌شود؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۷}{۸}$

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

B ۱۲۲ **۳**

بازی با سؤال ۳ دو مکعب فلزی هم‌جنس A و B که به‌ترتیب 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 این‌رو 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 دهندهٔ مکعب B برابر است با:

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

حجم مکعب توپر B برابر است با:

$$V_B = \frac{8m}{\rho} \quad (2)$$

دو رابطه (۱) و (۲) را بر هر تقسیم می‌کنیم تا حجم فلز را بر حسب a^3 به‌دست 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: ویژگی‌های فیزیکی مواد

A ۱۳۲ ۳

بازی با سؤال اگر فاصلهٔ 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، فاصلهٔ بین مولکول‌ها در مایع‌ها حدود $10^{-10}m$ است و بین مولکول‌ها نیروی ربایشی وجود دارد. هنگامی که فاصلهٔ بین مولکول‌ها کمتر از $10^{-10}m$ می‌شود، بین مولکول‌ها نیروی رانشی به وجود می‌آید و هنگامی که فاصلهٔ مولکول‌ها کمی زیاد شود بین آن‌ها نیروی ربایشی به وجود می‌آید. اگر این افزایش فاصله زیاد باشد، نیروی بین مولکولی ناچیز و عملاً صفر می‌شود. وقتی فاصلهٔ مولکول‌ها $10^{-8}m$ می‌شود، فاصله صد برابر شده است. پس نیروی بین مولکول‌ها صفر می‌شود.

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؟

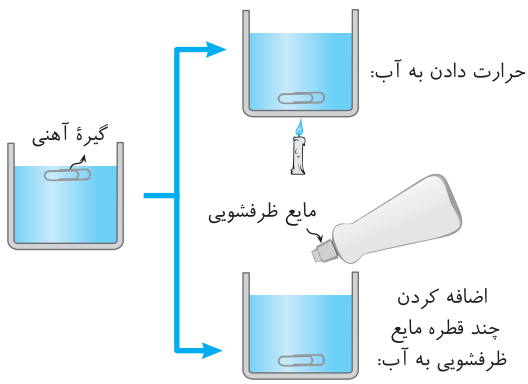
۱) قطره‌های آب ظرف A از قطره‌های آب ظرف B بزرگ‌تر است.

۲) اگر آب درون ظرف A روی سطح شیشه‌ای به صورت قطره باقی بماند، قطعاً آب درون ظرف B نیز روی سطح به صورت قطره باقی می‌ماند.

۳) اگر گیره‌ای فلزی در ظرف A روی سطح آن باقی نماند، قطعاً روی سطح ظرف B نیز باقی نمی‌ماند.

۴) هر سه گزینه درست است.

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



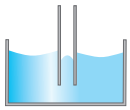
با توجه به خط فکری، با افزایش دما نیروی هم‌چسبی کاهش می‌یابد، بنابراین نیروی هم‌چسبی A کمتر از نیروی هم‌چسبی B است و قطره‌های آب A کوچک‌تر از قطره‌های آب B است زیرا کشش سطحی که حاصل از نیروی هم‌چسبی است در A کمتر از B بوده و قطره‌های آن نیز کوچک‌تر است و گزینهٔ (۱) نادرست است. / هم‌چنین با توجه به اینکه کشش سطحی A کمتر از B است، اگر گیرهٔ فلزی در سطح آب A باقی نماند ممکن است در سطح آب B که کشش سطحی بیشتری دارد، باقی بماند پس گزینهٔ (۳) نیز نادرست است.

اگر آب A روی سطح شیشه‌ای به صورت قطره باقی بماند یعنی نیروی هم‌چسبی آن از نیروی دگرچسبی A و شیشه بیشتر است و با توجه به اینکه نیروی هم‌چسبی B از A بیشتر است پس مطمئناً آب B نیز روی سطح آن شیشه به صورت قطره باقی می‌ماند و گزینهٔ (۲) درست است.

A ۱۴۴ ۳

بازی با سؤال هر گاه سطح درونی لولهٔ شیشه‌ای را روغن‌اندود کرده و سپس لوله را وارد ظرف آب کنیم، سطح آب درون لوله ..... می‌ایستد، زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین آب و روغن ..... است.

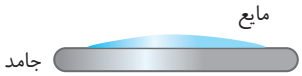
۱) کوژ - کمتر ۲) کاو - کمتر ۳) کوژ - بیشتر ۴) کاو - بیشتر



پاسخ نیروی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین آب و روغن بیشتر است و همین امر سبب می‌گردد که سطح آب درون لوله به شکل کوژ و پایین‌تر از سطح آب درون ظرف قرار گیرد.

B ۱۴۶ ۳

بازی با سؤال کدام‌یک از گزاره‌های زیر در مورد مایع ریخته شده بر سطح جامد درست است؟



۱) الزاماً سطح جامد چرب است.

۲) سطح این مایع درون لولهٔ مویین از جنس این جامد دارای تحدب (کوژ) خواهد بود.

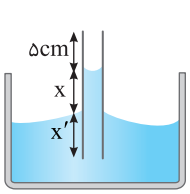
۳) مایع درون لولهٔ مویین از جنس این جامد بالاتر از سطح مایع قرار می‌گیرد.

۴) تمام موارد بالا

پاسخ با توجه به شکل، مایع به صورت لایه‌ای روی جامد قرار گرفته است بنابراین نیروی دگر چسبی بین این مایع و این جامد از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر است و سطح مایع درون لولهٔ مویین این جامد از سطح مایع درون ظرف بالاتر می‌رود و سطح آن دارای تقعر (کاو) است. گزینهٔ (۲) نادرست و گزینهٔ (۳) درست است. در مورد گزینهٔ (۱) باید گفت که لزومی ندارد که سطح جامد چرب باشد.

A ۱۴۸ ۳

بازی با سؤال با توجه به شکل روبه‌رو کدام گزینه درست است؟



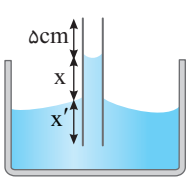
۱) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x نیز ۱cm افزایش می‌یابد.

۲) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x کمتر از ۱cm افزایش می‌یابد.

۳) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x تغییر نمی‌کند.

۴) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x بیشتر از ۱cm افزایش می‌یابد.

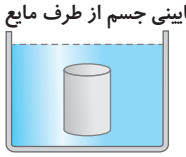
پاسخ **خط فکری** در لوله‌های مویین، میزان بالا آمدن مایع درون لوله به میزان فرورفتگی لولهٔ مویین درون ظرف بستگی ندارد.



به شکل نگاه کنید با توجه به خط فکری بیان شده اگر لوله را ۱cm بیشتر وارد مایع کنیم مقدار x تغییر نمی‌کند و گزینهٔ (۳) درست است.

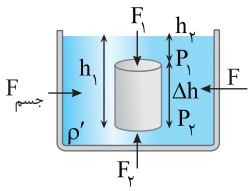
B ۲ ۱۹۰

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

پاسخ در شکل روبه‌رو F_1 نیروی وارد بر سطح بالایی و F_2 نیروی وارد بر سطح پایینی است. ρ چگالی جسم و ρ' چگالی مایع است. اختلاف نیروی وارد بر دو سطح خواهد شد:

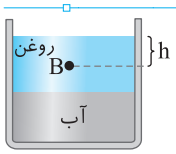


$$\Delta F = F_2 - F_1 = P_2A - P_1A = (\Delta P)A \xrightarrow{\Delta P = \rho' g \Delta h} \Delta F = \rho' g (\Delta h) A$$

به حاصل‌ضرب Δh 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 (ρ') و حجم جسم (V) و شتاب گرانش (g) بستگی دارد و به چگالی جسم بستگی ندارد.

C ۲ ۲۳۵

بازی با سؤال فشار در نقطهٔ B را قبل و بعد از مخلوط شدن دو مایع با هم مقایسه کنید؟



پاسخ در حالت اول فشار در نقطهٔ B برابر $\rho_{روغن} gh$ است و پس از هم زدن و مخلوط شدن فشار در نقطهٔ B برابر $\rho_{مخلوط} gh$ است و چون چگالی مخلوط از چگالی روغن بیشتر است پس فشار در نقطهٔ B افزایش می‌یابد.

C ۱ ۲۴۱

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 .....

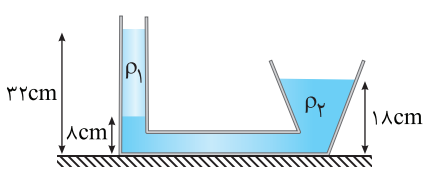
۱) برابر صفر می‌شود. ۲) بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از P می‌شود.
۳) برابر P می‌شود. ۴) بزرگ‌تر از P می‌شود.

پاسخ وقتی که ظرف با شتاب ثابت گرانش $(a=g)$ سقوط می‌کند، فشار در هر نقطه برابر خواهد شد با: $P = \rho h(g-a) \xrightarrow{a=g} P = \rho h(g-g) = 0$

بنابراین اختلاف فشار صفر می‌شود.

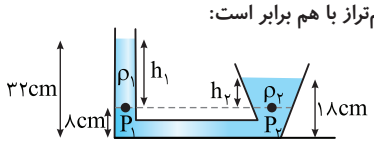
A ۳ ۲۴۲

بازی با سؤال با توجه به شکل زیر، ρ_1/ρ_2 کدام است؟



۱) $\frac{16}{9}$ ۲) $\frac{12}{5}$ ۳) $\frac{5}{12}$ ۴) $\frac{9}{16}$

پاسخ فشار در نقاط هم‌تراز با هم برابر است:



$$h_1 = 32 - 8 = 24cm$$
$$h_2 = 18 - 8 = 10cm$$
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 24 = \rho_2 \times 10 \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{5}{12}$$

B ۳ ۲۷۷

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

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵۰ ۳) ۲/۰۴ ۴) ۸/۰۲

پاسخ **خط 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 $h_{Hg} = 150mm = 15cm$ است.

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{آب} h_{آب} \Rightarrow 13/6 \times 15 = 1 \times h \Rightarrow h = 13/6 \times 15 = 204cm = 2/04m$$

A ۳ ۲۷۸

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

۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

پاسخ چگالی هوا را برحسب kg/m^3 به‌دست می‌آوریم:

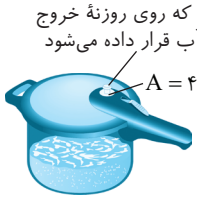
$$\rho = 1/25 \frac{g}{L} \times \frac{1L}{10^{-3} m^3} \times \frac{1kg}{10^3 g} = 1/25 kg/m^3$$

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

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = 1/25 \times 10 \times 8 = 100 Pa$$

B ۱ ۲۸۳

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



۱) ۴۰
۲) ۰/۰۴
۳) ۸۰
۴) ۰/۰۸

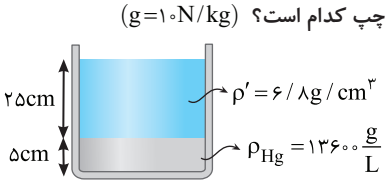
پاسخ باید مجموع فشار ناشی از وزنه و فشار هوا با فشار داخل دیگ زودپز برابر شود.

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

$$10^5 = \frac{W}{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow W = 4 \times 10^{-1} = m \times 10 \Rightarrow m = 0/04 kg = 40 g$$

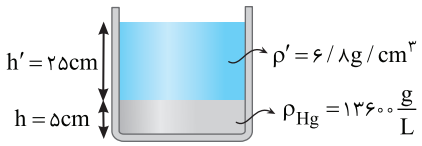
B ۳ ۲۸۵

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؟ $(g=10 N/kg)$



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

پاسخ ابتدا فشار حاصل از مایع‌ها را برحسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:



$$P_{کف}=\rho' gh'+\rho gh \xrightarrow[\rho_{Hg}=13600kg/m^3]{\rho'=6/8g/cm^3=6800kg/m^3} P_{کف}=6800\times10\times\frac{25}{100}+13600\times10\times\frac{5}{100}$$

$$P_{کف}=17000+6800=23800Pa\Rightarrow P=23/8kPa$$

حال به‌دست می‌آوریم این فشار چند سانتی‌متر جیوه است:

$$P_{کف}=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow 23800=13600\times10\times h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg}=0/175m=17/5cm\Rightarrow P'=17/5cmHg$$

B ۲۹۶ ۲

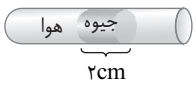
بازی با سؤال درون لولهٔ فشارسنجی که قطر مقطع آن یک سانتی‌متر است، تا ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر جیوه وجود دارد. در فشارسنج دیگری که قطر مقطع لولهٔ آن $\frac{1}{2}$ سانتی‌متر است. ارتفاع ستون جیوه در همان مکان چند سانتی‌متر می‌شود؟

۱) ۳۲/۵ ۲) ۶۵ ۳) ۱۳۰ ۴) $65\sqrt{2}$

پاسخ فشارسنج هوای محیط را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین ارتفاع h که معرف فشار هوای محیط است تغییر نمی‌کند.

B ۳۰۲ ۴

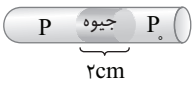
بازی با سؤال به وسیلهٔ ۲cm جیوه، مقداری هوا درون لولهٔ افقی محبوس شده است. هرگاه لوله را به صورت قائم در آوریم و جیوه نریزد فشار هوای محبوس شده چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۲ سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.
۲) ۲ سانتی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

پاسخ این سؤال کمی شبیه تست‌های هوش است.

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

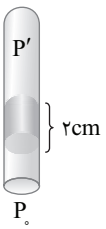


شکل (۱)

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

$$P'+P_{جیوه}=P_0\Rightarrow P'=P_0-2$$

بنابراین فشار گاز محبوس ۲cmHg کاهش می‌یابد.

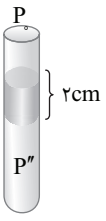


شکل (۲)

در شکل (۳) دهانهٔ لوله رو به بالا است:

$$P_0+P_{جیوه}=P''\Rightarrow P''=P_0+2$$

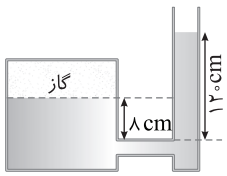
بنابراین فشار گاز محبوس ۲cmHg افزایش می‌یابد در نتیجه گزینهٔ (۴) درست است.



شکل (۳)

A ۳۰۵ ۴

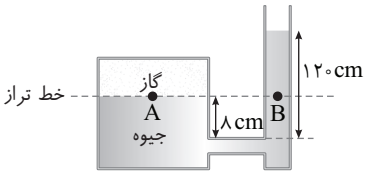
بازی با سؤال در شکل مقابل، مایع درون ظرف جیوه است. اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار گاز درون محفظه چند سانتی‌متر جیوه است؟



۱) ۴۵ ۲) ۸۳ ۳) ۱۷۵ ۴) ۱۸۷

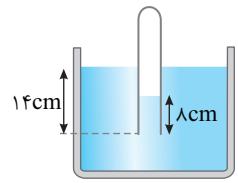
پاسخ خط تراز را رسم می‌کنیم، فشار در نقاط A و B روی خط تراز برابر است. در سمت چپ در نقطهٔ A فشار برابر فشار گاز و در سمت راست در نقطهٔ B، فشار برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون ۱۲۰−۸=۱۱۲cm جیوه است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A=P_B\Rightarrow P_{گاز}=P_0+P_{جیوه}\Rightarrow P_{گاز}=75+112=187cmHg$$



B ۳۰۷ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل، دهانهٔ لولهٔ قائمی تا عمق ۱۴ سانتی‌متر درون مایعی به چگالی ۰/۹g/cm³ فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتی‌متر باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی متر جیوه است؟ (فشار هوا ۷۶cmHg و $\rho_{جیوه}=13/5g/cm^3$ است.)



۱) ۷۵/۵ ۲) ۷۵/۶ ۳) ۷۶/۴ ۴) ۷۶/۵

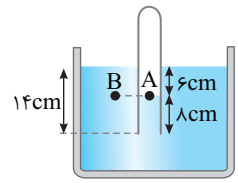
پاسخ با توجه به شکل، سطح مایع درون لوله از سطح مایع درون ظرف پایین‌تر است. از این‌رو، فشار هوای درون لوله از فشار هوای بیرون بیشتر است. نقاط A و B روی یک خط تراز قرار دارند، بنابراین: $P_A=P_B\Rightarrow P_A=P_0+P_{مایع}$

فشار مایع را برحسب cmHg به‌دست می‌آوریم:

$$(\rho gh)_{مایع}=\rho_{Hg}gh_{Hg}$$

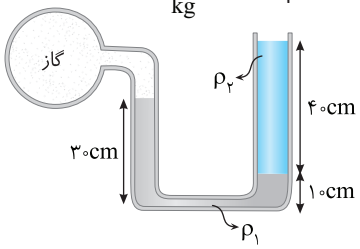
$$\Rightarrow h_{Hg}=\frac{(\rho h)_{مایع}}{\rho_{Hg}}\Rightarrow P_{مایع}=\frac{0/9\times6}{13/5}=0/4cmHg$$

بنابراین فشار در نقطهٔ A (فشار گاز) برابر است با: $P_A=76+0/4=76/4cmHg$



B ۳۰۹ ۱

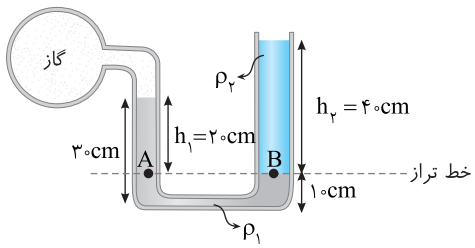
بازی با سؤال درون یک لولهٔ U شکل که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه به چگالی $\rho_1=13/6\times10^3\frac{kg}{m^3}$ و مایعی با چگالی ρ_2 قرار دارد. اگر فشار مخزن ۸۰kPa باشد، ρ_2 در SI کدام است؟ $(P_0=10^5Pa, g=10\frac{N}{kg})$



۱) ۱۸۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۱/۸
۴) ۳/۶

پاسخ ۱ خط تراز را رسم می‌کنیم.

۲ فشار نقاط A و B روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم. $P_A = P_B$



۳ فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز و فشار ستون ۲۰cm مایع ρ_1 و فشار در نقطهٔ B برابر فشار هوا و فشار ستون ۴۰cm مایع ρ_2 است.

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

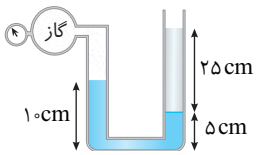
$$\Rightarrow ۸۰\times۱۰^۳ + ۱۳/۶\times۱۰^۳ \times ۱۰\times ۰/۲ = ۱۰^۵ + \rho_2 \times ۱۰\times ۰/۴$$

$$۱۰۷/۲\times۱۰^۳ = ۱۰^۵ + ۴\rho_2 \Rightarrow ۱/۰۷۲\times۱۰^۵ - ۱۰^۵ = ۴\rho_2$$

$$\Rightarrow ۰/۰۷۲\times۱۰^۵ = ۴\rho_2 \Rightarrow \rho_2 = ۱۸۰۰ kg/m^۳$$

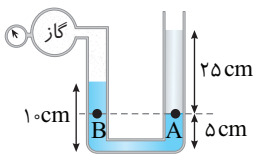
A ۳۱۳ ۱

بازی با سؤال درون لولهٔ U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است. دو مایع به چگالی $\rho_1 = ۱۲۰۰ kg/m^۳$ و $\rho_2 = ۹۰۰ g/L$ قرار دارد. فشارسنج بوردون متصل به مخزن فشار چند کیلوپاسکال را نشان می‌دهد؟ $(P_\circ = ۱۰^۵ Pa, g = ۱۰ N/kg)$



۱) ۱/۶۵
۲) ۱۰۱/۵۵۰
۳) ۱۰۴/۵۵۰
۴) ۴/۵۵۰

پاسخ می‌دانیم که در مقایسه دو مایع، مایعی که ته‌نشین می‌شود دارای چگالی بیشتری است پس در لولهٔ سمت راست، ρ_1 مایع با ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر است. فشارسنج بوردون فشار پیمانه‌ای مخزن را اندازه می‌گیرد:



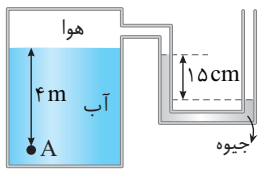
$$P_B = P_A \Rightarrow P_{مخزن} + \rho_1 g \frac{۵}{۱۰۰} = \rho_2 g \frac{۲۵}{۱۰۰}$$

$$P_{مخزن} + ۱۲۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰} = ۹۰۰\times۱۰\times\frac{۲۵}{۱۰۰}$$

$$P_{مخزن} = ۱۶۵۰ Pa = ۱/۶۵ kPa$$

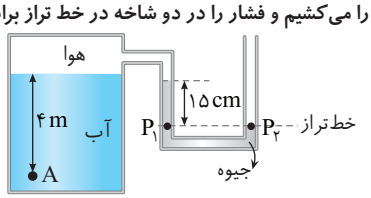
B ۳۱۶ ۲

بازی با سؤال فشار در نقطهٔ A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی آب $۱۰۰۰ kg/m^۳$، چگالی جیوه $۱۳۶۰۰ kg/m^۳$، فشار هوای بیرون $۱۰^۵ Pa$ و $g = ۱۰ N/kg$ است.) تجربی - ۹۴



۱) ۷۹/۶
۲) ۱۱۹/۶
۳) ۶۸/۴
۴) ۱۲۰/۴

پاسخ ابتدا فشار هوای درون مخزن را به‌دست می‌آوریم. قطعاً فشار هوای محیط از فشار هوای مخزن بیشتر است زیرا سطح جیوه در سمت مخزن بالاتر است. خط تراز را می‌کشیم و فشار را در دو شاخه در خط تراز برابر قرار می‌دهیم.



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

$$P_{مخزن} = P_\circ - \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow P_{مخزن} = ۱۰^۵ - ۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۱۵}{۱۰۰} \Rightarrow$$

$$P = ۱۰۰۰۰۰ - ۲۰۴۰۰ = ۷۹۶۰۰ Pa$$

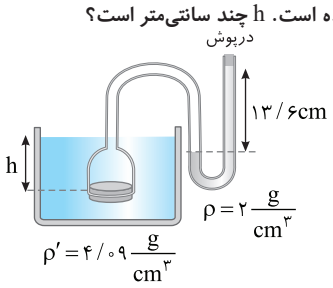
فشار در نقطهٔ A برابر مجموع فشار هوای مخزن و فشار آب است. در نتیجه:

$$P_A = P_{مخزن} + \rho_W g h_W = ۷۹۶۰۰ + ۱۰۰۰\times۱۰\times۴ = ۷۹۶۰۰ + ۴۰۰۰۰$$

$$\Rightarrow P_A = ۱۱۹۶۰۰ Pa = ۱۱۹/۶ kPa$$

B ۳۳۰ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر نیروی وارد بر درپوش بالایی لوله ۶۰N و سطح مقطع لوله $۲۰cm^۲$ است و در طرف دیگر لولهٔ U شکل، پیستون سبکی مقداری هوا را در لوله محبوس کرده است. h چند سانتی‌متر است؟



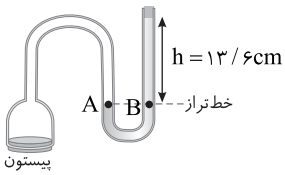
۱) ۰/۸
۲) ۰/۶
۳) ۸۰
۴) ۶۰

پاسخ ۱ ابتدا با توجه به لولهٔ U شکل و استفاده از خط تراز فشار هوای محبوس را به‌دست می‌آوریم:

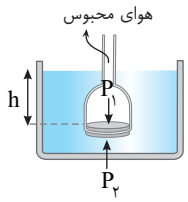
$$P_A = P_B$$

$$P_{هوای\ محبوس} = P_{درپوش} + P_{مایع} \Rightarrow P_{هوای\ محبوس} = \frac{F_{درپوش}}{A_{درپوش}} + \rho g h$$

$$P_{هوای\ محبوس} = ۲۰۰۰\times۱۰\times\frac{۱۳/۶}{۱۰۰} + \frac{۶۰}{۲۰\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow P_{هوای\ محبوس} = ۳۲۷۲۰ Pa$$

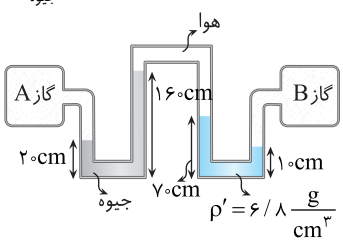


۲ فشار هوای محبوس وارد بر پیستون برابر ۳۲۷۲۰Pa است و از طرف مایع درون ظرف به پیستون فشاری به اندازهٔ $\rho' gh$ وارد می‌شود و چون پیستون در حال تعادل است، داریم: $P_1 = P_2 \Rightarrow ۳۲۷۲۰ = ۴۰۹۰\times۱۰\times h \Rightarrow h = ۰/۸m = ۸۰cm$



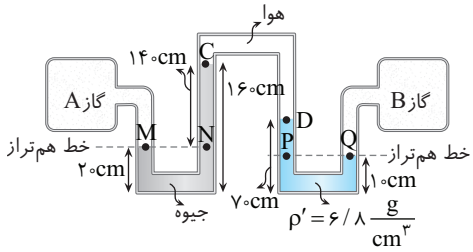
C ۳۳۳ ۱

بازی با سؤال در شکل زیر، فشار گاز مخزن B از فشار گاز مخزن A ..... سانتی‌متر جیوه ..... است. $(\rho_{جیوه} = ۱۳/۶ g/cm^۳, g = ۱۰ N/kg)$



۱) ۱۱۰، بیشتر
۲) ۱۱۰، کمتر
۳) ۵۵، بیشتر
۴) ۵۵، کمتر

پاسخ خط فکری فشار گاز در یک مخزن در همهٔ 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 N و M برابر است.

$$P_M = P_N \Rightarrow P_{A\ گاز} = P_C + P_{جیوه} \Rightarrow P_{A\ گاز} = P_C + (۱۶۰ - ۲۰) = P_C + ۱۴۰$$

$$P_{A\ گاز} = P_C + ۱۴۰ \qquad (I)$$

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

$$P_P = P_Q \Rightarrow P_D + P_{مایع} = P_{B\ گاز} \qquad (II)$$

ارتفاع ستون مایع بالای خط تراز برابر $۶۰cm - ۱۰ = ۷۰cm$ است. فشار این ستون مایع را برحسب cmHg حساب می‌کنیم.

$$\rho_{مایع} g h_{مایع} = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow ۶/۸ \times ۶۰ = ۱۳/۶ \times h_{Hg} \Rightarrow$$

$$h_{Hg} = ۳۰cm \Rightarrow P_{مایع} = ۳۰cmHg$$

در رابطهٔ (II) خواهیم داشت:

$$P_D + ۳۰ = P_{B\ گاز} \Rightarrow P_{B\ گاز} = P_D + ۳۰ \xrightarrow{P_C = P_D} P_{B\ گاز} = P_C + ۳۰ \quad (III)$$

با مقایسهٔ رابطهٔ (I) و (III) مشخص است.

$$P_{A\ گاز} - P_{B\ گاز} = P_C + ۱۴۰ - P_C - ۳۰ = ۱۱۰cmHg$$

A ۳۴۷ ۳

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.

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.

B ۳۴۹

بازی با سؤال نیروی شناوری وارد بر قایق چگونه تغییر می‌کند؟

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.

B ۳۵۰ ۱

بازی با سؤال تکه چوبی در آب شناور می‌ماند، به‌طوری 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؟

$$(\rho_O = ۰/۸ g/cm^۳, \rho_W = ۱ g/cm^۳)$$

۱) بیش از نصف ۲) نصف

۳) کمتر از نصف ۴) پاسخ به شکل تکه چوب بستگی دارد.

پاسخ خط فکری هرچه چگالی مایع کمتر باشد، فرورفتگی یک جسم شناور در آن مایع بیشتر می‌شود.

چگالی نفت کمتر از چگالی آب است، از این‌رو 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.

B ۳۵۱ 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؟

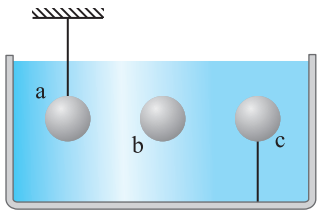
۱) $\rho_{مایع} < \rho_A = \rho_B$ ۲) $\rho_A < \rho_B < \rho_{مایع}$

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

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.

B ۳۵۲ ۲

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 به‌ترتیب F_{b_a}، F_{b_b} و F_{b_c} باشد، کدام گزینه درست است؟



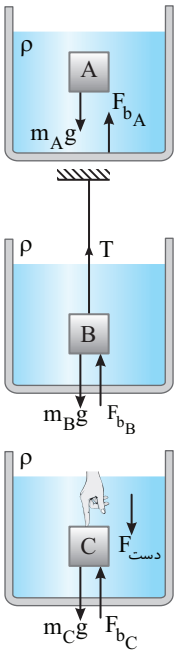
۱) $F_{b_a} = F_{b_b} = F_{b_c}$

۲) $F_{b_a} < F_{b_b} < F_{b_c}$

۳) $F_{b_a} > F_{b_b} = F_{b_c}$

۴) $F_{b_a} = F_{b_b} > F_{b_c}$

پاسخ خط 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 $(\rho_B > \rho)$.

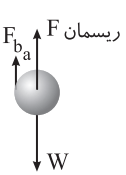
در این حالت برای آنکه جسم درون مایع سقوط نکند، باید نیرویی مانند نیروی ریسمان (T) به کمک نیروی شناوری بیاید.

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

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

در این حالت نیروی شناوی 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.

$$F_{دست} + m_C g = F_{b_C}$$

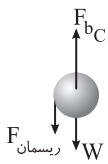


جسم a در تعادل است. بر جسم a نیروی وزن رو به پایین و نیروی شناوری و نیروی ریسمان رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین نیروی شناوری وارد بر a از وزن a کمتر است.

$$F_{b_a} < W$$

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. $F_{b_b} = W$

بر جسم c نیروی وزن و نیروی ریسمان رو به پایین و F_{b_c} رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین F_{b_c} باید با مجموع W و $F_{ریسمان}$ 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:

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

B ۳۵۹ ۴

بازی با سوال ظرفی استوانه‌ای‌شکل، 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) گزینهٔ (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 اندازهٔ نیروی شناوری بر نیروی وارد بر کف ظرف اضافه می‌شود. با توجه به دو مورد ذکر شده، گزینهٔ (۴) درست است.

A ۳۶۳ ۱

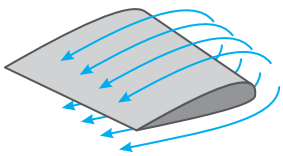
بازی با سوال با توجه به شکل زیر و متلاطم بودن جریان در مقطع (۱)، نوع جریان در مقطع (۲) چگونه می‌تواند باشد؟

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 سوال 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

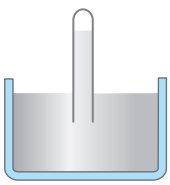
بازی با سوال وقتی شیر آب را کمی باز می‌کنیم، آب به آرامی جریان پیدا می‌کند و مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک شدن به زمین باریک‌تر می‌شود. دلیل این موضوع آن است که .....

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

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

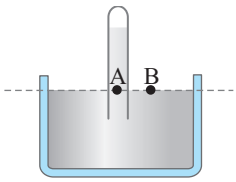
B ۳۷۰ ۱

بازی با سوال در شکل روبه‌رو یک لولهٔ آزمایش را درون ظرف حاوی مایع به‌صورت وارون قرار داده‌ایم و مایع درون لوله در حال تعادل است. اگر بالای ظرف و به موازات سطح مایع با یک دمندهٔ 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 نقطهٔ A و B روی خط تراز با هم برابر است. فشار در نقطهٔ B برابر فشار هوا و فشار در نقطهٔ 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 نقطهٔ B کاهش یافته، بنابراین فشار در نقطهٔ A نیز باید کاهش یابد درنتیجه ارتفاع مایع درون لوله کاهش می‌یابد.

A ۳۷۵ ۱

بازی با سوال آهنگ شارش حجمی شاره در یک لوله برابر $۳۷/۵ L/s$ است. اگر قطر سطح مقطع لوله ۱۰cm باشد، تندی جریان شاره در لوله چند m/s است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۰

پاسخ آهنگ شارش حجمی شاره را برحسب $m^۳/s$ حساب می‌کنیم.

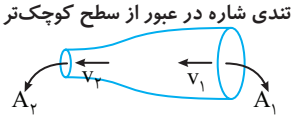
$$۳۷/۵ \frac{L}{s} = ۳۷/۵ \frac{L}{s} \times \frac{۱۰^{-۳} m^۳}{۱ L} = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} m^۳/s$$

آهنگ شارش حجمی شاره برابر است با:

$$Av = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow \pi (\frac{۱۰}{۲})^۲ \times ۱۰^{-۴} \times v = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow v = ۵ m/s$$

A ۳۷۶ ۳

بازی با سوال شاره‌ای با جریان لایه‌ای و پایا تمام فضای لولهٔ نشان داده شده در شکل را پر کرده است. شعاع سطح مقطع در قسمت بزرگ‌تر لوله $r_۱ = ۴cm$ و شعاع سطح مقطع کوچک‌تر $r_۲ = ۱/۵cm$ است. اگر تندی شاره در عبور از سطح بزرگ‌تر $۹cm/s$ 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:

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲ \Rightarrow \pi r_۱^۲ v_۱ = \pi r_۲^۲ v_۲ \Rightarrow$$

$$۱۶ \times ۹ = ۲/۲۵ \times v_۲ \Rightarrow v_۲ = ۱۶ \times ۴ = ۶۴ cm/s$$

A ۳۷۸ ۱

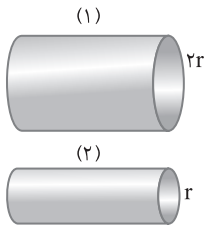
بازی با سؤال در شکل زیر به علت تشکیل رسوب در لوله، مساحت سطح قسمتی از لوله ۲۰ درصد کاهش یافته است. اگر درون لوله شاره‌ای پایا و لایه‌ای برقرار باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت بدون رسوب چند برابر قسمت رسوب کرده است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۲
۳) ۱/۴۴ ۴) ۰/۸

پاسخ هرگاه شارهٔ 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.

B ۳۸۱ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو دو لوله با شعاع‌های مختلف داریم و تندی جریان آب در لولهٔ (۱) نصف تندی جریان آب در لولهٔ (۲) است. اگر مقدار آب خارج شده از لولهٔ (۱) در مدت زمان t_1 برابر مقدار آب خارج شده از لولهٔ (۲) در مدت t_2 باشد، $\frac{t_2}{t_1}$ برابر

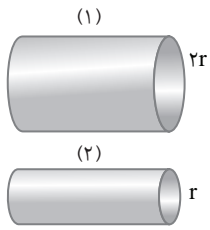


کدام گزینه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ **خط فکری** آب در مدت t با تندی v به اندازهٔ $L=vt$ 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

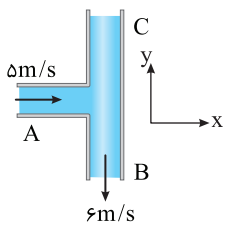


$$V_1=V_2\Rightarrow A_1v_1t_1=A_2v_2t_2\xrightarrow{v_1=\frac{1}{2}v_2}$$
$$\pi(2r)^2(\frac{1}{2}v_2)t_1=\pi(r^2)v_2t_2\Rightarrow\frac{t_2}{t_1}=2$$

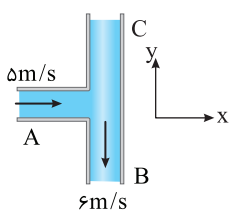
B ۳۸۲ ۱

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

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



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



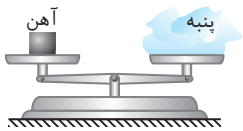
$$v_A<v_B\xrightarrow{A_A=A_B}v_AA_A<v_BA_B$$

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 وخلاف جهت محور yها باشد. برای ثابت ماندن آهنگ شارش حجمی آب باید مجموع آب ورودی به قسمت A و آب ورودی به قسمت C با آب خروجی از قسمت B برابر باشد و بنا به معادلهٔ پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_Av_A+A_Cv_C=A_Bv_B\Rightarrow5+v_C=6\Rightarrow v_C=1\,m/s$$

C ۳۸۷ ۳

بازی با سؤال مقداری پنبه و مقداری آهن در دو کفهٔ ترازو قرار دارند و ترازو در تعادل است. نیروی گرانش وارد بر .....

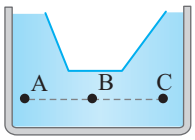


۱) پنبه و آهن برابر است.
۲) پنبه از آهن کمتر است.
۳) پنبه از آهن بیشتر است.
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

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.

A ۳۹۱ ۱

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

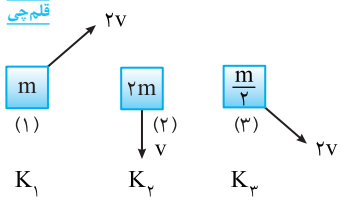


۱) $P_A=P_B=P_C$
۲) $P_B<P_A<P_C$
۳) $P_B>P_A>P_C$
۴) $P_A=P_B<P_C$

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

A ۳۹۶ ۳

بازی با سؤال در کدام گزینه انرژی جنبشی اجسام زیر به‌درستی مقایسه شده است؟ قلم‌چی



۱) $K_۲<K_۳<K_۱$

۲) $K_۳<K_۲<K_۱$

۳) $K_۳=K_۲<K_۱$

۴) $K_۳=K_۲=K_۱$

پاسخ انرژی جنبشی هر جسم را به‌دست می‌آوریم و با هم مقایسه می‌کنیم.

(۱) جسم: $K_۱=\frac{۱}{۲}m(۲v)^۲\Rightarrow K_۱=۲mv^۲$

(۲) جسم: $K_۲=\frac{۱}{۲}(۲m)v^۲\Rightarrow K_۲=mv^۲ \quad \Rightarrow K_۳=K_۲<K_۱$

(۳) جسم: $K_۳=\frac{۱}{۲}(\frac{m}{۲})(۲v)^۲\Rightarrow K_۳=mv^۲$

A ۴۰۱ ۴

بازی با سؤال نسبت انرژی جنبشی جسمی به جرم $m_۱$ که با تندی $v_۱$ در حرکت است، به انرژی جنبشی جسم دیگری که جرم آن $۲m_۱$ و تندی‌اش $\frac{۱}{۲}v_۱$ است، چقدر است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ باید انرژی جنبشی جسم اول را بر انرژی جنبشی جسم دوم تقسیم کنیم:

$$\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{\frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲}{\frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲}\xrightarrow[v_۲=\frac{۱}{۲}v_۱]{m_۲=۲m_۱}\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{m_۱v_۱^۲}{۲m_۱(\frac{۱}{۲}v_۱)^۲}=\frac{v_۱^۲}{۲\times\frac{۱}{۴}v_۱^۲}=۲$$

A ۴۰۵ ۲

بازی با سؤال جسمی با سرعت $v_۱$ در حرکت است. اگر به سرعت آن $۶m/s$ افزوده شود، انرژی جنبشی آن ۲۱٪ افزایش می‌یابد، $v_۱$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

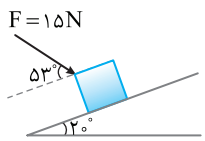
پاسخ با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$K_۲=K_۱+\frac{۲۱}{۱۰۰}K_۱\Rightarrow K_۲=۱/۲۱K_۱\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_۱+۶)^۲=۱/۲۱(\frac{۱}{۲}mv_۱^۲)$$

$$\Rightarrow v_۱+۶=۱/۱v_۱\Rightarrow ۰/۱v_۱=۶\Rightarrow v_۱=۶۰m/s$$

B ۴۴۷ ۱

بازی با سؤال جسمی را از پایین سطح شیبداری مطابق شکل با نیروی $F=۱۵N$ بالا می‌بریم. در بازه‌ای که جسم ۲ متر جابه‌جا می‌شود، کار نیروی F چند ژول است؟



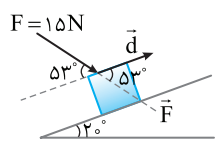
۱) ۱۸

۲) ۱/۸

۳) ۲۰

۴) ۲۴

پاسخ



$$W=Fd\cos ۵۳^\circ\Rightarrow W=۱۵\times۲\times۰/۶=۱۸J$$

C ۴۶۳ ۲

بازی با سؤال در صفحهٔ xoy بر جسمی که بردار جابه‌جایی آن به صورت $\vec{d}=۵\vec{i}+۴\vec{j}$ است، نیروی $\vec{F}=\alpha\vec{i}+۵\vec{j}$ وارد شده است. اگر کار این نیرو در این جابه‌جایی، سه برابر کار آن در جابه‌جایی روی محور xها باشد، α کدام است؟ (تمامی واحدها در دستگاه اندازه‌گیری SI می‌باشند.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ ابتدا کار نیروی $\vec{F}$ را در جابه‌جایی روی هر یک از محورهای x و y به صورت جدا محاسبه می‌کنیم. با توجه به عمود بودن مؤلفه‌های x و y داریم:

$$W_x=F_xx\Rightarrow W_x=۵\alpha J\,,\,W_y=F_yy\Rightarrow W_y=۵\times۴=۲۰J$$

کار یک کمیت نرده‌ای است، بنابراین کل کار نیروی $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$ برابر است با:

$$W_t=W_x+W_y\Rightarrow W_t=(۵\alpha+۲۰)J$$

با توجه به صورت سؤال داریم:

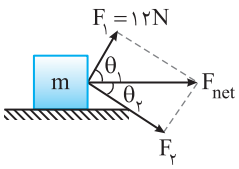
$$W_t=۳W_x\Rightarrow ۵\alpha+۲۰=۳\times۵\alpha\Rightarrow\alpha=۲N$$

B ۴۶۷ ۳

بازی با سؤال بر جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، دو نیروی افقی عمود بر هم $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ وارد می‌شود. اگر در یک جابه‌جایی معین کار نیروی $\vec{F}_۱$، ۹ برابر کار نیروی $\vec{F}_۲$ باشد، بزرگی نیروی $\vec{F}_۲$ چند نیوتون است؟ قلم‌چی

۱) ۳۶ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ جسم ساکن در جهت نیروی خالص به حرکت درمی‌آید. نسبت $F_۲$ به $F_۱$ خواهد شد:



$$\tan\theta_۱=\frac{F_۲}{F_۱}\quad(۱)$$

کار نیروهای $F_۱$ و $F_۲$ خواهد شد:

$$W=Fd\cos\theta\Rightarrow\begin{cases}W_۱=F_۱d\cos\theta_۱\\W_۲=F_۲\,d\cos\theta_۲\end{cases}\Rightarrow\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\cos\theta_۲}{\cos\theta_۱}$$

$$\xrightarrow{\theta_۱+\theta_۲=۹۰^\circ\Rightarrow\cos\theta_۲=\sin\theta_۱}\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\sin\theta_۱}{\cos\theta_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\tan\theta_۱$$

$$\xrightarrow{(۱)}\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{F_۲}{F_۱}\Rightarrow\frac{W_۲}{W_۱}=(\frac{F_۲}{F_۱})^۲$$

$$\xrightarrow[F_۱=۱۲N]{\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{۱}{۹}}\frac{۱}{۹}=(\frac{F_۲}{۱۲})^۲\Rightarrow\frac{۱}{۳}=\frac{F_۲}{۱۲}\Rightarrow F_۲=۴N$$

B ۴۷۹ ۴

بازی با سؤال جسمی با سرعت $۸m/s$ در جهت مثبت محور xها حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن ۶۴J است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر می‌کند و در جهت منفی محور xها به $۱۶m/s$ می‌رسد. کار کل وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

۱) ۱۲۸ ۲) −۱۹۲ ۳) −۱۲۸ ۴) ۱۹۲

پاسخ کار کل بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهد شد:

$$K_۱=\frac{۱}{۲}mv_۱^۲\Rightarrow ۶۴=\frac{۱}{۲}\times m\times۶۴\Rightarrow m=۲kg$$

$$W_t=K_۲-K_۱\Rightarrow W=\frac{۱}{۲}\times۲\times((۱۶)^۲-۶۴)\Rightarrow W=۲۵۶-۶۴\Rightarrow W=۱۹۲J$$

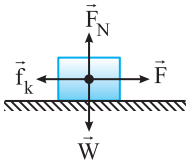
۴ ۴۸۰ B

بازی با سؤال جسمی به جرم ۲kg روی سطح افقی ساکن است و تحت تأثیر نیروی افقی ۲۰N شروع به حرکت می‌کند و تندی‌اش پس از طی مسافت ۵ متر به ۸m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک جسم با سطح چند نیوتون است؟ $(g=10m/s^2)$

۱) ۹ ۲) صفر

۳) ۳/۶ ۴) ۷/۲

پاسخ بنا بر قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل برابر با تغییر انرژی جنبشی است، بنابراین:



$$W_t=\Delta K \xrightarrow[W_{F_N}=W_{W}=0]{W_f=-f_k d,\ W_F=Fd} (F-f_k)d=\frac{1}{2}mv^2-0$$

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

۲ ۴۸۶ B

بازی با سؤال مکعبی به جرم ۲kg روی سطح افقی با تندی اولیه v_0 پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که کار نیروی اصطکاک به ۲۴ ژول می‌رسد، تندی جسم ۴m/s کمتر از تندی اولیهٔ آن است. v_0 چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۲/۵

پاسخ خط فکری 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 −۲۴J است.

$$W_F=W_t=\Delta K \Rightarrow -24=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

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

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

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 ۲۰m و ۵m را باهم جمع کنید و عدد ۲۵m را به‌دست بیاورید.

اما راه‌حل دیگر این است که در ابتدا و انتهای مسیر تندی 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 5m است اما در کل جابه‌جایی نیروی f_k بر جسم وارد می‌شود بنابراین: $Fd-f_k d_{کل} \Rightarrow 20\times 5-4d_{کل}=0 \Rightarrow d_{کل}=25m$

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، تندی آن از 36km/h به 72km/h می‌رسد. اگر کار نیروی $\vec{F}_1$ در این جابه‌جایی معادل ۶۰J باشد، کار برایند نیروهای $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ در همین جابه‌جایی چند ژول است؟ قلم‌چی

۱) ۳۰۰ ۲) ۱۸۰

۳) ۲۴۰ ۴) ۱۲۰

پاسخ تندی‌ها را برحسب m/s به‌دست می‌آوریم:

$$v_1=36\frac{km}{h}=\frac{36}{3/6}=10\frac{m}{s},\ v_2=72\frac{km}{h}=\frac{72}{3/6}=20\frac{m}{s}$$

تغییر انرژی جنبشی جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta K=K_2-K_1 \Rightarrow \Delta K=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow \Delta K=\frac{1}{2}\times 1/6\times(20^2-10^2)=0/8\times 300=240J$$

بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t=\Delta K \Rightarrow W_{F_1}+W_{F_{23}}=\Delta K \Rightarrow 60+W_{F_{23}}=240$$

$$\Rightarrow W_{F_{23}}=180J$$

۳ ۴۹۴ B

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

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۵

پاسخ جسم از حال سکون در جهت برایند نیروها شروع به حرکت می‌کند. پس جابه‌جایی و برایند نیروها هم‌راستا هستند.

$$W_F=\Delta K \Rightarrow F\times 10=\frac{1}{2}\times 5\times(200-0) \Rightarrow F=50N$$

F برایند دو نیروی عمود برهم F_1 و F_2 است، در نتیجه:

$$F=\sqrt{F_1^2+F_2^2} \Rightarrow F^2=F_1^2+F_2^2 \Rightarrow 2500=F_1^2+900 \Rightarrow F_1^2=1600$$

$$\Rightarrow F_1=40N$$

۲ ۴۹۸ B

بازی با سؤال چتربازی از ارتفاع ۸۰۰ متری از حال سکون رها می‌شود. جرم چترباز همراه چترش 80kg است. اگر چترباز با تندی 5m/s به زمین برسد کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ $(g=10N/kg)$

۱) −۶۲۹ ۲) −۶۳۹ ۳) -629×10^3 ۴) 639×10^3

پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

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

$$\xrightarrow[v_1=0]{v_2=5m/s} 80\times 10\times 800+W_{f_D}=40\times 25$$

$$64\times10^4+W_f=1000 \Rightarrow W_f=-639000=-639kJ$$

۲ ۵۱۳ A

بازی با سؤال ماهواره‌ای به جرم 500kg با تندی 3m/s در فاصلهٔ 7200km از مرکز زمین به گرد زمین می‌چرخد، در مدتی که ماهواره نیم دور به گرد زمین می‌چرخد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟

برگرفته از کتاب درسی

۱) صفر ۲) ۲۲۵۰

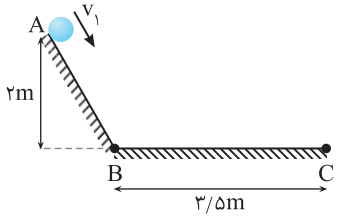
۳) ۴۵۰۰ ۴) 4500π

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

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

A ۵۱۸ | ۱

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم $1kg$ با تندی اولیهٔ v_1 از نقطهٔ A شروع به حرکت می‌کند 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 نقطهٔ C می‌ایستد. کار کل انجام شده روی گلوله چند ژول است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$ قلم‌چی



۱) $-4/5$
۲) $4/5$
۳) 9
۴) -9

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

$$W_{AB}=mgh\Rightarrow W_{AB}=1\times10\times2=20J$$

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

$$W_{BC}=\Delta K\Rightarrow W_{BC}=\frac{1}{2}m(v_C^2-v_B^2)\Rightarrow W_{BC}=\frac{1}{2}\times1\times(-49)=-\frac{49}{2}J$$

کار کل در مسیر ABC برابر است با:

$$W_t=W_{AB}+W_{BC}\Rightarrow W_t=20+(\frac{-49}{2})=-\frac{9}{2}J=-4/5J$$

A ۵۴۱ | ۱

بازی با سؤال سنگی به جرم $1kg$ از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین، با تندی $20m/s$ به طرف بالا پرتاب شده و با تندی $22m/s$ به زمین می‌رسد، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن در طول این حرکت چند برابر کار نیروی وزن است؟ $(g=10m/s^2)$ قلم‌چی

۱) -1 ۲) 2 ۳) -2 ۴) 1

پاسخ همواره تغییر انرژی پتانسیل گرانشی منفی کار نیروی وزن است.

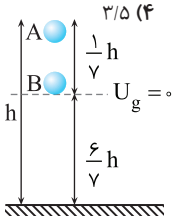
$$\frac{\Delta U_g}{W_W}=-1$$

B ۵۵۴ | ۱

بازی با سؤال جسمی به جرم $2kg$ در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود. اگر انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که $\frac{1}{7}$ مسیر را طی کرده است برابر $30J$ باشد، ارتفاع h چند متر است؟ $(g=10N/kg)$

۱) $10/5$ ۲) 12 ۳) 14 ۴) $3/5$

پاسخ بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی:



انرژی پتانسیل را در ارتفاعی که جسم $\frac{1}{7}h$ پایین آمده صفر در نظر می‌گیریم در این نقطه طبق فرض مسئله انرژی جنبشی $K_B=30J$ است. بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

$$E_A=E_B\Rightarrow U_A+K_A=U_B+K_B$$

$$mg(\frac{1}{7}h)+0=0+K_B\Rightarrow2\times10\times(\frac{1}{7}h)=30\Rightarrow h=10/5m$$

B ۵۵۸ | ۱

بازی با سؤال جسمی را از سطح زمین با تندی $20m/s$ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در ارتفاع چند متری از سطح زمین انرژی جنبشی جسم یک پنجم انرژی جنبشی آن در لحظهٔ پرتاب خواهد شد؟ $(g=10N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۱۶ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۵

پاسخ اصل پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

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

$$\xrightarrow[K_2=\frac{1}{5}K_1]{U_1=0}0+\frac{1}{2}mv_0^2=mgh+\frac{1}{5}\times\frac{1}{2}mv_0^2$$

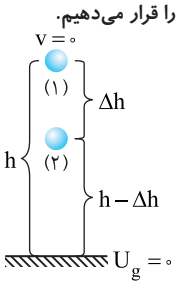
$$\frac{4}{5}\times\frac{1}{2}v_0^2=gh\Rightarrow\frac{2}{5}\times400=10\times h\Rightarrow h=16m$$

B ۵۶۰ | ۲

بازی با سؤال گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{5}$ انرژی پتانسیل گرانشی اولیه آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h}$ کدام است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز است.) مشابه خارج ریاضی - ۹۷

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

پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم و به جای انرژی جنبشی ثانویه، $\frac{1}{5}$ انرژی پتانسیل گرانشی اولیه $(K_2=\frac{1}{5}U_1)$ را قرار می‌دهیم.



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

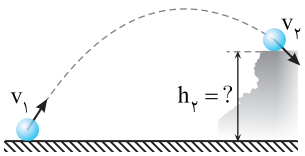
$$\xrightarrow[K_2=\frac{1}{5}U_1]{K_1=0}U_1+0=U_2+\frac{1}{5}U_1$$

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

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

A ۵۶۵ | ۱

بازی با سؤال توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $40m/s$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود و با تندی $20m/s$ با بالای صخره برخورد می‌کند. اگر از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، ارتفاع h_2 چند متر است؟ از کتاب درسی



۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۳۰

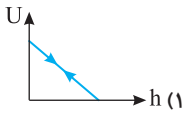
پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم البته سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.

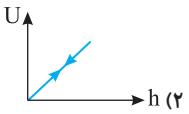
$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\xrightarrow[K=\frac{1}{2}mv^2]{U_1=0}0+\frac{1}{2}mv_1^2=mgh+\frac{1}{2}mv_2^2$$

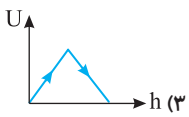
$$\Rightarrow\frac{1}{2}\times1600=10\times h+\frac{1}{2}\times400\Rightarrow h=60m$$

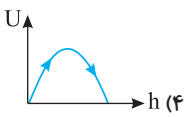
C ۵۶۹ | ۲

بازی با سؤال جسمی را با سرعت اولیهٔ v_0 در شرایط خلأ از سطح زمین و در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌کنیم. نمودار انرژی پتانسیل بر حسب ارتفاع از زمین در زمان رفت و برگشت کدام است؟ (سطح زمین مبدأ پتانسیل است.)

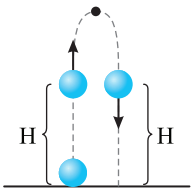
۱) 

۲) 

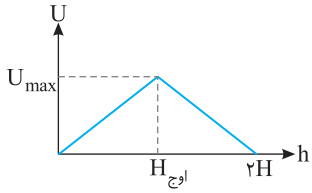
۳) 

۴) 

پاسخ با پرتاب تـوپ رو به بالا تندی توپ کاهش و انرژی جنبشی آن نیز کاهش می‌یابد، اما ارتفاع توپ از سطح زمین افزایش می‌یابد و انرژی پتانسـیل گرانشی (mgh) زیاد خواهد شد، پس گزینه (۱) نادرست است. دقت کنید که در مسیر رفت و برگشـت، در یک ارتفاع معین H مقدار انرژی پتانسیل گرانشی یکسان و برابر mgH است. بنابراین نمودارهای انرژی پتانسیل گرانشی توپ در مسیر رفت از سـطح زمین به ارتفاع H و در برگشـت از H به سـطح زمین $(h=۰)$ بر هم منطبق می‌شوند و گزینهٔ (۲) درست است.

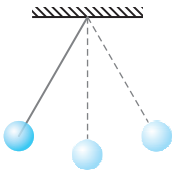


یک اشـتباه متـداول در مورد این تسـت، انتخاب گزینهٔ (۳) است. دقت کنیـد گلوله بالا می‌رود و به ارتفاع H می‌رسد و مجدداً همین مسـیر را برمی‌گردد اما به شـکل گزینهٔ (۳) (شـکل روبـه‌رو) دقت کنید در این شکل جسم به ارتفاع H و در ادامه به ارتفاع $۲H$ می‌رود که این متفاوت با مسیر حرکت توپی است که به بالا پرتاب می‌شود (به‌طور عمودی) و به پایین برمی‌گردد. چرا که در مسألهٔ ما جسم از $h=۰$ به $h=H$ می‌رود و همین مسیر را بازمی‌گردد.



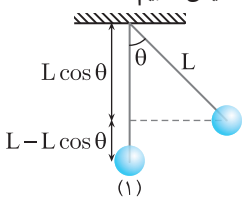
B ۳ ۵۷۹

بازی با سؤال آونگی به طول ۱/۶ متر در حال نوسـان است. وقتی گلولهٔ آونگ از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر می‌گذرد، سرعتش $۴m/s$ اسـت. زاویهٔ راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطهٔ مسیر می‌رسد، چند درجه است؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و مقاومت هوا ناچیز است.)



۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

پاسخ با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی داریم:



$$E_۱=E_۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=mg(L-L\cos\theta)$$

$$\frac{۱}{۲}\times۱۶=۱۰(۱/۶-۱/۶\cos\theta)$$

$$\Rightarrow۸=۱۶-۱۶\cos\theta\Rightarrow\cos\theta=\frac{۱}{۲}$$

بنابراین $\theta=۶۰^\circ$ است.

B ۲ ۵۹۵

بازی با سؤال اتومبیلی به جرم $۸۰۰kg$ و تندی $۱۰m/s$ ترمز کرده و متوقف می‌شود. چه مقدار انرژی برحسب ژول به گرما تبدیل می‌شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۴×۱۰^۳ ۲) ۴×۱۰^۴

۳) ۸×۱۰^۴ ۴) باید نیروی اصطکاک معلوم باشد.

پاسخ کافی است انرژی جنبشی اولیه خودرو را حساب کنیم:

$$Q_{گرما}=|\Delta K|\Rightarrow Q=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow Q=\frac{۱}{۲}\times۸۰۰\times۱۰^۲$$

$$\Rightarrow Q=۴۰۰۰۰J\Rightarrow Q=۴\times۱۰^۴J$$

A ۲ ۵۹۸

بازی با سؤال توپی به جرم ۲ کیلوگرم را از سـطح زمیـن با تندی اولیه $۱۰m/s$ در راسـتای قائـم به طرف بـالا پرتاب می‌کنیم و توپ پـس از چند بار برخورد به زمین نهایتاً روی سـطح زمین متوقف می‌شـود. چند ژول گرما در این حرکت به توپ و محیط اطراف آن داده شده است؟ قلم‌چی

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰

۳) صفر ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

پاسخ تمام انرژی جسـم به‌صورت انرژی جنبشـی اولیه اسـت که پس از پرتاب و برگشت به زمین پس از چند برخورد نهایتاً متوقف می‌شود و بنا به قانون پایسـتگی انـرژی، این انرژی جنبشـی به گرمـا تبدیل می‌شـود بنابراین خواهیم داشت:

$$Q=K=\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^۲=۱۰۰J$$

B ۳ ۶۰۷

بازی با سؤال در حین سـقوط جسـمی در نزدیکی سـطح زمین نسبت تغییرات انرژی جنبشـی به قدرمطلق کار نیروی مقاومت هوا برابر ۳ است. نسبت تغییرات انرژی جنبشی به تغییرات انرژی پتانسیل کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۲}{۵}$

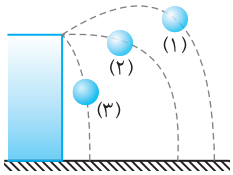
پاسخ در فرض مسئله $|\Delta K|=۳|W_f|$ است بنابراین می‌توان نوشت:

$$|\Delta U|=|\Delta K|+|W_f|\xrightarrow{|W_f|=\frac{۱}{۳}|\Delta K|}|\Delta U|=|\Delta K|+\frac{۱}{۳}|\Delta K|$$

$$\Rightarrow|\Delta K|=\frac{۳}{۴}|\Delta U|\Rightarrow\frac{|\Delta K|}{|\Delta U|}=\frac{۳}{۴}$$

A ۴ ۶۲۳

بازی با سؤال مطابق شکل سه گلوله یکسان را در سه حالت نشان داده شـده 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 گلولهٔ (۱) از همه بیشتر است.

۳) تندی گلولهٔ (۳) از همه بیشتر است.

۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

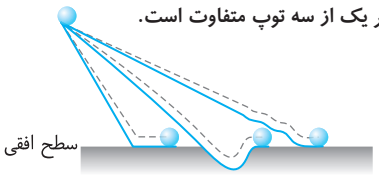
پاسخ یادآوری اگر جسمی را از سه وضعیت مختلف زیر پرتاب کنیم داریم:

۱ کار نیروی وزن در هر سه حالت یکسان است.

۲ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برای سه جسم یکسان است.

۳ اگر سـه توپ دارای سـرعت اولیه یکسـان و مسـیرهای بدون اصطکاک باشـند، تندی هر سه جسـم در رسیدن به سطح افقی برابر است. (حتی اگر جرم توپ‌ها متفاوت باشند زیرا $v=\sqrt{۲gh}$)

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



اگر مسـیر بدون اصطکاک باشـد، در هر سـه حالت انرژی پتانسـیل گرانشـی یکسـانی 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 گلولهٔ (۱) مسیر طولانی‌تری طی می‌کند، اتلاف انرژی آن بیشتر بوده و تندی آن از دو گلوله دیگر کمتر است و گلولهٔ (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 ۲ ۶۲۶

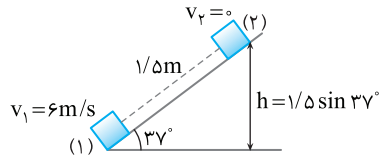
بازی با سؤال جسـمی به جرم ۳۰۰ گرم را از پایین سـطح شـیبداری با زاویـهٔ شـیب ۳۷° بـا تندی اولیـهٔ $۶m/s$ مماس بر سـطح، رو به بـالا پرتاب می‌کنیم. پس از ۱/۵ متر پیش‌روی جسـم متوقف شده و بازمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک و کار نیروی وزن در تمام مسـیر رفت و برگشـت به‌ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ $(g=۱۰N/kg,\sin۳۷^\circ=۰/۶)$

۱) صفر، صفر ۲) $-۵/۴$ ، صفر ۳) صفر، $+۵/۴$ ۴) $+۵/۴$ ، $-۵/۴$

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.

$$E_۲-E_۱=W_f\Rightarrow mgh-\frac{۱}{۲}mv^۲=W_f$$

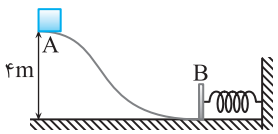
$$\xrightarrow[h=۰/۹m]{h=۱/۵\sin ۳۷^\circ} W_f=۰/۳\times۱۰\times۰/۹-\frac{۱}{۲}\times۰/۳\times۳۶\Rightarrow W_f=-۲/۷J$$



کار نیروی اصطکاک در رفت و برگشت برابر است با: $۲\times(-۲/۷)=-۵/۴J$

B ۶۳۱ | ۳

بازی با سوال مطابق شکلی جسمی به جرم ۲۰۰g از نقطهٔ A رها می‌شود. از زمان شروع حرکت جسم تا لحظه‌ای که جسم توسط فنر به‌طور لحظه‌ای متوقف می‌شود، ۱۰ درصد انرژی مکانیکی اولیه آن تلف می‌شود. بیشترین مقدار ذخیره شده در فنر چند ژول است؟



۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۷/۲ ۴) ۱۰/۸

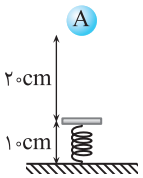
پاسخ بیشینه فشردگی فنر و بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی فنر زمانی است که تندی جسم صفر می‌شود. از طرفی کار نیروی اصطکاک ۱۰٪ انرژی مکانیکی اولیه است و با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_B-E_A=W_f\Rightarrow U_{\text{فنر}}-E_A=-\frac{۱۰}{۱۰۰}(E_A)$$

$$U_{\text{فنر}}=\frac{۹۰}{۱۰۰}E_A\Rightarrow U_{\text{فنر}}=\frac{۹}{۱۰}\times(۰/۲\times۱۰\times۴)=۷/۲J$$

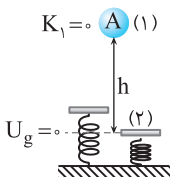
B ۶۳۳ | ۲

بازی با سوال جسمی از نقطهٔ A رها شده است، هنگامی که تندی متحرک ۱/۵m/s می‌شود، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی فنر با هم برابر خواهد شد. در این لحظه فاصلهٔ جسم از سطح زمین چند سانتی‌متر است؟ (از نیروی مقاومت‌ها صرف‌نظر کنید.)



۱) ۲۲/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵

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



$$E_۱=E_۲\Rightarrow K_۱+U_۱=K_۲+U_۲$$

$$\xrightarrow{K_۱=۰} mgh=(\frac{۱}{۲}mv^۲)+U_{\text{فنر}}$$

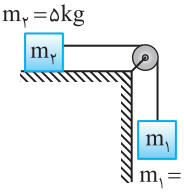
$$mgh=۲(\frac{۱}{۲}mv^۲)\Rightarrow۱۰\times h=۲/۲۵$$

$$h=۰/۲۲۵m=۲۲/۵cm$$

فاصله جسم از سطح زمین برابر است با: $۳۰-۲۲/۵=۷/۵cm$

B ۶۴۸ | ۳

بازی با سوال در شکل زیر دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. پس از ۱۰cm جابه‌جایی سرعت وزنه‌ها ۴۰cm/s می‌شود. نیروی اصطکاک بین جسم ۵ کیلوگرمی و سطح افقی میز چند نیوتون است؟



$(g=۱۰N/kg$ ، جرم نخ و قرقره ناچیز$)$

۱) ۴/۹ ۲) ۵ ۳) ۹/۸ ۴) ۶/۵

پاسخ پس از ۱۰cm جابه‌جایی انرژی پتانسیل گرانشی آزاد شده خواهد شد:

$$\Delta U=mgh\Rightarrow\Delta U=۱/۵\times۱۰\times۰/۱\Rightarrow\Delta U=۱/۵J$$

انرژی جنبشی مجموعه دستگاه برابر می‌شود با:

$$\Delta K_t=\frac{۱}{۲}(m_۱+m_۲)v^۲\Rightarrow\Delta K_t=\frac{۱}{۲}\times(۶/۵)\times(۰/۱۶)\Rightarrow\Delta K_t=۰/۵۲J$$

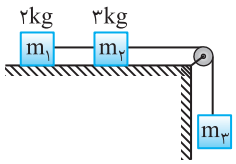
کار نیروی اصطکاک برابر تفاضل ΔU و ΔK است.

$$W_f=۰/۵۲-۱/۵\Rightarrow W_f=-۰/۹۸J$$

$$W_f=-f_k d\Rightarrow-۰/۹۸=-f_k\times۰/۱\Rightarrow f_k=۹/۸N$$

B ۶۴۹ | ۲

بازی با سوال در شکل زیر وزنه $m_۳$ از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنهٔ $m_۳$، ۹۰ سانتی‌متر پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنهٔ $m_۱$ و $m_۲$ روی سطح افقی به ۲۲/۵ ژول برسد، $m_۳$ چند کیلوگرم است؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و کلیهٔ اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)



۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

پاسخ ابتدا به کمک جمع انرژی جنبشی جسم $m_۱$ و $m_۲$، تندی هر سه جسم را حساب می‌کنیم:

$$K_۱+K_۲=۲۲/۵\Rightarrow\frac{۱}{۲}m_۲v^۲+\frac{۱}{۲}m_۱v^۲=\frac{۳}{۲}v^۲+v^۲=\frac{۵}{۲}v^۲=۲۲/۵$$

$$\Rightarrow v^۲=۹\Rightarrow v=۳m/s$$

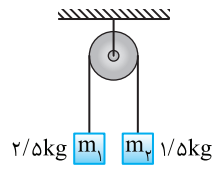
با پایین آمدن جسم $m_۳$ به اندازهٔ ۹۰cm، انرژی پتانسیل گرانشی به اندازهٔ $\Delta U_g=mgh=m_۳\times۱۰\times\frac{۹}{۱۰}=۹m_۳$ کاهش می‌یابد که این انرژی به انرژی جنبشی هر سه جسم تبدیل می‌شود:

$$۹m_۳=\frac{۱}{۲}m_۳v^۲+\frac{۱}{۲}m_۲v^۲+\frac{۱}{۲}m_۱v^۲=\frac{۱}{۲}m_۳v^۲+۲۲/۵$$

$$\Rightarrow۹m_۳=\frac{۹}{۲}m_۳+۲۲/۵\Rightarrow\frac{۹}{۲}m_۳=۲۲/۵\Rightarrow m_۳=۵kg$$

C ۶۵۰ | ۲

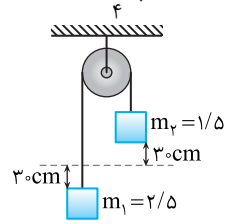
بازی با سوال در شکل روبه‌رو جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز است، دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. در لحظه‌ای که هریک از وزنه‌ها ۳۰cm جابه‌جا شده است، انرژی جنبشی وزنهٔ ۱/۵ کیلوگرمی چند ژول است؟ $(g=۱۰N/kg)$



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۹}{۸}$ ۳) $\frac{۱۵}{۸}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

پاسخ با رها شدن دستگاه از حال سکون، وزنه ۲/۵ کیلوگرمی پایین می‌آید و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر است با:

$$\Delta U_۱=m_۱gh=۲/۵\times۱۰\times۰/۳=۷/۵J$$



وزنه ۱/۵ کیلوگرمی بالا رفته و افزایش انرژی پتانسیل آن خواهد شد:

$$\Delta U_۲=m_۲gh=۱/۵\times۱۰\times۰/۳=۴/۵J$$

تفاوت انرژی پتانسیل دو وزنه برابر انرژی جنبشی مجموعه است.

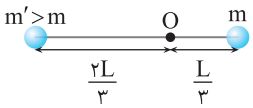
$$K_{\text{کل}}=۷/۵-۴/۵=۳J$$

چون تندی وزنه‌ها برابر است:

$$\frac{۱}{۲}(m_۱+m_۲)v^۲=۳\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۴\times v^۲=۳\Rightarrow v^۲=\frac{۳}{۲}\xrightarrow{K_۲=\frac{۱}{۲}mv^۲}K_۲=\frac{۱}{۲}\times\frac{۳}{۲}\times\frac{۳}{۲}=\frac{۹}{۸}J$$

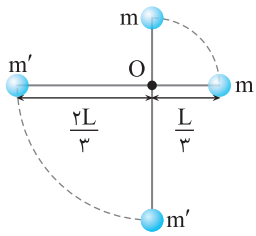
C ۶۵۲ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر به دو سر میلهٔ سبکی دو گلولهٔ m و m' متصل است. میله می‌تواند حول نقطهٔ O بدون اصطکاک در صفحهٔ 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. $\frac{m'}{m}$ کدام است؟



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ وزنه m' به اندازه $\frac{۲L}{۳}$ پایین می‌آید و به اندازه $m'g(\frac{۲L}{۳})$ انرژی پتانسیل از دست می‌دهد. وزنه m به اندازه $\frac{L}{۳}$ بالا می‌رود و به اندازه $mg\frac{L}{۳}$ به انرژی پتانسیل آن افزوده می‌شود که تفاضل این دو مقدار به انرژی جنبشی مجموعه تبدیل می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت: $m'g\frac{۲L}{۳}-mg\frac{L}{۳}=K$



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

$$m'g\frac{۲L}{۳}-mg\frac{L}{۳}=mgL\Rightarrow m'=۲m\Rightarrow\frac{m'}{m}=۲$$

B ۶۵۵ ۲

بازی با سؤال یک پمپ آتش‌نشانی در هر دقیقه ۳۰۰ لیتر آب را با تندی ۲۰m/s پرتاب می‌کند. توان خروجی این پمپ چند وات است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۱۰ ۴) ۱

پاسخ جرم ۳۰۰ لیتر آب، ۳۰۰ کیلوگرم است.

$$P=\frac{W}{t}\Rightarrow P=\frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{t}\Rightarrow P=\frac{\frac{۱}{۲}\times۳۰۰\times۴۰۰}{۶۰}\Rightarrow P=۱۰۰۰W$$

B ۶۶۱ ۲

بازی با سؤال تندی خودرویی به جرم ۱۲۰۰kg در مدت ۱۰s و طی مسافت افقی ۱۰۰m از ۵m/s به ۱۵m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک وارد بر خودرو در طول مسیر ثابت و برابر ۳۰۰N است. توان متوسط موتور پیشران خودرو چند اسب بخار است؟ (۱hp=۷۵۰W)

۱) ۱۵۰۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۷۵۰

پاسخ ۱ کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر حرکت عمودند صفر است. $W_{F_N}=W_{mg}=۰$

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

$$W_{f_k}=-f_kd\xrightarrow[d=۱۰۰m]{f_k=۳۰۰N}W_f=-۳۰۰\times۱۰۰=-۳۰۰۰۰J$$

۳ تغییر انرژی جنبشی خودرو را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta K=K_۲-K_۱\Rightarrow\Delta K=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲\Rightarrow\Delta K=\frac{۱}{۲}\times۱۲۰۰(۱۵^۲-۵^۲)$$
$$\Rightarrow\Delta K=۶۰۰\times۲۰۰\Rightarrow\Delta K=۱۲۰۰۰۰J$$

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

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{F_N}+W_W+W_{f_k}+W_F=\Delta K$$
$$\Rightarrow۰+۰+(-۳۰۰۰۰)+W_F=۱۲۰۰۰۰\Rightarrow W_F=۱۵۰۰۰J$$

۵ توان متوسط موتور پیشران خودرو برابر است با:

$$P=\frac{W}{t}\xrightarrow{t=۱۰s}P=\frac{۱۵۰۰۰۰}{۱۰}\Rightarrow P=۱۵۰۰۰W$$
$$\Rightarrow P=۱۵۰۰۰W\times\frac{۱hp}{۷۵۰W}\Rightarrow P=۲۰hp$$

B ۶۶۵ ۲

بازی با سؤال جسمی به جرم ۱kg 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 ۰/۵m/s به سمت بالا جابه‌جا می‌کند. اگر توان نیروی F، ۵ وات باشد، کار نیروی اصطکاک وارد بر جسم در مدت ۱۰s چند ژول است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) −۴۵ ۲) −۲۵ ۳) −۵۰ ۴) −۱۵

پاسخ ۱ کار نیروی F را به کمک تعریف توان به‌دست می‌آوریم:

کار نیروی F: $W_F=P.t\Rightarrow W_F=۵\times۱۰=۵۰J$

۲ جابه‌جایی جسم در مدت ۱۰s را به‌دست می‌آوریم: $d=vt=۰/۵\times۱۰=۵m$

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

$$\sin۳۰^\circ=\frac{h}{d}\Rightarrow h=\frac{۵}{۲}=۲/۵m$$

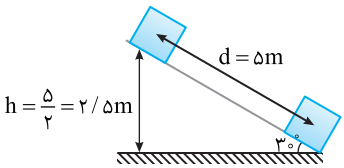
۴ کار نیروی وزن در بالا رفتن جسم به اندازه ۲/۵ متر منفی و برابر است با:

$$W_{mg}=-mgh\Rightarrow W_{mg}=-۱\times۱۰\times۲/۵\Rightarrow W_{mg}=-۲۵J$$

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

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

$$W_t=۰\Rightarrow W_F+W_g+W_N+W_f=۰\Rightarrow۵۰+(-۲۵)+۰+W_f=۰$$
$$\Rightarrow W_f=-۲۵J$$ کار نیروی اصطکاک



A ۶۷۳ ۳

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 برد؟ ($\rho_{آب}=۱g/cm^۳, g=۱۰N/kg$)

۱) ۱۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

پاسخ جرم آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow۱=\frac{m}{۲۰۰۰\times۱۰^{+۳}}\Rightarrow m=۲۰۰۰\times۱۰^۳g=۲۰۰۰kg$$

کار مفیدی که پمپ انجام می‌دهد بالا بردن ۲۰۰۰ لیتر آب یعنی ۲۰۰۰kg آب به ارتفاع ۱۰ متر است. کار مفید: $W_O=mgh=۲۰۰۰\times۱۰\times۱۰=۲\times۱۰^۵J$

کار کل پمپ برابر است با: $P_{ورودی}=\frac{W_{ورودی}}{t}\Rightarrow W_{ورودی}=P_{ورودی}t$

به کمک بازده، زمان را حساب می‌کنیم.

$$Ra=\frac{W_O}{W_{ورودی}}\Rightarrow\frac{۸۰}{۱۰۰}=\frac{۲\times۱۰^۵}{۵۰۰\times t}\Rightarrow t=۵۰۰s$$

B ۶۷۶ ۴

بازی با سؤال پمپ آبی با توان ورودی ۱۰kW و بازده ۷۹/۵ درصد، در هر ثانیه ۲۵ لیتر آب به چگالی $۱g/cm^۳$ را از ته چاهی به عمق ۳۰ متر بالا می‌کشد و با تندی v به بیرون پمپاژ می‌کند، v چند متر بر ثانیه است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

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

$$Ra=\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times ۱۰۰=۷۹/۵\Rightarrow ۷۹/۵=\frac{P_{\text{خروجی}}}{۱۰}\times ۱۰۰\Rightarrow P_{\text{خروجی}}=۷/۹۵kJ$$

$$\xrightarrow{W_{\text{خروجی}}=P_{\text{خروجی}}t} W_{\text{خروجی}}=۷/۹۵\times ۱=۷/۹۵kJ$$

جرم هر لیتر آب برابر $۱kg$ است بنابراین $۲۵L$ آب یعنی $m=۲۵kg$.

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t=W_{\text{پمپ}}+W_{mg}=\Delta K\Rightarrow ۷۹۵۰-mgh=\frac{۱}{۲}mv^۲-۰$$

$$\Rightarrow ۷۹۵۰-۲۵\times ۱۰\times ۳۰=\frac{۱}{۲}\times ۲۵v^۲\Rightarrow v^۲=\frac{۹۰۰}{۲۵}\Rightarrow v=۶m/s$$

B ۶۷۷ ۱

بازی با سؤال انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر بنزین $۲۰۰۰kJ$ است. اگر ۱۰ 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 $۷۲km/h$ برسد، چند لیتر بنزین مصرف خواهد شد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

پاسخ ۱ ابتدا تندی خودرو را برحسب m/s به‌دست می‌آوریم.

$$v=۷۲\frac{km}{h}=۷۲\frac{km}{h}\times\frac{۱h}{۳۶۰۰s}\times\frac{۱۰۰۰m}{۱km}=۲۰m/s$$

۲ جرم خودرو ۱ تن یعنی $۱۰۰۰kg$ است. بنابراین انرژی جنبشی آن خواهد شد:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}\times ۱۰۰۰\times(۲۰)^۲\Rightarrow K=۲\times ۱۰^۵J$$

۳ این مقدار انرژی، ۱۰٪ کل انرژی حاصل از سوختن بنزین است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K=\frac{۱۰}{۱۰۰}U\Rightarrow ۲\times ۱۰^۵=\frac{۱}{۱۰}U\Rightarrow U=۲\times ۱۰^۶J=۲\times ۱۰^۳kJ=۲۰۰۰kJ$$

انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر برابر $۲۰۰۰kJ$ است. در نتیجه با مصرف یک لیتر بنزین این خودرو می‌تواند به تندی $۷۲km/h$ برسد.

B ۶۸۳ ۳

بازی با سؤال توان مصرفی بالابر A، ۲۰ درصد از توان مصرفی بالابر B بیشتر است و بازدهٔ آن $\frac{۶}{۵}$ برابر بازدهٔ بالابر B است. اگر m کیلوگرم بار با تندی ثابت توسط بالابرهای A و B به‌ترتیب در مدت زمان t_A و t_B تا یک ارتفاع مشخص بالا رود. حاصل $\frac{t_A}{t_B}$ کدام است؟ قلم‌چی

۱) $\frac{۳۶}{۲۵}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۲۵}{۳۶}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

پاسخ ۱ هر دو بالابر، m کیلوگرم بار را تا یک ارتفاع معین بالا می‌برند پس کار مفید آن‌ها $(W_{\text{خروجی}})$ برابر است:

$$(W_{\text{خروجی}_A}=W_{\text{خروجی}_B})$$

۲ بازدهٔ بالابر A، $\frac{۶}{۵}$ برابر بازدهٔ بالابر B است از این‌رو:

$$Ra_A=\frac{۶}{۵}Ra_B\Rightarrow\frac{W_{\text{خروجی}_A}}{W_{\text{ورودی}_A}}=\frac{۶}{۵}\frac{W_{\text{خروجی}_B}}{W_{\text{ورودی}_B}}\Rightarrow W_{\text{ورودی}_B}=\frac{۶}{۵}W_{\text{ورودی}_A}\ (I)$$

۳ توان مصرفی بالابر A، ۲۰٪ از توان مصرفی بالابر B بیشتر است بنابراین:

$$P_{\text{ورودی}_A}=۱/۲P_{\text{ورودی}_B}\Rightarrow\frac{W_{\text{ورودی}_A}}{t_A}=۱/۲\frac{W_{\text{ورودی}_B}}{t_B}$$

$$\xrightarrow{(I)}\frac{W_{\text{ورودی}_A}}{t_A}=۱/۲\frac{\frac{۶}{۵}W_{\text{ورودی}_A}}{t_B}\Rightarrow\frac{t_A}{t_B}=\frac{۲۵}{۳۶}$$

B ۶۹۰ ۱ ۸

بازی با سؤال جسمی به جرم $۲kg$ از ارتفاع ۱۰ متری رها شده و روی خط راست با شتاب $۸m/s^۲$ به سمت پایین سقوط می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ آزمون مدارس برتر

۱) -۴۰ ۲) ۴۰ ۳) -۱۶۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ ابتدا کار نیروی خالص وارد بر جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$F_t=ma\Rightarrow F_t=۲\times ۸=۱۶N$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:

$$W_{F_t}=F_td=۱۶\times ۱۰=۱۶۰J$$

کار نیروی وزن هنگام پایین آمدن جسم برابر خواهد شد با:

$$W_g=mgd\cos ۰=۲\times ۱۰\times ۱۰\times ۱=۲۰۰J$$

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.)

$$W_{F_t}=W_g+W_f\Rightarrow ۱۶۰=۲۰۰+W_f\Rightarrow W_f=-۴۰J$$

B ۶۹۰ ۲ ۱۰

بازی با سؤال معادلهٔ تندی - مکان متحرکی به‌صورت $v=x^۲+۲x+۴$ است. کار کل در دو متر اول حرکت چند برابر کار کل در دو متر بعدی حرکت است؟

۱) ۵ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

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:

$$\begin{cases}x=۰\Rightarrow v_۱=۴m/s\\ x=۲m\Rightarrow v_۲=۲^۲+۲\times ۲+۴=۱۲m/s\end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{۱\,\text{کل}}=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}m(۱۴۴-۱۶)=\frac{۱}{۲}m\times ۱۲۸$$

$$\begin{cases}x=۲m\Rightarrow v_۲=۱۲m/s\\ x=۴m\Rightarrow v_۳=۴^۲+۲\times ۴+۴=۲۸m/s\end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{۱\,\text{کل}}=\frac{۱}{۲}mv_۳^۲-\frac{۱}{۲}mv_۲^۲=\frac{۱}{۲}m(۴^۲\times ۷^۲-۴^۲\times ۳^۲)$$

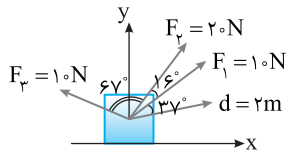
$$\frac{۱}{۲}m(۱۶(۴۹-۹))=\frac{۱}{۲}m\times ۱۶\times ۴۰$$

حال نسبت کار کل‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{W_{۱\,\text{کل}}}{W_{۲\,\text{کل}}}=\frac{\frac{۱}{۲}\times m\times ۱۲۸}{\frac{۱}{۲}\times m\times ۱۶\times ۴۰}=\frac{۱}{۵}$$

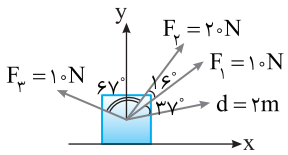
B ۶۹۰ ۴ ۱۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو جسمی تحت تأثیر سه نیروی $F_۱$، $F_۲$ و $F_۳$ جابه‌جایی ۲m را در جهت نشان داده شده طی می‌کند. کار کل چند ژول است؟ $(\sin ۳۷^\circ=\cos ۵۳^\circ=۰/۶,\cos ۳۷^\circ=\sin ۵۳^\circ=۰/۸)$ آزمون مدارس برتر



۱) -۱۰ ۲) ۲۴ ۳) ۱۶ ۴) ۳۰

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



$$W_{F_۱}=F_۱d\cos\theta_۱=۱۰\times۲\times\cos۳۷^\circ=۱۶J$$

$$W_{F_۲}=F_۲d\cos\theta_۲=۲۰\times۲\times\cos۵۳^\circ=۲۴J$$

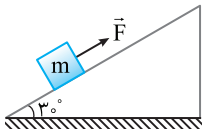
$$W_{F_۳}=F_۳d\cos\theta_۳=۱۰\times۲\times\cos(۶۷^\circ+۱۶^\circ+۳۷^\circ)=-۲۰\times\frac{۱}{۲}=-۱۰J$$

کار کل برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروها پس:

$$W_t=W_{F_۱}+W_{F_۲}+W_{F_۳}=۱۶+۲۴-۱۰=۳۰J$$

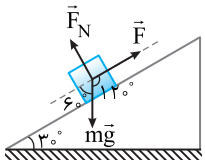
B ۶۹۰ ۲

۲۱ 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) $\frac{mgl}{۲}$ ۳) $-mgl$ ۴) $-\frac{mgl}{۲}$

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.



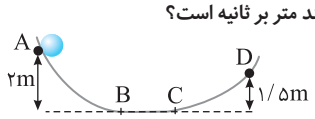
$$W_{F_t}=W_t=W_F+W_g+W_{F_N}$$

$$\Rightarrow ۰=W_F+mgL\cos۱۲۰^\circ+۰$$

$$\Rightarrow W_F=+\frac{mgL}{۲}$$

B ۶۹۰ ۱

۲۲ 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) $۲\sqrt{۵}$ ۲) $۲\sqrt{۱۰}$ ۳) $\sqrt{۱۰}$ ۴) $\sqrt{۵}$

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

$$W_{F_T}=\Delta K\Rightarrow K_D-K_A=W_{mg}+W_{f_k}\Rightarrow ۰=-mg\Delta h+W_{f_k}$$

$$\Rightarrow ۰=-m\times۱۰\times(۱/۵-۲)+W_{f_k}\Rightarrow W_{f_k}=-۵mJ$$

کار اصطکاک در مسیر B تا C و مسیر C تا B یکسان و برابر -۵ میلی‌ژول است. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را از D تا B می‌نویسیم:

$$K_B-K_D=W_{mg}+W_{f_k}\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_B^۲-۰=-mg\Delta h+W_{f_k}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_B^۲=-m\times۱۰\times(۰-۱/۵)+(-۵m)\Rightarrow\frac{v_B^۲}{۲}=۱۵-۵$$

$$\Rightarrow v_B^۲=۲۰\Rightarrow v_B=۲\sqrt{۵}m/s$$

فصل چهارم: دما و گرما

A ۶۹۴ ۳

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

پاسخ اساس کار دماسنج ترموکوپل تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی و ایجاد جریان الکتریکی بوده که به کمک این جریان الکتریکی، دما اندازه‌گیری می‌شود.

A ۶۹۷ ۳

بازی با سؤال در کدام گزینه اختلاف دو دما $10^\circ C$ است؟ از کتاب درسی

۱) $23^\circ C$ و $300K$ ۲) $20^\circ C$ و $68^\circ F$

۳) $50^\circ C$ و $140^\circ F$ ۴) $-23^\circ C$ و $243K$

پاسخ **خط فکری** کافی است در هر گزینه، دماها را بر حسب مقیاس سلسیوس به‌دست آوریم سپس اختلاف دو دما را حساب کنیم.

گزینه‌ها را یک‌به‌یک بررسی می‌کنیم:

در گزینهٔ (۱) داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\theta_1=23^\circ C\\ T=273+\theta_2\Rightarrow 300=273+\theta_2\Rightarrow\theta_2=27^\circ C\end{array}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=4^\circ C$$

گزینهٔ (۲):

$$\left.\begin{array}{l}\theta_1=20^\circ C\\ F=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow 68=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow\theta_2=20^\circ C\end{array}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=0$$

گزینهٔ (۳):

$$\left.\begin{array}{l}\theta_1=50^\circ C\\ F=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow 140=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow\theta_2=60^\circ C\end{array}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=10^\circ C$$

گزینهٔ (۴):

$$\left.\begin{array}{l}\theta_1=-23^\circ C\\ T=273+\theta_2\Rightarrow 243=273+\theta_2\Rightarrow\theta_2=-30^\circ C\end{array}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=-7^\circ C$$

A ۶۹۸ ۱

بازی با سؤال دمای جسمی x درجه فارنهایت افزایش می‌یابد. افزایش دمای این جسم بر حسب کلوین چند x است؟

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

پاسخ با توجه به نکته:

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

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

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

B ۷۰۱ ۱

بازی با سؤال مجموع عددی دمای جسمی بر حسب کلوین و درجه سلسیوس ۶۰۰ می‌باشد. دمای جسم چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۱۶۳/۵ ۲) ۳۲۷ ۳) ۴۶۳/۵ ۴) ۶۰۰

پاسخ با توجه به رابطهٔ بین مقیاس سلسیوس و کلوین خواهیم داشت:

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

از طرفی بنا به فرض مسئله مجموع عددی دماها بر حسب کلوین و سلسیوس ۶۰۰ می‌باشد.

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

بنابراین خواهیم داشت:

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

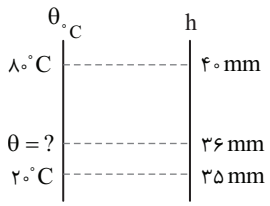
B ۷۰۲ ۲

بازی با سؤال کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر در دمای $20^\circ C$ ارتفاع ستون مایع ۳۵ میلی‌متر و در دمای $80^\circ C$ ارتفاع ستون مایع ۴۰ میلی‌لیتر باشد، چنانچه ارتفاع ستون مایع ۳۶ میلی‌متر شود، دما چند درجهٔ سلسیوس است؟

۱) ۲۲ ۲) ۳۲ ۳) ۲۴ ۴) ۳۴

پاسخ رابطهٔ دما با ارتفاع ستون مایع یک رابطهٔ خطی است. از این‌رو به کمک نمودار شکل زیر که در آن ارتفاع مایع و دمای نظیر آن ارتفاع را در مقابل هم نوشته‌ایم و برقراری یک تناسب ساده مسأله قابل حل است:

$$\frac{80-20}{\theta-20}\left|\frac{40-35}{36-35}\right.\Rightarrow 12=\theta-20\Rightarrow\theta=32^\circ C$$



A ۷۰۴ ۱

بازی با سؤال یک دماسنج که طریقهٔ مدرج کردن آن مشخص نیست، دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را صفر و دمای بخار آب جوش در فشار ۱atm را 250° نشان می‌دهد، این دماسنج $41^\circ F$ را چند درجه نشان می‌دهد؟

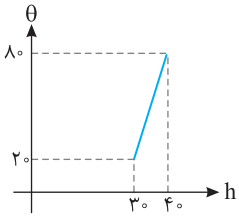
۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۷ ۴) ۱۵

پاسخ دماسنج فارنهایت دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را $32^\circ F$ و دمای بخار آب جوش در فشار ۱atm را $212^\circ F$ نشان می‌دهد، از این رو:

$$\begin{array}{|c|}\hline 212^\circ F\\ 41^\circ F\\ 32^\circ F\\ \hline\end{array}\quad\begin{array}{|c|}\hline 250^\circ\\ \theta=?\\ 0^\circ\\ \hline\end{array}\qquad \frac{212-32}{41-32}=\frac{250-0}{\theta-0}\Rightarrow\frac{180}{9}=\frac{250}{\theta}\Rightarrow\theta=12/5^\circ$$

B ۷۰۵ ۳

بازی با سؤال کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر نمودار تغییرات ارتفاع بر حسب دما به‌صورت مقابل باشد، در کدام ارتفاع اندازهٔ دما با مقدار ارتفاع برابر است؟



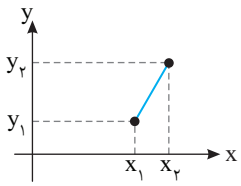
۱) ۲۸

۲) ۳۰

۳) ۳۲

۴) ۳۶

پاسخ یادآوری برای نوشتن معادلهٔ خطی که مختصات دو نقطهٔ آن معلوم است می‌توان 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 می‌کند.

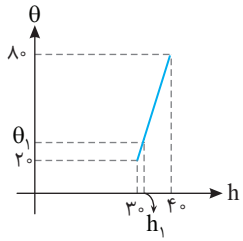
با توجه به نمودار، معادله خط $\theta-h$ را می‌نویسیم:

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

مختصات θ_1 و h_1 در این معادله صدق می‌کند که با توجه به فرض مسئله، عدد θ_1 و h_1 با هم برابر است از این‌رو می‌توان نوشت:

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

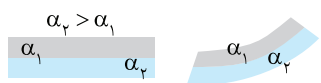
$$\Rightarrow 5h_1=160\Rightarrow h_1=32$$



A ۷۰۷

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

پاسخ با افزایش دما طول میله‌ها افزایش می‌یابد و چون $\alpha_2>\alpha_1$ است، بنابراین طول میلهٔ (۲) بیشتر افزایش می‌یابد و طول ثانویهٔ این میله بیشتر از میلهٔ (۱) خواهد شد و میلهٔ (۲) قوس خارجی نوار خواهد بود.

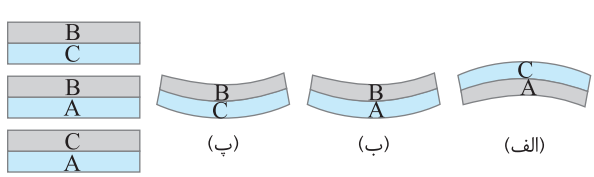


شکل (۳) دما افزایش یافته

شکل (۱) در دمای معمولی

B ۳ ۷۰۸

بازی با سؤال شکل‌های زیر، تیغه‌های فلزی A ، B و C را نشان می‌دهد که در دمای اولیهٔ یکسان T_0 دارای طول‌های اولیهٔ یکسانی هستند و دوبه‌دو به یکدیگر به‌طور سراسری جوش داده شده‌اند و سپس دمایشان تغییر داده شده است. اگر مقایسهٔ بین ضرایب انبساط طولی آن‌ها به‌صورت $\alpha_A>\alpha_B>\alpha_C$ باشد، در شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) به‌ترتیب از راست به چپ نوع تغییر دمای تیغه‌ها نسبت به دمای T_0 چگونه بوده است؟

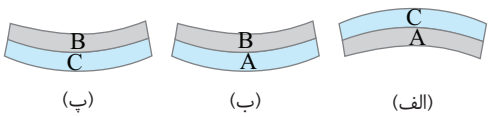


۱) افزایش، افزایش، افزایش
۲) کاهش، کاهش، افزایش
۳) کاهش، افزایش، کاهش
۴) افزایش، افزایش، کاهش

پاسخ خط فکری هرگاه به دو تیغهٔ 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 α 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 A از تغییرات طولی C بیشتر است. با توجه به شکل، طول ثانویهٔ A کوچک‌تر از طول ثانویهٔ C است (تیغهٔ C سطح خارجی را دربرمی‌گیرد) پس باید دما کاهش یافته باشد تا کاهش طول تیغهٔ A بیشتر از کاهش طول تیغهٔ C باشد و طول ثانویهٔ A کوچک‌تر از طول ثانویهٔ C بشود. 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 ثانویهٔ A بیشتر از طول ثانویه B شده است.



(پ) (ب) (الف)

B ۲ ۷۱۱

بازی با سؤال طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۸۰۰cm است. اگر طول آن در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به ۸۰۱cm برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $2/5\times10^{-4}$ ۲) $2/5\times10^{-5}$ ۳) 4×10^{-4} ۴) 4×10^{-5}

پاسخ طول میله از ۸۰۰cm به ۸۰۱cm رسیده است، بنابراین طول میله ۱cm افزایش یافته است:

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta\Rightarrow 1=800\times\alpha\times50\Rightarrow\alpha=\frac{1}{4}\times10^{-4}=2/5\times10^{-5}K^{-1}$$

A ۱ ۷۱۲

بازی با سؤال طول تیرآهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ $(\alpha=1/2\times10^{-5}\ ^\circ C^{-1})$ خارج تجربی - ۹۲

۱) ۷/۲ ۲) ۷۲ ۳) $7/2\times10^{-1}$ ۴) $7/2\times10^{-2}$

پاسخ یک تست ساده و راحت که با جای‌گذاری در فرمول انبساط طولی حل می‌شود.

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta\xrightarrow{L_1=12m,\alpha=1/2\times10^{-5}\ ^\circ C^{-1},\Delta\theta=50^\circ C}$$

$$\Delta L=12\times1/2\times10^{-5}\times50\Rightarrow\Delta L=720\times10^{-5}m\Rightarrow$$

$$\Delta L=720\times10^{-2}mm\Rightarrow\Delta L=7/2mm$$

A ۲ ۷۱۴

بازی با سؤال پیچ و مهره‌ای با ضریب انبساط طولی متفاوت $\alpha_{پیچ}$ و $\alpha_{مهره}$ در اختیار داریم. اگر مهره درون پیچ گیر کرده باشد، چه تعداد از گزاره‌های زیر می‌تواند باعث بیرون آمدن مهره شود؟

الف) $\alpha_{پیچ}>\alpha_{مهره}$ باشد و دمای پیچ و مهره را افزایش دهیم.

ب) $\alpha_{پیچ}<\alpha_{مهره}$ باشد و دمای پیچ و مهره را افزایش دهیم.

پ) $\alpha_{پیچ}>\alpha_{مهره}$ باشد و دمای پیچ و مهره را کاهش دهیم.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ اگر $\alpha_{\text{پیچ}} > \alpha_{\text{مهره}}$ باشد با افزایش دما تغییر سطح مقطع در مهره بیشتر از تغییر سطح مقطع پیچ می‌باشد و باعث بیرون آمدن مهره خواهد شد بنابراین گزارهٔ (الف) درست است. / اگر $\alpha_{\text{پیچ}} < \alpha_{\text{مهره}}$ باشد با افزایش دما، سطح مقطع پیچ بیشتر افزایش می‌یابد پس پیچ و مهره همچنان درگیر خواهند بود و گزارهٔ (ب) نادرست است. / اگر $\alpha_{\text{پیچ}} > \alpha_{\text{مهره}}$ باشد و دما را کاهش دهیم، کاهش سطح مقطع مهره بیشتر خواهد شد و باعث می‌شود که همچنان مهره درگیر پیچ بماند و گزاره (پ) نادرست است.

A ۷۲۲ | ۱

بازی با سوال طول یک میلهٔ آهنی در دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۴cm بیشتر از طول یک میلهٔ نقره‌ای در همان دما است. طول اولیهٔ میلهٔ 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 به‌ترتیب $۱/۲\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$ و $۱/۸\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$)

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

پاسخ طول میلهٔ آهنی در دمای ۰°C، ۴cm از طول میلهٔ نقره‌ای بیشتر است.

$$L_{\circ Fe} - L_{\circ Ag} = ۴cm \qquad (I)$$

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

$$\Delta L_{Fe} = \Delta L_{Ag} \Rightarrow L_{\circ Fe}\alpha_{Fe}\Delta\theta = L_{\circ Ag}\alpha_{Ag}\Delta\theta \Rightarrow$$

$$\frac{L_{\circ Fe}}{L_{\circ Ag}} = \frac{\alpha_{Ag}}{\alpha_{Fe}} = \frac{۱/۸\times۱۰^{-۵}}{۱/۲\times۱۰^{-۵}} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow L_{\circ Fe} = \frac{۳}{۲}L_{\circ Ag} \qquad (II)$$

از رابطهٔ (II) در رابطهٔ (I) جای‌گذاری می‌کنیم.

$$L_{\circ Fe} - L_{\circ Ag} = ۴ \Rightarrow \frac{۳}{۲}L_{\circ Ag} - L_{\circ Ag} = ۴ \Rightarrow \frac{۱}{۲}L_{\circ Ag} = ۴ \Rightarrow L_{\circ Ag} = ۸cm$$

B ۷۲۶ | ۲

بازی با سوال طول قطعات فولادی که در ساختن ریل‌های راه‌آهن به‌کار می‌رود ۱۰ متر و ضریب انبساط طولی آن‌ها $۱/۱\times۱۰^{-۵}\ K^{-۱}$ 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؟ از کتاب درسی

۱) ۰/۱۹۸ ۲) ۰/۳۹۶ ۳) ۱/۹۸ ۴) ۳/۹۶

پاسخ فاصلهٔ بین ریل‌ها باید به اندازهٔ تغییر طول یک ریل باشد تا هنگام انبساط به هم فشاری وارد نکنند.

$$\Delta L = L_{\circ}\alpha(\Delta\theta) \Rightarrow \Delta L = ۱۰\times۱/۱\times۱۰^{-۵}\times(۲۶-(-۱۰)) \Rightarrow$$

$$\Delta L = ۳۹۶\times۱۰^{-۵}m = ۳۹۶\times۱۰^{-۳}cm = ۰/۳۹۶cm$$

A ۷۲۹ | ۲

بازی با سوال ضریب انبساط سطحی فلزی $۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$ است. اگر شعاع صفحه‌ای دایره‌ای‌شکل از آن فلز در دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۱m باشد، افزایش قطر آن در دمای ۱۰۰°C چند میلی‌متر می‌شود؟ ریاضی - ۹۳

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

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

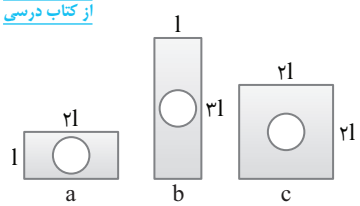
$$۲\alpha = ۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha = ۵\times۱۰^{-۶}\ ^\circ C^{-۱}$$

انبساط قطر صفحه، انبساط طولی است بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta L = L_{۱}\alpha\Delta\theta \Rightarrow \Delta L = (۲\times۱)\times۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰۰ \Rightarrow \Delta L = ۱۰^{-۳}m = ۱mm$$

B ۷۳۲ | ۴

بازی با سوال شکل زیر سه صفحهٔ فلزی هم‌جنس 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؟ از کتاب درسی

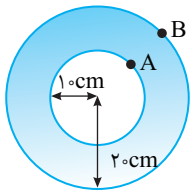


۱) a ، c
۲) c ، a
۳) a ، b
۴) c ، هر سه حفره یکسان افزایش سطح می‌یابند.

پاسخ هر سه سطح هم‌جنس‌اند، پس ضریب انبساط سطحی آن‌ها باهم برابر است، پس هر سطحی که مساحت اولیهٔ بیشتری داشته باشد انبساط آن بیشتر خواهد بود، بنابراین سطح c بیشترین انبساط سطحی را خواهد داشت. سطح حفره‌ها یکسان و ضریب انبساط‌ها نیز به‌دلیل هم‌جنس بودن سطح‌ها یکسان است، بنابراین با افزایش دمای یکسان، افزایش سطح حفره‌ها یکسان خواهد بود.

B ۷۳۴ | ۱

بازی با سوال در شکل مقابل، دمای صفحهٔ فلزی را به اندازهٔ ۲۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم. فاصلهٔ نقاط A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط سطحی فلز $= ۳\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$)



۱) ۰/۰۳ میلی‌متر افزایش
۲) ۰/۰۳ میلی‌متر کاهش
۳) ۰/۰۶ میلی‌متر افزایش
۴) ثابت می‌ماند.

پاسخ ضریب انبساط سطحی جسم جامد تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آن است. از این رو:

$$۲\alpha = ۳\times۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha = \frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$$

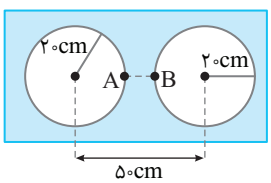
با توجه به رابطهٔ انبساط طولی جامدات می‌توان نوشت:

$$\Delta(AB) = (AB)\alpha\Delta\theta = \frac{(۲۰-۱۰)}{۱۰۰}\times(\frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۵})\times۲۰ = ۳\times۱۰^{-۵}m = ۰/۰۳mm$$

بنابراین فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B از هم ۰/۰۳mm افزایش می‌یابد.

B ۷۳۵ | ۲

بازی با سوال در شکل زیر صفحه از جنس فلزی به ضریب انبساط سطحی $۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$ است. اگر دما به‌طور یکنواخت ۶۰°C افزایش یابد، فاصلهٔ بین A و B چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۰/۰۱۵ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۰/۰۱۵ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۰/۰۳ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۰/۰۳ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ ضریب انبساط سطحی این فلز برابر $۲\alpha = ۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$ است بنابراین ضریب انبساط طولی آن خواهد شد:

$$\alpha = \frac{۵\times۱۰^{-۶}}{۲} \Rightarrow \alpha = ۲/۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$$

با افزایش دمای ورقه، فاصلهٔ بین A و B دارای انبساط طولی خواهد بود. با توجه به گزینه‌ها درصد تغییر فاصله خواسته شده است و درصد تغییر طول خواهد شد:

$$\frac{\Delta L_{AB}}{L_{AB}}\times۱۰۰ = \frac{L_{AB}\alpha\Delta\theta}{L_{AB}}\times۱۰۰ = \alpha\Delta\theta\times۱۰۰ = ۲/۵\times۱۰^{-۶}\times۶۰\times۱۰۰$$

درصد تغییرات AB $= ۱/۵\times۱۰^{-۲}\% = ۰/۰۱۵\%$

B ۷۳۸ ۲

بازی با سؤال مکعبی به ضریب انبساط طولی $۱۲\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار دارد. اگر دمای آن به $۱۰۰^{\circ}C$ برسد، حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟ خارج تجربی - ۹۴

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۱۲ ۴) ۳۶

پاسخ درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{V_۱ ۳\alpha\Delta\theta}{V_۱}\times۱۰۰\Rightarrow \text{درصد تغییرات حجم}=۳\alpha\times\Delta\theta\times۱۰۰$$

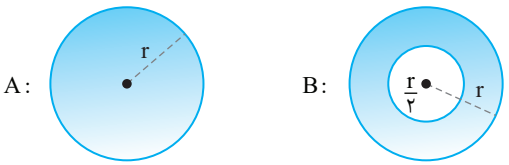
$$\text{درصد افزایش حجم مکعب}=۳\times۱۲\times۱۰^{-۶}\times۱۰۰\times۱۰۰=۰/۳۶٪$$

A ۷۴۱ ۲

بازی با سؤال دمای کرهٔ مسی توپر A به شعاع r و کرهٔ مسی توخالی B به شعاع داخلی $\frac{r}{۲}$ و خارجی r را به‌طور یکسان بالا می‌بریم. افزایش حجم مس به‌کار رفته در کرهٔ A چند برابر افزایش حجم مس به‌کار رفته در کرهٔ B است؟

۱) $\frac{۷}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۷}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۸}$

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



$$V_A=\frac{۴}{۳}\pi r^۳$$

$$V_B=\frac{۴}{۳}\pi r^۳-\frac{۴}{۳}\pi\frac{r^۳}{۸}\Rightarrow V_B=\frac{۴}{۳}\pi(r^۳-\frac{r^۳}{۸})\Rightarrow V_B=\frac{۴}{۳}\pi(\frac{۷}{۸}r^۳)$$

حال نسبت افزایش حجم مس به‌کار رفته در دو حالت را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A ۳\alpha\Delta\theta}{V_B ۳\alpha\Delta\theta}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A}{V_B}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{۸}{۷}$$

B ۷۴۶ ۱

بازی با سؤال اگر دمای یک لولهٔ 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 ۷۴۷ ۱

بازی با سؤال دمای جسم جامدی را $۱۰۰۰^{\circ}C$ تغییر داده‌ایم. بدون تغییر فاز جسم، چگالی آن از $۳/۹g/cm^۳$ به $۳g/cm^۳$ کاهش می‌یابد. ضریب انبساط خطی جسم جامد برحسب $K^{-۱}$ چند است؟ از کتاب درسی

۱) $۱۰^{-۴}$ ۲) ۳×۱۰^{-۴} ۳) $۱۰^{-۵}$ ۴) ۳×۱۰^{-۵}

پاسخ با افزایش دما چگالی جسم کاهش می‌یابد و با کاهش دما، چگالی جسم افزایش خواهد یافت. در این سؤال چگالی از $۳/۹g/cm^۳$ به $۳g/cm^۳$ رسیده بنابراین دمای جسم $۱۰۰۰^{\circ}C$ افزایش یافته است.

هنگام تغییر دمای جسم، جرم آن ثابت است و حجم آن تغییر می‌کند. با توجه به تعریف چگالی خواهیم داشت:

$$\begin{cases}\rho_۱=\frac{m}{V_۱}\\ \rho_۲=\frac{m}{V_۲}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}\xrightarrow{V_۲=V_۱(۱+۳\alpha\Delta\theta)}$$

$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۱(۱+۳\alpha\Delta\theta)}\Rightarrow\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}\Rightarrow۳=\frac{۳/۹}{۱+۳\alpha(۱۰۰۰)}$$

$$\Rightarrow۱/۳=۱+۳۰۰\alpha\Rightarrow\alpha=۱۰^{-۴}K^{-۱}$$

تذکر ممکن است برخی از شما از رابطهٔ $\Delta\rho=-\rho_۱(۳\alpha)\Delta\theta$ سؤال را حل کرده باشید. دقت کنید که دو رابطهٔ $\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}$ و $\Delta\rho=-\rho_۱(۳\alpha)\Delta\theta$ با تقریب خوبی با هم برابرند:

$$\Delta\rho=-\rho_۱(۳\alpha)\Delta\theta\xrightarrow[\Delta\theta=۱۰۰^{\circ}C]{\Delta\rho=۳-۳/۹=-۰/۹g/cm^۳}$$

$$-۰/۹=-۳/۹(۳\alpha)(۱۰۰)\Rightarrow\frac{۰/۹}{۳/۹}\times۱۰^{-۳}=۳\alpha\Rightarrow۳\alpha=\frac{۹}{۳۹}\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow\alpha=\frac{۳}{۳۹}\times۱۰^{-۳}\Rightarrow\alpha\approx۱۰^{-۴}K^{-۱}$$

B ۷۴۸ ۴

بازی با سؤال در اثر افزایش دما، چگالی میله‌ای n درصد کاهش می‌یابد، طول میله چند برابر می‌شود؟ آزمون مدارس برتر

۱) $\frac{n}{۱۰۰}$ ۲) $\frac{n}{۳۰۰}$ ۳) $۱+\frac{n}{۱۰۰}$ ۴) $۱+\frac{n}{۳۰۰}$

پاسخ **خط فکری** با افزایش دما، حجم میله افزایش می‌یابد و با توجه به ثابت بودن جرم میله چگالی $(\downarrow\rho=\frac{m}{V\uparrow})$ کاهش می‌یابد.

$$(\rho_۲=\frac{m}{V_۲},\rho_۱=\frac{m}{V_۱})\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}\xrightarrow{V_۲=V_۱(۱+\beta\Delta\theta)}\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta\theta}$$

البته با تقریب مناسبی رابطهٔ چگالی با دما خواهد شد.

$$\rho_۲=\rho_۱(۱-\beta\Delta\theta)\Rightarrow\Delta\rho=-\rho_۱\beta\Delta\theta$$

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

$$\Delta\rho=-\frac{n}{۱۰۰}\rho_۱\Rightarrow-\rho_۱\beta\Delta\theta=-\frac{n}{۱۰۰}\rho_۱\Rightarrow\frac{n}{۱۰۰}=+\beta\Delta\theta$$

$$\xrightarrow{\beta=۳\alpha}\frac{n}{۱۰۰}=+۳\alpha\Delta\theta\Rightarrow\alpha\Delta\theta=+\frac{n}{۳۰۰}$$

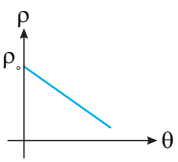
طول میله در اثر افزایش دما برابراست با:

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=(۱+\frac{n}{۳۰۰})$$

B ۷۵۰

بازی با سؤال اگر از رابطهٔ $\rho_۲=\rho_۱(۱-۳\alpha\Delta\theta)$ 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 رابطهٔ مربوط به چگالی یعنی $\rho_۲=(۱-۳\alpha\Delta\theta)$ و $\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}$ تقریباً با هم برابرند و نمودار هر دو رابطه نیز تقریباً با هم یکسان‌اند.



A ۷۵۷ ۳

بازی با سؤال در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، حجم ظرفی شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. هنگامی که دمای مجموعه را به $80^\circ C$ می‌رسانیم $12cm^3$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $1/8\times10^{-4}K^{-1}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI کدام است؟ ریاضی - ۸۶

۱) $1/2\times10^{-4}$ ۲) 10^{-4} ۳) 10^{-5} ۴) 3×10^{-5}

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

$$\Delta V=V_1\beta\Delta\theta=1000\times1/8\times10^{-4}\times80=14/4cm^3$$

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

$$\text{حجم مایع سرریز}=\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow12=14/4-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=2/4cm^3$$

اکنون ضریب انبساط طولی ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V=V_1(3\alpha)\Delta\theta\Rightarrow2/4=1000\times(3\times\alpha)\times80\Rightarrow\alpha=\frac{2/4}{24000}=10^{-5}K^{-1}$$

B ۷۶۴ ۴

بازی با سؤال حجم آب از دمای $0^\circ C$ تا ..... کاهش می‌یابد.

۱) $4^\circ C$ ۲) $277K$

۳) $39/2^\circ F$ ۴) هر سه گزینه درست است.

پاسخ **خط فکری** در حل این مسائل حتماً باید به گزینه‌ها دقت کرد. آن چه مشخص است آب دارای انبساط غیرعادی است و از $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ به‌جای آنکه حجم آب افزایش یابد، حجم آب کاهش می‌یابد. بنابراین باید بررسی کنیم که $4^\circ C$ چند کلوین و چند $^\circ F$ است.

تبدیل $4^\circ C$ به کلوین:

$$T=273+4=277K$$

تبدیل $4^\circ C$ به فارنهایت:

$$F=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow F=\frac{9}{5}\times4+32\Rightarrow F=39/2^\circ F$$

بنابراین هر سه گزینه درست است.

B ۷۷۸ ۳

بازی با سؤال درون ظرفی به حجم $50cm^3$، مقدار $49/25cm^3$ مایع وجود دارد. حداکثر دمای ظرف را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا مایع از ظرف سرریز نشود؟ $(\beta_{\text{مایع}}=10^{-3}K^{-1},\alpha_{\text{ظرف}}=\frac{2/5}{3}\times10^{-5}K^{-1})$

۱) ۱۶/۲۵ ۲) ۱۵/۲۵ ۳) ۱۵/۶۲۵ ۴) ۱۶/۶۲۵

پاسخ **خط فکری** حجم مایع به اندازهٔ $50-49/25=0/75cm^3$ از گنجایش ظرف کمتر است، بنابراین باید در اثر افزایش دما، مقدار انبساط مایع منهای انبساط ظرف برابر $0/75cm^3$ شود.

با توجه به خط فکری که باید دنبال می‌کردیم، می‌توان نوشت:

$$\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}=0/75\Rightarrow V_{1\,\text{مایع}}\beta\Delta\theta-V_{1\,\text{ظرف}}(3\alpha)\Delta\theta=0/75$$

$$49/25\times10^{-3}\Delta\theta-50\times3\times\frac{2/5}{3}\times10^{-5}\Delta\theta=0/75$$

$$49/25\times10^{-3}\Delta\theta-1/25\times10^{-3}\Delta\theta=0/75$$

$$48\times10^{-3}\Delta\theta=0/75\Rightarrow\Delta\theta=\frac{75\times10^{-2}}{48\times10^{-3}}=\frac{750}{48}\Rightarrow\Delta\theta=15/625^\circ C$$

A ۷۸۶ ۲

بازی با سؤال ..... آب از سایر مواد بیشتر است، بنابراین وقتی یک کیلوگرم آب به اندازهٔ 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

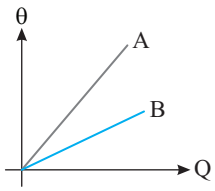
۴) گرمای ویژه - کمتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان

پاسخ گرمای ویژه مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمایش $1K$ یا $1^\circ C$ بالا رود. گرمای ویژهٔ آب از سایر مواد بیشتر است. همین امر سبب می‌گردد که گرمای لازم برای تغییر دمای آب به اندازهٔ $1^\circ C$ از بقیهٔ 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:

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

A ۷۹۴ ۲

بازی با سؤال کدام گزینهٔ زیر در مورد نمودار دما برحسب 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 ویژهٔ A بیشتر از گرمای ویژهٔ B است.

۴) گرمای ویژهٔ B بیشتر از گرمای ویژهٔ A است.

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

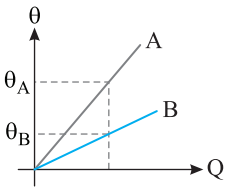
$$\begin{cases}Q=m_Ac_A(\theta_A-0)\\Q=m_Bc_B(\theta_B-0)\end{cases}\Rightarrow m_Ac_A\theta_A=m_Bc_B\theta_B\Rightarrow\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}=\frac{\theta_B}{\theta_A}$$

با توجه $\theta_B<\theta_A$ داریم:

$$\theta_B<\theta_A\Rightarrow\frac{\theta_B}{\theta_A}<1\ ,\ \frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}=\frac{\theta_B}{\theta_A}\xrightarrow{\frac{\theta_B}{\theta_A}<1}\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}<1$$

$$\Rightarrow m_Ac_A<m_Bc_B\Rightarrow C_A<C_B$$

راه‌حل 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:



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

A ۷۹۷ ۲

بازی با سؤال به دو جسم A و B که نسبت جرم آن‌ها $\frac{M_A}{M_B}=\frac{4}{3}$ و نسبت گرمای ویژهٔ آن‌ها $\frac{c_A}{c_B}=\frac{3}{5}$ است، به یک اندازه گرما می‌دهیم. اگر افزایش دمای جسم A برابر ۴۰ درجهٔ سلسیوس باشد، افزایش دمای جسم B چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۱۸ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

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

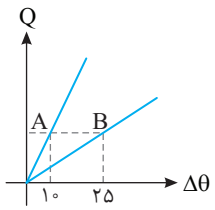
$$Q_A=Q_B\Rightarrow M_Ac_A\Delta\theta_A=M_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow$$

$$(\frac{۴}{۳}M_B)(\frac{۳}{۵}c_B)\Delta\theta_A=M_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow$$

$$\frac{۴}{۳}\times\frac{۳}{۵}\times۴۰=\Delta\theta_B\Rightarrow\Delta\theta_B=۳۲^\circ C$$

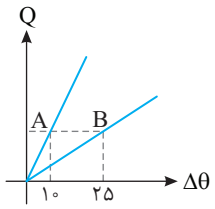
A ۸۰۳ **۲**

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 $\frac{c_A}{c_B}$ کدام است؟



۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

پاسخ به نمودار خوب نگاه کنید، به‌ازای گرمای یکسان دمای جسم A، $۱۰^\circ C$ و دمای جسم B، $۲۵^\circ C$ بالا رفته بنابراین:



$$Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\times۱۰=m_Bc_B\times۲۵$$

$$\xrightarrow{m_A=m_B}\frac{c_A}{c_B}=\frac{۵}{۲}$$

A ۸۱۱ **۳**

بازی با سؤال یک گرمکن با توان P و بازده ۸۴ درصد در مدت ۱۲۵s می‌تواند دمای ۶۰۰g آب $۳۰^\circ C$ را به $۸۰^\circ C$ برساند، P چند وات است؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.K$، از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.) آزمون مدارس برتر

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۰۰۰

پاسخ بازده گرمکن ۸۴ درصد است، از این‌رو توان گرمایی که گرمکن به آب می‌دهد $\frac{۸۴}{۱۰۰}P$ است:

$$P_{گرمایی}=\frac{Q}{t}\Rightarrow\frac{۸۴}{۱۰۰}P=\frac{Q}{t}\Rightarrow\frac{۸۴}{۱۰۰}P=\frac{۰/۶\times۴۲۰۰\times۵۰}{۱۲۵}\Rightarrow P=۱۲۰۰W$$

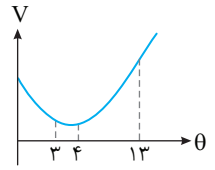
B ۸۲۰ **۳**

بازی با سؤال از ۵۰۰ گرم آب $۱۳^\circ C$ مقدار ۲۱kJ گرما می‌گیریم. حجم آب چگونه تغییر می‌کند؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰J/kg^\circ C$)

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.

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

پاسخ ابتدا از رابطهٔ گرماسنجی دمای آب را پس از گرفتن گرما حساب می‌کنیم:



$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow{Q<۰\Leftarrow\text{گرما گرفتیم}}$$

$$-۲۱\times۱۰^{+۳}=۰/۵\times۴۲۰۰\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow\Delta\theta=-۱۰^\circ C\Rightarrow\theta_۲-۱۳=-۱۰\Rightarrow\theta_۲=۳^\circ C$$

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

B ۸۲۲ **۴**

بازی با سؤال دو میلهٔ فلزی A و B در دمای اتاق هم‌طول هستند. اگر به هر کدام از میله‌ها گرمای برابر بدهیم، افزایش طول میله B چند برابر افزایش طول میله A خواهد بود؟ (m جرم و c ظرفیت گرمایی ویژه و α ضریب انبساط طولی است.)

۱) $\frac{m_Bc_B\alpha_B}{m_Ac_A\alpha_A}$ ۲) $\frac{m_Ac_A\alpha_B}{m_Bc_B\alpha_B}$ ۳) $\frac{m_Bc_A\alpha_B}{m_Ac_A\alpha_B}$ ۴) $\frac{m_A\alpha_Ac_B}{m_Bc_B\alpha_A}$

پاسخ تغییر طول هر دو را نوشته و برهم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}\Delta L_B=L\alpha_B\Delta\theta_B\\ \Delta L_A=L\alpha_A\Delta\theta_A\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta L_B}{\Delta L_A}=\frac{\alpha_B\Delta\theta_B}{\alpha_A\Delta\theta_A}\quad(۱)$$

گرمای داده شده به هر دو برابر است. رابطهٔ گرماسنجی را برای دو میله می‌نویسیم:

$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow{Q_A=Q_B}m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}=\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}\quad(۲)$$

با توجه به روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta L_B}{\Delta L_A}=\frac{m_Ac_A\alpha_B}{m_Bc_B\alpha_A}$$

B ۸۲۳ **۳**

بازی با سؤال از یک ورقهٔ آلومینیمی دو صفحهٔ دایره‌ای شکل به مساحت‌های $S_۱=S$ و $S_۲=nS$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به صفحهٔ اول گرمای $Q_۱=Q$ و به صفحهٔ دوم گرمای $Q_۲=nQ$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب $\Delta R_۱$ و $\Delta R_۲$ باشد، $\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}$ چقدر است؟ مشابه تجربی - ۹۲

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

پاسخ دو صفحه هم‌جنس بوده و گرمای ویژهٔ آن‌ها برابر است. سطح $S_۲$، n برابر سطح $S_۱$ است پس جرم صفحهٔ $S_۲$، n برابر جرم صفحهٔ $S_۱$ می‌باشد.

$$Q_۲=nQ_۱\Rightarrow m_۲c\Delta\theta_۲=nm_۱c\Delta\theta_۱\xrightarrow{m_۲=nm_۱}nm_۱\Delta\theta_۲=nm_۱\Delta\theta_۱\Rightarrow\Delta\theta_۲=\Delta\theta_۱$$

حال برای استفاده از رابطهٔ انبساط شعاع $\Delta R=\alpha R\Delta\theta$، نسبت شعاع‌های اولیه را به‌دست می‌آوریم: $S_۲=nS_۱\xrightarrow{S=\pi R^۲}R_۲^{\,۲}=nR_۱^{\,۲}\Rightarrow R_۲=\sqrt{n}R_۱$

$$\Delta R_۱=\alpha R_۱\Delta\theta\xrightarrow[R_۲=\sqrt{n}R_۱]{\alpha_۱=\alpha_۲,\Delta\theta_۱=\Delta\theta_۲}\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}=\frac{\alpha R_۲\Delta\theta_۲}{\alpha R_۱\Delta\theta_۱}=\frac{R_۲}{R_۱}=\sqrt{n}$$

B ۸۲۶ **۴**

بازی با سؤال دو کره مسی داریم که قطر خارجی آن‌ها برابر ولی یکی توپر و دیگری تو خالی است. اگر آن‌ها را در آب جوش بیندازیم، پس از تعادل گرمایی، افزایش قطر کره توپر ..... کنکور دهه‌های گذشته

۱) کمتر از افزایش قطر خارجی کره تو خالی است.

۲) بیشتر از افزایش قطر خارجی کره توخالی است.

۳) به اندازه افزایش قطر داخلی کره توخالی است.

۴) به اندازه افزایش قطر خارجی کره توخالی است.

پاسخ در مسائل مربوط به انبساط فقط جنس جسم، ابعاد ظاهری و تغییر دمای آن مهم است و در این مسأله قطر خارجی (ظاهری) و جنس و افزایش دمای دو کره (چون هر دو کره با آب جوش به تعادل رسیده‌اند) یکسان است.

B ۸۳۰ **۳**

بازی با سؤال دو کرهٔ فلزی هم‌جنس، هم‌دما و هم‌شعاع A و B در اختیار داریم. کرهٔ A توپُر و کرهٔ B توخالی است، به‌طوری که $m_A=۲m_B$. اگر به هر دو کره گرمای یکسان دهیم، افزایش حجم کرهٔ A چند برابر افزایش حجم کرهٔ B خواهد بود؟ قلم‌چی

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۶}$

پاسخ هر دو کره هم‌جنس‌اند پس $c_A=c_B$ است و گرمای داده شده به دو کره A و B یکسان است از این‌رو:

$$Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\xrightarrow{m_A=۲m_B}\Delta\theta_B=۲\Delta\theta_A$$

هر دو کره هم‌شعاع هستند، پس حجم اولیه آن‌ها با هم برابر است و همچنین چون دو کره هم‌جنس‌اند پس ضریب انبساط حجمی آن‌ها نیز یکی است $(\beta_A=\beta_B)$ و خواهیم داشت:

$$\Delta V=V_۱\beta\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_{۱A}\beta_A\Delta\theta_A}{V_{۱B}\beta_B\Delta\theta_B}=\frac{۱}{۲}$$

۸۳۵ B ۲

بازی با سؤال ۲۰۰g آب ۲۲/۵°C را با ۱۵۰g آب ۴۰°C مخلوط می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی، دمای آب به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ تجربی - ۹۲

۱) ۲۷/۵ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۲/۵

پاسخ چنانچه در مسائل تعادل گرمایی، اجسام تغییر حالت ندهند، می‌توانیم از رابطهٔ تعادل گرمایی مستقیماً به رابطه‌ای برای دمای تعادل برسیم:

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

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

به حل تست می‌پردازیم:

$$\theta=\frac{0/2\times c\times 22/5+0/15\times c\times 40}{0/2\times c+0/15\times c}=\frac{c(4/5+6)}{c(0/35)}=\frac{10/5}{0/35}=\frac{105\times10^{-1}}{35\times10^{-2}}=30^\circ C$$

۸۳۶ A ۱

بازی با سؤال m_1 کیلوگرم آب با دمای $10^\circ C$ را با m_2 کیلوگرم آب با دمای $50^\circ C$ مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل بدون اتلاف گرما $30^\circ C$ می‌شود. m_2 چند برابر m_1 است؟ خارج ریاضی - ۸۸

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

پاسخ 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 باهم برابر است.

۸۳۷ A ۳

بازی با سؤال یک قطعه آهن به دمای $88^\circ C$ و ظرفیت گرمایی $420J/K$ را در یک کیلوگرم آب صفر درجهٔ سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، دمای تعادل چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟ $(c_{آب}=4200J/kg.K)$ تجربی - ۸۹

۱) ۰/۸۸ ۲) ۸/۸ ۳) ۸ ۴) ۲۶

پاسخ با توجه به پایستگی مجموع گرمای مبادله شده بین آهن و آب برابر صفر است. از طرفی دقت کنید که در صورت مسئله ظرفیت گرمایی آهن $C=420J/K$ داده شده است نه گرمای ویژهٔ آهن بنابراین:

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

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

$$420\times(\theta_e-88)+1\times4200(\theta_e-0)=0\Rightarrow\theta_e=8^\circ C$$

۸۳۹ A ۱

بازی با سؤال یک ظرف عایق گرما حاوی ۸۰g آب $11/5^\circ C$ است. یک قطعه مس به جرم ۴۲۰g و دمای $100^\circ C$ را در این ظرف می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و مس تبادل گرما صورت گیرد و $c_{آب}=4200J/kg.K$ و $c_{مس}=380J/kg.K$ باشد، تا برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند کلوین افزایش می‌یابد؟ خارج تجربی - ۹۳

۱) ۲۸/۵ ۲) ۴۰ ۳) ۳۱۳ ۴) ۳۰۱/۵

پاسخ **خط فکری** در واقع مسئله از ما دمای تعادل را می‌خواهد. البته پس از یافتن دمای تعادل می‌توان با کم کردن دمای اولیهٔ آب $(11/5^\circ C)$ افزایش دمای آب را حساب کرد، پس برویم و مسئله را حل کنیم.

۱ با توجه به پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$Q_{Cu}+Q_W=0\Rightarrow m_{Cu}c_{Cu}(\theta_e-\theta_{Cu})+m_Wc_W(\theta_e-\theta_W)=0$$

$$\xrightarrow[c_{Cu}=380J/kg.K,\ c_W=4200J/kg.K]{m_{Cu}=420g,\ m_W=80g,\ \theta_W=11/5^\circ C,\ \theta_{Cu}=100^\circ C}$$

$$420\times380(\theta_e-100)+80\times4200\times(\theta_e-11/5)=0$$

$$\xrightarrow[\text{۴۲۰۰ را فاکتور گرفته و ساده می‌کنیم}]{\text{از معادلهٔ سمت چپ}}38(\theta_e-100)+80(\theta_e-11/5)=0$$

$$\Rightarrow(38\theta_e-3800)+(80\theta_e-920)=0\Rightarrow\theta_e=\frac{4720}{118}=40^\circ C$$

۲ افزایش دمای آب خواهد شد:

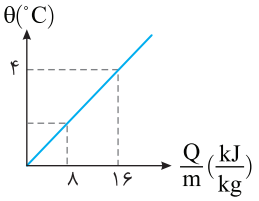
$$\Delta\theta=\theta_e-\theta_1=40-11/5=28/5^\circ C$$

۳ می‌دانیم تغییر دما برحسب کلوین و درجه سلسیوس یکسان است، بنابراین:

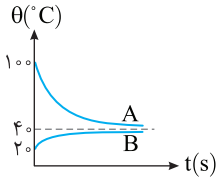
$$\Delta T=28/5K$$

۸۴۸ B ۳

بازی با سؤال دو مادهٔ A و B با دماهای اولیهٔ مختلف را در ظرف عایقی قرار می‌دهیم. نمودار (الف) تغییر دمای آن‌ها را برحسب زمان نشان می‌دهد و نمودار (ب) برای مادهٔ B رسم شده است. گرمای ویژهٔ A در SI کدام است؟ $(m_A=5kg,\ m_B=1/5kg)$



نمودار (ب)



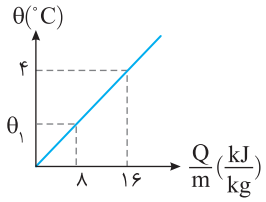
نمودار (الف)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۳۰۰

پاسخ **۱** نمودار (ب) به صورت خطی است که از مبدأ می‌گذرد، بنابراین می‌توانیم تناسب ساده‌ای بنویسیم:

$$\frac{16}{8}=\frac{4}{\theta_1}\Rightarrow\theta_1=2^\circ C$$

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\frac{Q}{m}=c\Delta\theta\Rightarrow16\times10^3J/kg=c_B\times4\Rightarrow c_B=4\times10^3J/kg^\circ C$$

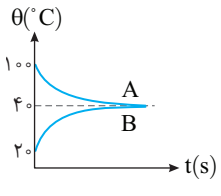


نمودار (ب)

۲ با توجه به نمودار (الف)، تا رسیدن به حالت تعادل یعنی دمای $40^\circ C$، تغییر دماها نیز مشخص شده است، قانون پایستگی انرژی گرمایی را می‌نویسیم:

$$Q_A+Q_B=0\Rightarrow m_Ac_A(40-\theta_A)+m_Bc_B(40-\theta_B)=0$$

$$\Rightarrow5\times c_A(40-100)+1/5\times4\times10^3\times(40-20)=0\Rightarrow c_A=400J/kg^\circ C$$



نمودار (الف)

B ۸۵۴ ۴

بازی با سؤال یک گلولهٔ فلزی به دمای $100^\circ C$ را درون $2kg$ آب صفر درجهٔ سلسیوس می‌اندازیم. اگر $\frac{1}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد به محیط اطراف داده شود و دمای تعادل $20^\circ C$ گردد، ظرفیت گرمایی گلوله چند $J/^\circ C$ است؟ $(c_{آب}=4200\,J/kg^\circ C)$ قلم‌چی

۱) ۲۵۲ ۲) ۱۲۶۰۰ ۳) ۱۲۶۰ ۴) ۲۵۲۰

پاسخ با توجه به صورت مسئله $\frac{1}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد سهم محیط است بنابراین $\frac{5}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد سبب گرم شدن آب می‌شود. بنابه قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{آب}+\frac{5}{6}Q_{گلوله}=0\Rightarrow m_{آب}c_{آب}(\theta_e-\theta_{آب})+\frac{5}{6}C_{گلوله}(\theta_e-\theta_{گلوله})=0$$

$$\Rightarrow 2\times4200(20-0)+\frac{5}{6}C_{گلوله}(20-100)=0\Rightarrow 2\times4200\times20=\frac{5}{6}C_{گلوله}(80)$$

$$\Rightarrow C_{گلوله}=2520\,J/^\circ C$$

C ۸۶۴ ۲

بازی با سؤال به دو مایع A و B با جرم‌های یکسان m و دمای اولیه $0^\circ C$، گرمای یکسان (Q) داده شده است و دمای مایع A و B به ترتیب به اندازهٔ θ و 2θ افزایش یافته است. اگر این دو مایع را باهم مخلوط کرده و به آن‌ها همان گرمای Q را داده بودیم، دمای نهایی مخلوط چند θ می‌شد؟

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

پاسخ گرمای داده شده به مایع‌های A و B برابر است، از این‌رو با برابر قرار دادن Q می‌توانیم رابطه‌ای بین گرمای ویژه A و B پیدا کنیم.

$$Q_A=Q_B\xrightarrow{Q=mc\Delta\theta}m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow[\Delta\theta_A=\theta,\Delta\theta_B=2\theta]{m_A=m_B=m}c_A\times\theta=c_B(2\theta)\Rightarrow c_A=2c_B$$

دو مایع را باهم مخلوط کرده‌ایم و به مخلوط همان گرمای Q را داده‌ایم و این گرما دمای هر دو مایع را بالا می‌برد بنابراین:

$$Q=Q'_A+Q'_B\Rightarrow Q=m_Ac_A\theta'+m_Bc_B\theta'$$

$$=m(2c_B)\theta'+mc_B\theta'\Rightarrow Q=3mc_B\theta'\quad (I)$$

اکنون این رابطه را با گرمای داده شده به مایع B مقایسه می‌کنیم:

$$Q=mc_B(2\theta)\quad (II)$$

$$(I)\text{ و }(II)\Rightarrow 3mc_B\theta'=mc_B(2\theta)\Rightarrow\theta'=\frac{2}{3}\theta$$

A ۸۶۹ ۴

بازی با سؤال کدام‌یک از فرایندهای زیر گرماگیر است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) چگالش، تبخیر ۲) انجماد، میعان ۳) ذوب، میعان ۴) تصعید، ذوب

پاسخ یادآوری فرایندهای ذوب، تبخیر و تصعید گرماگیر و فرایندهای انجماد، میعان و چگالش گرماده‌اند، بنابراین گزینهٔ (۴) یعنی تصعید و ذوب هر دو گرماگیراند.

A ۸۷۲ ۱

بازی با سؤال وقتی دست شما خیس است، در کدام حالت سریع‌تر خشک می‌شود؟

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 سریع‌تر صورت گیرد، دست سریع‌تر خشک می‌شود. کاهش فشار هوا و کاهش رطوبت هوا، تبخیر سطحی را سریع‌تر می‌کند، بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

دقت کنید در مناطق کویری ایران که هوا خشک است، حتی در شب سرعت خشک شدن اجسام خیس بسیار سریع‌تر از مناطقی مانند شمال کشور است که رطوبت هوا در آنجا بالاست.

A ۸۸۳ ۲

بازی با سؤال چند کیلوژول گرما لازم است تا ۵۰ گرم یخ $-10^\circ C$ به بخار آب $120^\circ C$ تبدیل شود؟ ($L_V=2260kJ/kg$ ، $L_F=336kJ/kg$ ، $c_{بخار}=c_{یخ}=2/1kJ/kg.K$ و $c_{آب}=4/2kJ/kg.K$)

۱) ۱۵۲/۹۴ ۲) ۱۵۳/۹۵ ۳) ۱۵۱/۹۸ ۴) ۱۵۴/۹۷

پاسخ گرما را در مراحل مختلف مطابق نمودار زیر به‌دست می‌آوریم:

یخ $-10^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1}$ یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_F}$ آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ آب $100^\circ C$

$\xrightarrow{Q_V}$ بخار آب $100^\circ C$ $\xrightarrow{Q_3}$ بخار آب $120^\circ C$

$$Q_1=mc_i\Delta\theta\Rightarrow Q_1=\frac{50}{1000}\times2/1\times10=1/05kJ$$

$$Q_F=mL_F\Rightarrow Q_F=\frac{50}{1000}\times336=16/8kJ$$

$$Q_2=mc_w\Delta\theta\Rightarrow Q_2=\frac{50}{1000}\times4/2\times100=21kJ$$

$$Q_V=mL_V=\frac{50}{1000}\times2260=113kJ$$

$$Q_3=mc_v\Delta\theta\Rightarrow Q=\frac{50}{1000}\times2/1\times20=2/1kJ$$

بنابراین گرمای لازم برابر خواهد شد با:

$$Q_t=Q_1+Q_F+Q_2+Q_V+Q_3$$

$$\Rightarrow Q_t=1/05+16/8+21+113+2/1=153/95kJ$$

A ۸۸۵ ۳

بازی با سؤال می‌خواهیم با دادن گرما به یک قطعه یخ به جرم یک کیلوگرم و دمای -10 درجهٔ سلسیوس، نیمی از آن را ذوب کنیم. میزان گرمای لازم برای این کار چند کیلوژول است؟ $(L_F=336kJ/kg, c_{یخ}=2/1kJ/kg.K)$

۱) ۳۵۷ ۲) ۲۲۰ ۳) ۱۸۹ ۴) ۱۷۸

پاسخ ابتدا گرمای لازم برای تبدیل $1kg$ یخ $-10^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم: $Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_1=1\times2/1\times10=21kJ$

می‌خواهیم نیمی از یخ یعنی $0/5kg$ آن ذوب شود. حال گرمای لازم برای ذوب $0/5$ کیلوگرم یخ $0^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم: $Q_2=mL_F=0/5\times336=168kJ$

بنابراین کل گرمای لازم برای اینکه $0/5kg$ یخ $-10^\circ C$ ذوب شود، برابر است با:

$$Q=168+21=189kJ$$

B ۸۸۸ ۲

بازی با سؤال مقداری آب $40^\circ C$ را در محلی که نقطهٔ جوش آب $100^\circ C$ است به بخار آب $100^\circ C$ تبدیل می‌کنیم. در صورتی که گرمای نهان ویژهٔ تبخیر آب ۵۴۰ برابر گرمای ویژهٔ آب باشد، چند درصد گرمای داده شده صرف افزایش دمای آب شده است؟

۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ ابتـدا گرمای لازم برای تبدیل آب $40^\circ C$ به آب $100^\circ C$ و سـپس گرمای لازم برای تبدیل آب $100^\circ C$ به بخار آب $100^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_1 = mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1 = m \times c \times 60 \Rightarrow Q_1 = 60mc$$

$$Q_2 = mL_V \Rightarrow Q_2 = m \times 540c \Rightarrow Q_2 = 540mc$$

گرمای کل داده شده به آب برابر است با:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_T = 60mc + 540mc = 600mc$$

اکنون گرمای داده شـده به آب برای افزایش دمای آب را به گرمای کل تقسـیم می‌کنیم.

$$\frac{Q_1}{Q_T} = \frac{60mc}{600mc} = \frac{10}{100} = 10\%$$

B ۸۹۱ ۳

بازی با سوال یـک اجاق برقی دمـای مقدار معینـی آب را در مدت ۸ دقیقه از ۲۰ درجهٔ سلسـیوس به نقطهٔ جوش $100^\circ C$ می‌رساند. چند دقیقهٔ دیگر طـول می‌کشـد تا بـا ثابت ماندن تـوان گرمایی اجـاق، تمام آب تبخیر شـود؟ $(L_V = 2268 J/g, c = 4/2 J/g.K)$

۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

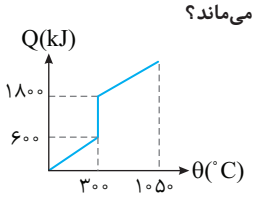
پاسخ توان گرمایی اجاق ثابت است:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2} \Rightarrow \frac{mc\Delta\theta}{t_1} = \frac{mL_V}{t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{4/2 \times (100 - 20)}{8} = \frac{2268}{t_2} \Rightarrow t_2 = 54 \min$$

B ۸۹۶ ۲

بازی با سوال نمودار مقابل نمودار گرما بر حسـب دمـا برای مایعی به جرم $4kg$ اسـت. اگر به این مایع به انـدازهٔ $900kJ$ حرارت بدهیم با توجه به نمودار، چند کیلوگرم آن به صورت مایع باقی می‌ماند؟



۱) ۱
۲) ۳
۳) ۲/۵
۴) ۰/۵

پاسخ **خط فکری** چون گفته شـده به مایع گرما دادیـم، پس تغییر حالـت در دمای $300^\circ C$ تبدیل مایع به بخار اسـت و با توجه بـه نمودار، برای تبخیر $4kg$ مایع در نقطهٔ جوش $1200kJ$ گرما لازم اسـت و از $900kJ$ گرمای داده شـده به مایع، $600kJ$ صرف افزایش دمای جسم و رسیدن به دمای نقطهٔ جوش شده است، پس تنها $300kJ$ آن صرف تبخیر مایع می‌شود.

در ابتدا با توجه به نمودار، گرمای نهان ویژهٔ تبخیر مایع را به‌دست می‌آوریم:

$$1200 \times 10^3 = 4 \times L_V \Rightarrow L_V = 3 \times 10^5 J/kg = 3 \times 10^2 kJ/kg$$

$$Q = mL_V \Rightarrow 300 = m \times 3 \times 10^2 \Rightarrow m = 1 kg \text{ تبخیر می‌شود}, m_{\text{مایع}} = 4 - 1 = 3kg$$

B ۹۰۸ ۳

بازی با سوال بـه ۴۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسـیوس در فشـار $1atm$ مقدار ۳۹۴ کیلوژول گرما می‌دهیم. در نهایت ..... $(L_V = 2260 kJ/kg \ ، c_{\text{آب}} = 4/2 kJ/kg.K \ ، c_{\text{بخار}} = 2/1 kJ/kg.K)$

۱) دمای نهایی $120^\circ C$ و تمام آب بخار می‌شود.
۲) دمای نهایی $100^\circ C$ و ۳۰۰ گرم آب بخار می‌شود.
۳) دمای نهایی $100^\circ C$ و ۱۰۰ گرم آب بخار می‌شود.
۴) دمای نهایی $80^\circ C$ و آب بخار نمی‌شود.

پاسخ **خط فکری** در حل این نوع مسـائل بهتر است ابتدا نیم‌نگاهی به گزینه‌ها داشـته باشیم زیرا به ما در حل مسئله کمک می‌کند. کاملاً مشخص اسـت که ابتدای گرمای لازم برای تبدیل آب $0^\circ C$ به آب $100^\circ C$ را به‌دسـت می‌آوریم و آن را با گرمای داده شـده به آب مقایسـه می‌کنیم، اگر از آن بیشـتر باشد، آب به $100^\circ C$ نمی‌رسد و اگر از گرمای داده شده به آب کمتر باشد، آب به $100^\circ C$ می‌رسد و شروع به تبخیر شدن می‌کند.

۱ ابتـدا گرمایی کـه آب می‌گیرد تـا دمایش از $0^\circ C$ به $100^\circ C$ برسـد را به‌دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 0/4 \times 4/2 \times 100 \Rightarrow Q = 168kJ < 394kJ$$

بنابراین دمای آب به $100^\circ C$ می‌رسد و شروع به تبخیر شدن می‌کند.

۲ گرمای لازم برای تبخیر کامل آب را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_V = mL_V \Rightarrow Q_V = 0/4 \times 2260 \Rightarrow Q_V = 904kJ > 394kJ - 168kJ$$

بنابراین گرمایی که به آب داده‌ایم نمی‌تواند تمام آب را به بخار $100^\circ C$ تبدیل کند.

۳ دمای نهایی $100^\circ C$ اسـت. اما چه مقدار آب تبخیر می‌شود؟ از $394kJ$، $168kJ$ آن برای تبدیل آب $0^\circ C$ به $100^\circ C$ صرف شـده و بقیهٔ آن برای تبدیل آب به بخار آب صرف می‌شود.

$$Q_V = m'L_V \Rightarrow 226 = m' \times 2260 \Rightarrow m' = 0/1kg = 100g$$

در نهایت $300g$ آب $100^\circ C$ و ۱۰۰ گرم بخار آب $100^\circ C$ در اختیار داریم.

B ۹۱۵ ۲

بازی با سوال مقـداری بخـار $100^\circ C$ را وارد ۵۰۰ گـرم آب $10^\circ C$ می‌کنیـم، دمـای تعادل $40^\circ C$ می‌شـود. اگـر گرمای نهـان ویـژهٔ تبخیر آب $2268 J/g$ باشد، بخار آب چند گرم بوده است؟ $(c_{\text{آب}} = 4/2 J/g.^\circ C)$

۱) ۱۲ ۲) ۲۵ ۳) ۱۲۰ ۴) ۲۵۰

پاسخ نمودار مسیر فرایند را رسم می‌کنیم.

$$\text{بخار } 100^\circ C \ m_1 \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 100^\circ C \ m_1 \xrightarrow{Q_2}$$

$$\text{آب } 40^\circ C \xleftarrow{Q_3} \text{آب } 10^\circ C \ m_2$$

با فرض ناچیز بودن اتلاف انرژی گرمایی بنا به پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

چون بخار گرما از دست می‌دهد، mL_V را با علامت منفی در رابطه قرار می‌دهیم:

$$-m_1 L_V + m_1 c(\Delta\theta) + m_2 c(\Delta\theta') = 0$$

$$\Rightarrow -2268m_1 + m_1 \times 4/2 \times (-60) + 500 \times 4/2 \times (30) = 0$$

دو طرف را بر ۴/۲ تقسیم می‌کنیم:

$$-540m_1 + (m_1 \times 1 \times (-60)) + 500 \times 1 \times 30 = 0$$

$$\Rightarrow -600m_1 = -15000 \Rightarrow m_1 = \frac{-15000}{-600} = 25g$$

B ۹۱۶ ۴

بازی با سوال درون $2kg$ آب $40^\circ C$ مقداری یخ $-24^\circ C$ می‌اندازیم. اگر در تبادل گرما بین آب و یخ، آب ۳۰۲/۴kJ گرما از دسـت بدهد، جرم یخ چند گرم بوده است؟

$$(L_F = 336 kJ/kg \ , c_{\text{آب}} = 4200 J/kgK \ , c_{\text{یخ}} = 2100 J/kgK)$$

۱) ۸۰۰ ۲) ۷۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۷۵۰

پاسخ ابتـدای دمای نهایی آب را هنگامی که $۳۰۲/۴kJ$ گرما از دسـت بدهد، حساب می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta \xrightarrow[\text{گرما داده}]{Q=-۳۰۲/۴kJ} -۳۰۲/۴\times۱۰^{۳}=۲\times۴۲۰۰\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow\Delta\theta=-۳۶^{\circ}C$$

دمای آب $۳۶^{\circ}C$ کاهش یافته و از $۴۰^{\circ}C$ به $۴^{\circ}C$ می‌رسـد و دمای نهایی یخ نیز با گرفتن همین مقدار گرما باید به $۴^{\circ}C$ برسد:

یخ $-۲۴^{\circ}C$ ← یخ $۰^{\circ}C$ ← آب $۰^{\circ}C$ ← آب $۴^{\circ}C$

$$m\times۲۱۰۰\times۲۴+m\times۳۳۶۰۰۰+m\times۴۲۰۰\times۴=۳۰۲/۴\times۱۰^{۳} \xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را بر ۴۲۰۰}}$$

$$۱۲m+۸۰m+۴m=۷۲\Rightarrow۹۶m=۷۲\Rightarrow m=\frac{۷۲}{۹۶}=\frac{۳}{۴}kg\Rightarrow m=۷۵۰g$$

B ۹۲۲ ۲

بازی با سؤال یک قطعه یخ به جرم $۰/۵kg$ و دمای $-۳۳/۶^{\circ}C$ را در ظرف بزرگ محتوی آب $۰^{\circ}C$ می‌اندازیم. پس از تعادل جرم یخ درون ظرف چند گرم می‌شود؟

$(L_F=۳۳۶۰۰۰J/kg$ و $c_{یخ}=۲۱۰۰J/kg.^{\circ}C$ ،$c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.^{\circ}C)$

۱) ۵۰۰ ۲) ۶۰۵ ۳) ۷۰۵ ۴) ۵۷۵

پاسخ چـون جرم آب صفر درجهٔ درون ظرف بسـیار بیشـتر از جرم یخ با دمای $-۳۳/۶^{\circ}C$ است. دمای تعادل صفر درجه خواهد بود.

یخ $-۳۳/۶^{\circ}C$ $\xrightarrow{Q_۱}$ یخ صفر درجه

گرمایی که برای تبدیل یخ $-۳۳/۶^{\circ}C$ به یخ صفر درجه لازم اسـت از آب صفر درجهٔ درون ظرف گرفته می‌شـود. یعنی مقداری از آب درون ظرف (m') باید گرما از دست بدهد و در نتیجه به یخ صفر درجه تبدیل شود.

آب صفر درجه m' $\xrightarrow{Q_۲}$ یخ صفر درجه m'

$$Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow mc_{یخ}\Delta\theta-m'L_F=۰$$

$$\Rightarrow۰/۵\times۲۱۰۰\times۳۳/۶=m'\times۳۳۶۰۰۰$$

$$m'=۰/۱۰۵kg=۱۰۵g$$ جرم یخ تولیدشده

$$m''=۵۰۰+۱۰۵=۶۰۵g$$ جرم کل یخ درون ظرف

B ۹۲۷ ۴

بازی با سؤال ظرفی حاوی $۱۰۰g$ یخ صفر درجه سلسیوس است. حداقل چنـد گـرم آب $۵۰^{\circ}C$ بایـد داخـل آن بریزیـم تـا تمـام یـخ ذوب شـود؟ $(L_F=۳۳۴kJ/kg$ ،$c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.K$ و از مبادله گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر کنید.)

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ حداقل مقـدار آب یعنی آنکه تمام گرمایی که آب می‌تواند از دست بدهد چه مقدار باشد تا یخ $۰^{\circ}C$ به آب $۰^{\circ}C$ 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:

$$Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow mc(۰-۵۰)+m'L_F=۰\Rightarrow m'L_F=mc\times۵۰$$

$$\Rightarrow۰/۱\times۳۳۴۰۰۰=m\times۴۲۰۰\times۵۰\Rightarrow m=\frac{۳۳۴۰۰}{۴۲۰۰\times۵۰}=۰/۱۵۹kg\approx۱۶۰g$$

یخ $۰^{\circ}C$ $\xrightarrow{Q_۱}$ آب $۰^{\circ}C$ $\xleftarrow{Q_۲}$ آب $۵۰^{\circ}C$

B ۹۳۱ ۴

بازی با سؤال یـک قطعه مـس به جرم $۳kg$ بـا دمـای $۱۱/۱$ درجهٔ سلسیوس را داخل ظرف عایق‌بندی شده‌ای حاوی مخلوط به تعادل رسیدهٔ آب و یـخ می‌اندازیـم. هنگامی‌که تعادل مجدد برقرار شـود، دمای مـس صفر درجهٔ سلسیوس است. چند گرم یخ در این فرایند ذوب شده است؟ خارج تجربی - ۸۵

$(L_F=۳۳۳kJ/kg, c_{مس}=۴۰۰J/kg\cdot K)$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ آب و یخ در تعادل بوده‌اند، از این‌رو دمای آن‌ها $۰^{\circ}C$ اسـت. پس از برقـراری مجـدد تعادل دمای مس $۰^{\circ}C$ اسـت، در نتیجه گرمایی که مس از دسـت داده است، تنها صرف ذوب یخ $۰^{\circ}C$ شده است. یعنی گرمایی که مس از دست می‌دهد تا دمایش $۰^{\circ}C$ شود با گرمایی که یخ دریافت می‌کند تا ذوب شود برابر است بنابراین

$$|Q_{مس}|=Q_F\Rightarrow|m_{Cu}c\Delta\theta=m_iL_F \xrightarrow{(c_{مس}=۴۰۰J/kg.K, L_F=۳۳۳kJ/kg)}$$

$$\Rightarrow۳\times۴۰۰\times۱۱/۱=m_F\times۳۳۳۰۰۰\Rightarrow m_F=۰/۰۴kg=۴۰g$$

B ۹۳۴ ۲

بازی با سؤال توان گرمایی یک گرمکن الکتریکی ۸۴۰ وات است. آن را در مخلوط آب و یخ در حال تعادل قرار می‌دهیم. اگر جرم اولیهٔ یخ $۱۰۰g$ باشد، جرم یخ ذوب‌شده در مدت $۵s$ چند گرم است؟ $(L_F=۳۳۶kJ/kg)$

۱) ۲/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰

پاسخ دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل $۰^{\circ}C$ است و وقتی که به مخلوط آب و یخ گرما می‌دهیم، ابتدا گرما صرف ذوب شـدن یخ $۰^{\circ}C$ و تبدیل آن به آب $۰^{\circ}C$ می‌شود و اگر تمام یخ ذوب شد، آن‌گاه دما شروع به بالا رفتن می‌کند.

ابتـدا گرمایـی را که گرم‌کن در مـدت $۵s$ به مخلوط آب و یـخ در حال تعادل می‌دهد حساب می‌کنیم:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt\Rightarrow۸۴۰\times۵\Rightarrow Q=۴۲۰۰J$$

اکنون جرم یخ ذوب شده را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mL_F\Rightarrow۴۲۰۰=m\times۳۳۶\Rightarrow m=۱۲/۵g$$

B ۹۳۶ ۳

بازی با سؤال قابلیت رسانش گرمایی جامداتی مانند شیشه خیلی کمتر از فلزات است، زیرا .....

۱) مولکول‌های شیشه در هنگام گرم‌شدن حرکت نمی‌کنند.

۲) مولکول‌های فلزات آزادتر حرکت می‌کنند.

۳) فلزات دارای الکترون‌های آزادند که گرما را منتقل می‌کنند.

۴) فلزات از نظر شیمیایی فعال‌تر از مواد عایق مانند شیشه هستند.

پاسخ مولکول‌های یک جسـم جامد همواره در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان بسیاری کوچکی دارند که با افزایش دما این حرکات شدیدتر می‌شود و گزینهٔ (۱) نادرست است.

در فلزات مانند جامدهای دیگر مولکول‌ها در جای خود دارای نوسان‌های بسیار کوچکی هستند و گزینهٔ (۲) نادرست است.

فلزها دارای الکترون‌های آزاد هسـتند که این الکترون‌ها می‌توانند به‌طور مسـتقل در ماده حرکت کنند و در رسـانش گرمایی کمک کنند. هنگامی که به نقطه‌ای از فلز گرما می‌دهیم، الکترون‌های آزاد آن نقطه انرژی جنبشـی بیشتری به‌دست می‌آورند و سریع‌تر حرکت می‌کنند. الکترون‌های حامل انرژی از قسمت‌های گرم فلز به قسمت‌های سرد فلز پخش می‌شوند و در برخورد با مولکول‌های فلز انرژی جنبشـی خود را به آن‌ها منتقل می‌کنند. با این فرایند انرژی گرمایی به سـرعت از قسـمت‌های گرم فلز به قسـمت‌های سرد آن منتقل می‌شـود. توجه کنید که الکترون‌های آزاد نقش عمده‌ای در جریان‌های الکتریکی در رساناها (فلزات) نیز دارند، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

فعالیت شـیمیایی یک جسـم ارتباطی به رسـانش گرمایی آن ندارد و گزینهٔ (۴) نادرست است.

A ۹۳۸ | ۳

بازی با سؤال کدام گزینه، گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟

الف) شب‌ها، پدیدهٔ همرفت موجب وزش نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود. / ب) در همرفت، برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد. / پ) در رساناهای فلزی، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌ها است. / ت) تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر از تابش گرمایی سطوح صاف، درخشان و با رنگ‌های روشن است.

۱) (پ) و (ت)
۲) (ب) و (پ)
۳) (الف) و (پ)
۴) تمام گزاره‌ها درست‌اند.

پاسخ هنگام شب، زمین ساحل سردتر از آب دریاست و پدیدهٔ همرفت موجب وزش نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود و گزاره (الف) درست است.

در همرفت، بخشی از شاره که گرم‌تر است، به سمت بالا حرکت می‌کند و شارهٔ سردتر به جای آن قرار می‌گیرد و این سبب انتقال گرما می‌شود. یعنی در همرفت بخشی از شاره، گرما را جابه‌جا می‌کند و گزاره (ب) درست است.

در فلزات افزون بر ارتعاش اتمی، الکترون‌های آزاد در انتقال گرما نقش دارند. به گونه‌ای که سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی در فلزات بیشتر از اتم‌ها است و گزاره (پ) درست است.

تابش گرمایی سطوح تیره و ناصاف از تابش گرمایی سطوح صاف و صیقلی و با رنگ روشن بیشتر است. به همین علت اگر دو لیوان یکی با بدنهٔ تیره و دیگری با بدنهٔ روشن که محتوی آب جوش هستند را روی یک میز قرار دهیم، لیوان تیره سریع‌تر سرد می‌شود زیرا تابش گرمایی آن بیشتر است و گزاره (ت) نیز درست است.

B ۹۴۳ | ۱

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.

A ۹۵۰ | ۳

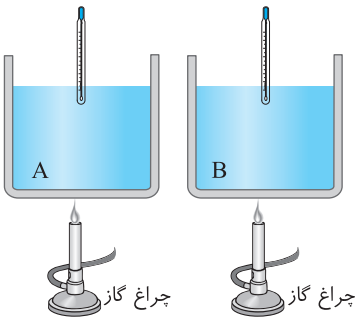
بازی با سؤال هوای درون اتاقی در زمستان به وسیلهٔ بخاری در حال گرم شدن است. اگر در این اتاق یک در، یک پنجره در دیوار و یک پنجره در سقف وجود داشته باشد، با باز کردن کدام‌یک اتلاف انرژی گرمایی بیشتری رخ می‌دهد؟

۱) در
۲) پنجرهٔ روی دیوار
۳) پنجرهٔ روی سقف
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ در زمستان هوای بیرون سرد و چگالی آن بیشتر است و اگر پنجرهٔ 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 یا پنجره روی دیوار را باز کنید بیشتر است.

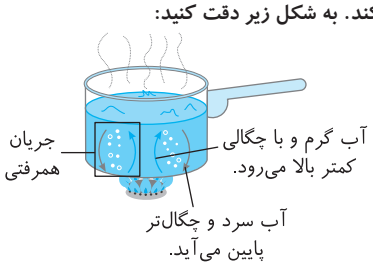
A ۹۵۱ | ۳

بازی با سؤال مطابق شکل درون دو ظرف مشابه دو مایع A و B ریخته شده است. ضریب انبساط حجمی مایع A بیشتر از ضریب انبساط حجمی مایع B و گرمای ویژهٔ مایع A کمتر از گرمای ویژه مایع B است و در قسمت بالایی هر دو مایع دماسنجی قرار داده‌ایم. کدام گزینه درست است؟



۱) تغییرات دمای دماسنج در مایع B سریع‌تر اتفاق می‌افتد، چون گرمای ویژه آن کمتر است.
۲) تغییرات دمای دماسنج در مایع A سریع‌تر اتفاق می‌افتد چون گرمای ویژه آن بیشتر است.
۳) تغییرات دمای دماسنج در مایع A سریع‌تر اتفاق می‌افتد چون ضریب انبساط حجمی آن بیشتر است.
۴) تغییرات دمای دماسنج در مایع B سریع‌تر اتفاق می‌افتد چون ضریب انبساط حجمی آن کمتر است.

پاسخ با توجه به شکل، دماسنج‌ها در قسمت بالایی دو مایع قرار گرفته‌اند، همچنین مایع‌ها رسانندهٔ خوب گرما نیستند. بنابراین انتقال گرما در مایع به صورت همرفت است و پس از افزایش دمای لایه‌های پایینی مایع، حجم آن قسمت زیاد و چگالی‌اش کاهش می‌یابد و این لایه با دمای بیشتر، به سمت بالا حرکت می‌کند. به شکل زیر دقت کنید:

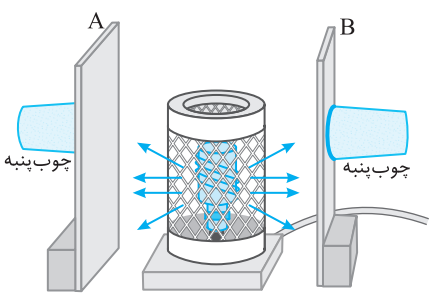


دو ظرف نشان داده شده یکسان‌اند و دارای مقدار مایع مشابهی هستند، پس هر چه ضریب انبساط حجمی مایع بیشتر باشد تغییرات چگالی آن با افزایش دما بیشتر است و همرفت در آن مایع سریع‌تر اتفاق می‌افتد، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

A ۹۵۳ | ۱

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، گرمکنی بین دو دیوارهٔ A و B قرار گرفته است. اگر سطح دیوارهٔ A تیره و مات و سطح دیوارهٔ B صیقلی و براق باشد، کدام چوب‌پنبه زودتر از دیواره کنده می‌شود؟

۱) دیوارهٔ A
۲) دیوارهٔ B
۳) از هر دو دیواره هم‌زمان جدا می‌شود.
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.



پاسخ جذب تابش گرمایی توسط ورقهٔ فلزی تیره و مات بیشتر است، پس دمای این سطح بیشتر بالا می‌رود و موم روی این ورقه زودتر آب می‌شود.

B ۹۵۵ ۴

بازی با سؤال یک قطعهٔ مس به جرم $۲/۷kg$ و دمای $۱۳/۴^\circ C$ را درون مخلوطی از آب و یخ در حال تعادل می‌اندازیم. هنگامی که مجموعه به تعادل برسد، دمای مس صفر درجهٔ سلسیوس می‌شود. در نهایت حجم مخلوط آب و یخ چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟ ($c_{مس}=۴۰۰J/kg^\circ C$ ، $L_F=۳۳۵kJ/kg$ ، $\rho_{آب}=۱g/cm^۳$ و $\rho_{یخ}=۰/۹g/cm^۳$) آزمون مدارس برتر

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 $۰^\circ C$ است و این یعنی تنها یخ (بخشی از آن یا همهٔ آن) ذوب شده است:

گرمایی که مس از دست می‌دهد را با گرمایی که یخ $۰^\circ C$ می‌گیرد تا ذوب شود، برابر قرار می‌دهیم.

$$\Delta mL_F=m_{مس}c_{مس}\Delta\theta\Rightarrow\Delta m\times۳۳۵\times۱۰^۳=۲/۷\times۴۰۰\times۱۳/۴$$

$$\Delta m=۰/۰۴۳۲kg=۴۳/۲g$$ مقدار یخ ذوب شده

بنابراین $۴۳/۲g$ یخ با چگالی $۰/۹g/cm^۳$ به آب با چگالی $۱g/cm^۳$ تبدیل شده است. حجم این مقدار یخ و آب را حساب می‌کنیم:

$$\rho_{یخ}=\frac{\Delta m}{V_۱}\Rightarrow V_۱=\frac{۴۳/۲}{۰/۹}=۴۸\Rightarrow V_۱=۴۸cm^۳$$

$$\Rightarrow\Delta V=۴/۸cm^۳$$

$$\rho_{آب}=\frac{\Delta m}{V_۲}\Rightarrow V_۲=\frac{۴۳/۲}{۱}=۴۳/۲\Rightarrow V_۲=۴۳/۲cm^۳$$

B ۹۶۳ ۳

بازی با سؤال ۱۰۰ گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را داخل ۴۰۰ گرم آب ۳۰ درجهٔ سلسیوس می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.K, L_F=۳۳۶۰۰۰J/kg$) خارج تجربی - ۹۴

۱) صفر ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۲

پاسخ ابتدا گرمایی که یخ $۰^\circ C$ لازم دارد تا به طور کامل به آب $۰^\circ C$ تبدیل شود را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_F=mL_F\Rightarrow Q_F=۰/۱\times۳۳۶۰۰۰=۳۳۶۰۰J$$

سپس گرمایی که آب $۳۰^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش $۰^\circ C$ شود را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=۰/۴\times۴۲۰۰\times۳۰\Rightarrow Q=۵۰۴۰۰J$$

چون $Q>Q_F$ است، پس باید تمام یخ ذوب شود و دمای آن بالاتر از $۰^\circ C$ قرار گیرد.

آب ۴۰۰g، $۳۰^\circ C$ ← آب دمای تعادل θ_e ← آب ۱۰۰g، $۰^\circ C$ ← یخ ۱۰۰g، $۰^\circ C$

$$Q_W=m_Wc\Delta\theta\,,\,Q_i=m_iL_F+m_ic\Delta\theta$$

اکنون گرمای گرفته شده را با گرمای داده شده برابر قرار می‌دهیم.

$$Q_i=Q_W\Rightarrow m_iL_F+m_ic\Delta\theta=m_Wc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow۱۰۰\times۳۳۶+۱۰۰\times۴/۲(\theta_e-۰)=۴۰۰\times۴/۲\times(۳۰-\theta_e)$$

$$\Rightarrow۳۳۶۰۰+۴۲۰\theta_e=۵۰۴۰۰-۱۶۸۰\theta_e\Rightarrow\theta_e=\frac{۱۶۸۰۰}{۲۱۰۰}\Rightarrow\theta_e=۸^\circ C$$

میانبر در قسمت آخر می‌توان این گونه عمل کرد که جمعاً $۵۰۰g$ آب $۰^\circ C$ در اختیار داریم با این مقدار اضافی گرما $(۵۰۴۰۰-۳۳۶۰۰)$، در این صورت دمای مجموعه چند درجه بالا می‌رود.

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow۵۰۴۰۰-۳۳۶۰۰۰=(۰/۴+۰/۱)\times۴۲۰۰(\theta_e-۰)$$

$$\Rightarrow\theta_e=\frac{۱۶۸۰۰}{۲۱۰۰}\Rightarrow\theta_e=۸^\circ C$$

A ۹۷۳ ۴

بازی با سؤال فشارسنج و دماسنج متصل به یک مخزن گازی به حجم ۴/۵ لیتر به‌ترتیب اعداد $۲atm$ و $۲۷^\circ C$ را نشان می‌دهد. تعداد مولکول‌های موجود در مخزن کدام است؟

$(۱atm=۱۰^۵Pa\,,۶\times۱۰^{۲۳}=$ عدد آووگادرو$\,,R=۸J/mol.K)$

۱) ۶×۱۰^{۲۳} ۲) ۱۲×۱۰^{۲۳} ۳) $۴/۵\times۱۰^{۲۳}$ ۴) $۲/۲۵\times۱۰^{۲۳}$

پاسخ فشار، حجم و دمای گاز را برحسب یکاهای SI به‌دست می‌آوریم:

$$P=۲\times۱۰^۵Pa\,,V=۴/۵L=۴/۵\times۱۰^{-۳}m^۳$$

$$T=۲۷۳+\theta=۲۷۳+۲۷\Rightarrow T=۳۰۰K$$

۱ تعداد مول‌های گاز را به کمک قانون گازها حساب می‌کنیم:

$$PV=nRT\Rightarrow۲\times۱۰^۵\times۴/۵\times۱۰^{-۳}=n\times۸\times۳۰۰\Rightarrow n=\frac{۳}{۸}mol$$

۲ تعداد مولکول‌های گاز برابر است با:

$$N=nN_A\Rightarrow N=\frac{۳}{۸}\times۶\times۱۰^{۲۳}\Rightarrow N=۲/۲۵\times۱۰^{۲۳}$$

B ۹۷۵ ۱

بازی با سؤال حجم $۱۰/۴g$ گاز کامل اکسیژن در دمای $۰^\circ C$ و فشار $۵/۲atm$ چند لیتر است؟ (حجم $۳۲g$ گاز کامل اکسیژن را در دمای $۰^\circ C$ و فشار $۱atm$ برابر $۲۲/۴$ لیتر در نظر بگیرید.)

۱) ۱/۴ ۲) ۲/۸ ۳) ۵/۶ ۴) ۰/۷

پاسخ معادلهٔ حالت گاز کامل را برای $۱۰/۴g$ گاز اکسیژن می‌نویسیم و آن را بر معادلهٔ حالت گاز اکسیژن در شرایط تعریف شده تقسیم می‌کنیم و جرم مولکولی گاز اکسیژن را M در نظر می‌گیریم:

گاز اکسیژن: $P_۱=۵/۲atm$ ، $\theta_۱=۰^\circ C\Rightarrow T_۱=۲۷۳K$

$$n_۱=\frac{m_۱}{M}=\frac{۱۰/۴}{M}\ ,\ V_۱=?$$

گاز اکسیژن در شرایط متعارفی: $P_۲=۱atm$ ، $\theta_۲=۰^\circ C\Rightarrow T_۲=۲۷۳K$

$$n_۲=\frac{m_۲}{M}=\frac{۳۲}{M}\ ,\ V_۲=۲۲/۴L$$

$$\frac{P_۱V_۱}{P_۲V_۲}=\frac{n_۱RT_۱}{n_۲RT_۲}\Rightarrow\frac{۵/۲\times V_۱}{۱\times۲۲/۴}=\frac{\frac{۱۰/۴}{M}\times۲۷۳}{\frac{۳۲}{M}\times۲۷۳}\Rightarrow V_۱=\frac{۱۰/۴\times۲۲/۴}{۵/۲\times۳۲}=\frac{۲۲/۴}{۱۶}=۱/۴L$$

B ۹۹۵ ۱

بازی با سؤال استوانه‌ای به حجم ۱۰۰ لیتر محتوی گاز آرمانی با دمای $۲۷^\circ C$ و فشار ۱۵ بار است. اگر با استفاده از پیستون حجم همان گاز را به ۸۰ لیتر و دمای آن را نیز به $۴۷^\circ C$ برسانیم، فشار گاز در این حالت چند بار است؟ مشابه کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۲۰ ۲) ۲۷ ۳) ۴۰ ۴) ۲۳

پاسخ یادآوری در قانون گازها برای یک گاز با مقدار معین، کافی است یکای فشار و یکای حجم در دو طرف رابطهٔ یکسان باشد، اما دما باید برحسب کلوین باشد.

دماها را برحسب کلوین به‌دست می‌آوریم:

$$T=۲۷۳+\theta\Rightarrow\begin{cases}\theta_۱=۲۷^\circ C\Rightarrow T_۱=۲۷۳+۲۷=۳۰۰K\\ \theta_۲=۴۷^\circ C\Rightarrow T_۲=۲۷۳+۴۷=۳۲۰K\end{cases}$$

با نوشتن قانون گازها و جای‌گذاری داده‌ها، مسأله حل می‌شود:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow[V_۱=۱۰۰L,\,V_۲=۸۰L]{P_۱=۱۵bar}\frac{۱۵\times۱۰۰}{۳۰۰}=\frac{P_۲\times۸۰}{۳۲۰}\Rightarrow P_۲=۲۰bar$$

B ۱ ۹۹۷

بازی با سؤال مقدار گاز کاملی در دمای $27^\circ C$ موجود است. دمای گاز را $120^\circ C$ افزایش می‌دهیم، حجم آن یک لیتر و فشار آن ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. حجم اولیهٔ گاز چند لیتر بوده است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۱۲

پاسخ در اثر افزایش $120^\circ C$ دمای گاز $(\theta_2 = 27 + 120)$، حجم گاز یک لیتر افزایش یافته $(V_2 = V_1 + 1)$ و فشار گاز ٪۲۰ زیاد شده $(P_2 = P_1 + 0/2P_1)$.

با نوشتن قانون گازها و قرار دادن داده‌های مسأله در آن، مسأله را حل می‌کنیم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow{T = 273 + \theta} \frac{P_1V_1}{273+27} = \frac{1/2P_1 \times (V_1+1)}{273+147}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{300} = \frac{1/2(V_1+1)}{420} \Rightarrow 7V_1 = 6(V_1+1) \Rightarrow 7V_1 = 6V_1 + 6 \Rightarrow V_1 = 6L$$

B ۱ ۹۹۸

بازی با سؤال برای آنکه فشار گازی را دو برابر کنیم، می‌توان: کنکور دهه‌های گذشته

۱) حجم آن را در دمای ثابت به نصف برسانیم.
۲) دمای مطلق آن را نصف و حجم آن را دو برابر کنیم.
۳) دمای مطلق آن را دو برابر و حجم آن را نصف کنیم.
۴) دمای آن را در حجم ثابت نصف کنیم.

پاسخ قرار است فشار گاز را دو برابر کنیم $(P_2 = 2P_1)$، از این رو هر یک از گزینه‌ها را باید بررسی کنیم:

گزینهٔ (۱): دما ثابت و حجم گاز نصف شده است، بنابراین:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow P_1V_1 = P_2\left(\frac{1}{2}V_1\right) \Rightarrow P_2 = 2P_1$$

گزینهٔ (۱) درست است.

گزینهٔ (۲): دمای مطلق گاز یعنی دما برحسب کلوین، دمای مطلق نصف و حجم دو برابر شده است. بنابراین:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2(2V_1)}{\frac{1}{2}T_1} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{4}P_1$$

گزینهٔ (۲) نادرست است.

گزینهٔ (۳): دمای گاز دو برابر و حجم نصف شده است، از این‌رو:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times \frac{V_1}{2}}{2T_1} \Rightarrow P_2 = 4P_1$$

گزینهٔ (۳) نادرست است.

گزینهٔ (۴): دمای گاز نصف و حجم آن ثابت مانده است، از این‌رو:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{\frac{1}{2}T_1} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{2}P_1$$

گزینهٔ (۴) نادرست است.

B ۱ ۱۰۰۷

بازی با سؤال در یک محفظه به حجم $5L$ مقداری گاز کامل در دمای $27^\circ C$ و فشار $5atm$ قرار دارد. اگر با خروج گاز از محفظه فشار گاز در دمای ثابت به $2atm$ برسد، چه تعداد از مولکول‌های گاز از محفظه خارج شده است؟ $\left(R = \frac{25}{3} J/mol.K, N_A = 6/02 \times 10^{23}\right)$

۱) $3/612 \times 10^{23}$ ۲) $3/612 \times 10^{22}$
۳) $2/408 \times 10^{23}$ ۴) $2/408 \times 10^{22}$

پاسخ ۱ تعداد مول‌های گاز را حساب می‌کنیم:

$$P_0V_0 = n_0RT \Rightarrow 5 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-3} = n_0 \times \frac{25}{3} \times (273+27)$$

$$\Rightarrow 2500 = 2500n_0 \Rightarrow n_0 = 1 mol$$

۲ تعداد مول‌های گاز باقی‌مانده در محفظه را حساب می‌کنیم. حجم گاز همان $5L$ و دمای گاز همان $300K$ است.

$$P_1V = n_1RT \Rightarrow 2 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-3} = n \times \frac{25}{3} \times 300 \Rightarrow 1000 = 2500n_1$$

$$\Rightarrow n_1 = 0/4 mol$$

۳ تعداد مول خارج شده را به‌دست می‌آوریم:

$$n_2 = n_0 - n_1 \Rightarrow n_2 = 1 - 0/4 = 0/6 mol$$

۴ تعداد مولکول‌های گاز خارج شده از محفظه را به کمک عدد آووگادرو حساب می‌کنیم:

$$N = nN_A \Rightarrow N = 0/6 \times 6/02 \times 10^{23} \Rightarrow N = 3/612 \times 10^{23} \text{ مولکول}$$

B ۱ ۱۰۱۳

بازی با سؤال در فشار ثابت، دمای مطلق گاز ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. چگالی این گاز چند درصد کاهش می‌یابد؟ خارج تجربی - ۹۱

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

پاسخ چگالی گاز با دمای گاز نسبت وارون و با فشار گاز نسبت مستقیم دارد:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{T_1}{T_2} \xrightarrow{P_1 = P_2} \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1 \times \frac{T_1}{1/25T_1} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{4}{5} \Rightarrow \rho_2 = 0/8\rho_1$$

درصد تغییر چگالی گاز برابر است با:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1} \times 100 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = \frac{0/8\rho_1 - \rho_1}{\rho_1} \times 100 = -20\%$$

بنابراین چگالی ٪۲۰ کاهش می‌یابد.

B ۱ ۱۰۱۹

بازی با سؤال مخزنی به حجم ۲۴ لیتر شامل مقداری گاز هلیم و مقداری گاز اکسیژن در دمای $27^\circ C$ و فشار $1atm$ است. اگر چگالی مخلوط $0/75 kg/m^3$ باشد، در مخزن چند گرم گاز اکسیژن وجود دارد؟ $(M_{O_2} = 32 g/mol, M_{He} = 4 g/mol, R = 8 J/mol.K)$

۱) ۱۶ ۲) ۲ ۳) ۱۲ ۴) ۶

پاسخ ۱ ابتدا به کمک چگالی و حجم مخلوط گازها، جرم کل گاز را حساب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 0/75 \times 24 \times 10^{-3} \Rightarrow m = 18 \times 10^{-3} kg \Rightarrow m = 18g$$

۲ تعداد کل مول‌های گاز موجود در مخزن را به کمک قانون گازها به‌دست می‌آوریم:

$$PV = nRT \Rightarrow 1 \times 10^5 \times 24 \times 10^{-3} = n \times 8 \times (273+27) \Rightarrow n = 1 mol$$

۳ مجموع مول‌های گاز هلیم و گاز اکسیژن روی هم $1 mol$ است، از این رو:

$$n_{He} + n_{O_2} = 1 \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \frac{m_{He}}{M_{He}} + \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} = 1 \Rightarrow \frac{m_{He}}{4} + \frac{m_{O_2}}{32} = 1 \quad (I)$$

۴ مجموع جرم اکسیژن و هلیم را $18g$ به‌دست آورده‌ایم، بنابراین در رابطهٔ (I) می‌توانیم به جای جرم هلیم مقدار $m_{He} = 18 - m_{O_2}$ را قرار دهیم.

$$\frac{18 - m_{O_2}}{4} + \frac{m_{O_2}}{32} = 1 \Rightarrow \frac{144 - 8m_{O_2} + m_{O_2}}{32} = 1 \Rightarrow 144 - 7m_{O_2} = 32$$

$$\Rightarrow 7m_{O_2} = 144 - 32 \Rightarrow m_{O_2} = \frac{112}{7} \Rightarrow m_{O_2} = 16g$$

B ۱۰۲۰ ۲

بازی با سؤال درون استوانه‌ای ۴ لیتر گاز کامل در دمای $27^\circ C$ قرار دارد. فشارسنج، فشار گاز را $4atm$ نشان می‌دهد. اگر دمای گاز را به $87^\circ C$ و حجم آن را به ۸ لیتر برسانیم، فشارسنج فشار گاز را چند اتمسفر نشان می‌دهد؟ (فشار هوای بیرون $1atm$ است.) خارج تجربی - ۹۶

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ یادآوری ۱ دقت کنید که فشارسنج‌ها همواره فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهند.

۲ در رابطهٔ $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$ به جای فشارها باید فشار مطلق (کل) را قرار دهیم نه فشار پیمانه‌ای.

با توجه به این مطلب که فشارسنج، فشار پیمانه‌ای را نشان می‌دهد، بنابراین $P_1=4+1=5atm$ است. بنابر قانون گازها خواهیم داشت:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{5\times4}{273+27}=\frac{P_2\times8}{273+87}\Rightarrow\frac{5}{300}=\frac{2P_2}{360}\Rightarrow P_2=3atm$$

در این صورت فشارسنج $3-1=2atm$ را نشان می‌دهد.

B ۱۰۲۲ ۳

بازی با سؤال در صبح یک روز زمستانی که دمای هوا $-3^\circ C$ است، فشار هوای درون لاستیک اتومبیلی ۲/۷ اتمسفر است. اگر این اتومبیل به منطقه‌ای برده شود که بعد از تعادل حرارتی، فشار گاز درون لاستیک به ۳ اتمسفر برسد، دمای این منطقه چند درجهٔ سلسیوس است؟ (حجم تایر ثابت فرض شده است.) خارج تجربی - ۸۹

۱) ۳ ۲) ۱۳ ۳) ۲۷ ۴) ۳۷

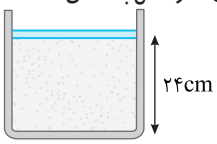
پاسخ حجم هوای درون لاستیک ثابت است $(V_1=V_2)$ و بنابر قانون گازها می‌توان نوشت:

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}\xrightarrow{P_1=2/7atm,\,P_2=3atm\atop T_1=273+(-3)=270}\frac{2/7}{270}=\frac{3}{T_2}$$

$$T_2=300K\xrightarrow{T=273+\theta}300=273+\theta\Rightarrow\theta=27^\circ C$$

B ۱۰۲۳ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل در زیر پیستون، گاز کامل با دمای $27^\circ C$ محبوس است. اگر دمای گاز کامل را به $127^\circ C$ برسانیم، پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (پیستون بدون اصطکاک است.)



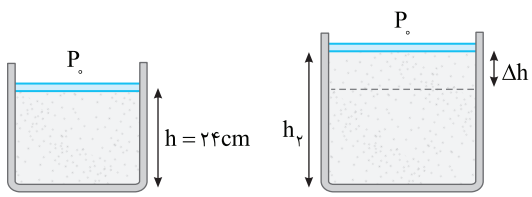
۱) ۰/۸ ۲) ۸ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۸

پاسخ با توجه به قانون گازها و ثابت بودن فشار گاز در دو حالت $(P_1=P_2=P_0+\frac{W}{A})$ می‌توان نوشت:

$$\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1}\Rightarrow\frac{Ah_2}{Ah_1}=\frac{T_2}{T_1}\Rightarrow\frac{h_2}{h_1}=\frac{T_2}{T_1}$$

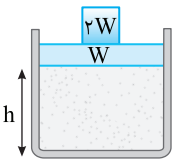
با استفاده از تفضیل مخرج در صورت داریم:

$$\frac{h_2-h_1}{h_1}=\frac{T_2-T_1}{T_1}\Rightarrow\frac{\Delta h}{h_1}=\frac{\Delta T}{T_1}\Rightarrow\frac{\Delta h}{24}=\frac{100}{300}\Rightarrow\Delta h=8cm$$



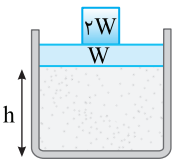
C ۱۰۲۴ ۱

بازی با سؤال در شکل مقابل مقداری گاز درون یک محفظه زیر پیستون بدون اصطکاکی با سطح مقطع $200cm^2$ محبوس است. اگر در دمای ثابت وزنهٔ $2W$ را از روی پیستون برداریم، h دو برابر می‌شود. W چند نیوتون است؟ $(P_0=10^5Pa, g=10N/kg)$



۱) ۲۰۰۰ ۲) ۴۰۰۰
۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

پاسخ خط فکری در حل این مسائل شما باید به کمک فصل ویژگی‌های ماده و فشار، فشار گاز را در دو حالت به‌دست آورید که در شکل روبه‌رو، فشار گاز برابر مجموع فشار هوای محیط (P_0) و فشار ناشی از وزن پیستون و وزنه $(P=\frac{W}{A})$ است، بنابراین شما باید پس از مشخص کردن فشار در دو حالت با نوشتن قانون گازها برای دمای ثابت مسأله را حل کنید.



۱ فشار در حالت اول برابر است با:

$$P_1=P_0+\frac{3W}{A}$$

فشار در حالت دوم پس از برداشتن وزنهٔ $2W$ برابر است با:

$$P_1=P_0+\frac{W}{A}$$

۲ ارتفاع h دو برابر شده که مفهوم آن این است که حجم گاز در حالت دوم، دو برابر حالت اول است: $V_2=2V_1$

۳ قانون گازها را برای دمای ثابت می‌نویسیم:

$$P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow(P_0+\frac{3W}{A})V_1=(P_0+\frac{W}{A})(2V_1)\Rightarrow P_0+\frac{3W}{A}=2P_0+\frac{2W}{A}$$

$$\Rightarrow P_0=\frac{W}{A}\xrightarrow{P_0=10^5Pa,\,A=200\times10^{-4}m^2}10^5=\frac{W}{200\times10^{-4}}\Rightarrow W=2000N$$

B ۱۰۲۵ ۴

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو زیر یک پیستون بدون اصطکاک به جرم $5kg$ مقداری گاز در دمای $27^\circ C$ قرار دارد. به تدریج روی پیستون $2kg$ وزنه اضافه می‌کنیم. دمای گاز را به آرامی چند $^\circ C$ تغییر دهیم تا پیستون جابه‌جا نشود؟ $(P_0=10^5Pa, g=10m/s^2)$

۱) ۸۷، افزایش ۲) ۸۷، کاهش
۳) ۶۰، کاهش ۴) ۶۰، افزایش

پاسخ این همان مسأله قبلی و تنها جای معلوم و مجهول عوض شده است. بنابراین باید در حجم ثابت، قانون گازها را به کار برد:

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}\Rightarrow\frac{P_0+\frac{mg}{A}}{T_1}=\frac{P_0+\frac{(m+m')g}{A}}{T_2}$$

$$\Rightarrow\frac{10^5+\frac{50}{5\times10^{-4}}}{273+27}=\frac{10^5+\frac{(5+2)\times10}{5\times10^{-4}}}{273+\theta_2}\Rightarrow\frac{2\times10^5}{300}=\frac{10^5+\frac{7}{5}\times10^5}{273+\theta_2}$$

$$\Rightarrow\frac{2\times10^5}{300}=\frac{2/4\times10^5}{273+\theta_2}\Rightarrow360=273+\theta_2\Rightarrow\theta_2=87^\circ C$$

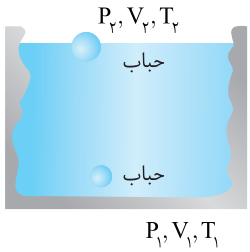
بنابراین دما را باید $87-27=60^\circ C$ افزایش دهیم.

A ۱۰۳۰ **۳**

بازی با سؤال حجم حباب هوایی، زمانی که از کف دریاچه‌ای به سطح آب می‌آید، ۳/۳ برابر می‌شود. اگر دمای حباب در سطح دریاچه نسبت به دمای حباب در کف دریاچه برحسب کلوین ده درصد افزایش یابد، عمق دریاچه چند متر است؟ (فشار هوا $۱۰^۵ Pa$ و چگالی آب $۱g/cm^۳$ است.)

۱) ۳۳ ۲) ۲۲ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

پاسخ در این تست حجم حباب، فشار و همچنین دما تغییر کرده است. فشار هوای درون حباب برابر فشار مایع در کف دریاچه است $(P_۱=P_۰+\rho gh)$ و فشار هوای درون حباب در سطح دریاچه برابر فشار هوای محیط $(P_۲=P_۰)$ است.



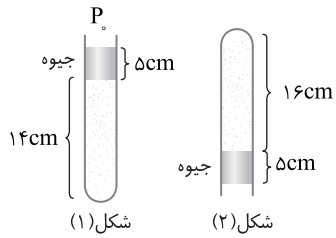
از طرفی دمای هوا ۱۰٪ افزایش یافته یعنی $(T_۲=۱/۱T_۱)$ است. قانون عمومی گازها را می‌نویسیم و مسأله را حل می‌کنیم.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{(P_۰+\rho gh)V_۱}{T_۱}=\frac{P_۰(۳/۳V_۱)}{۱/۱T_۱}$$

$$\Rightarrow P_۰+\rho gh=۳P_۰\Rightarrow ۲P_۰=\rho gh\Rightarrow ۲\times۱۰^۵=۱۰۰۰\times۱۰\times h\Rightarrow h=۲۰m$$

C ۱۰۳۲ **۲**

بازی با سؤال درون لولهٔ باریکی مطابق شکل چند قطره جیوه می‌ریزیم (شکل ۱)، به طوری که طول ستون جیوه ۵ سانتی‌متر شود. وقتی لوله را واژگون می‌کنیم طول ستون هوا به ۱۶ سانتی‌متر می‌رسد (شکل ۲). فشار هوای خارج چند سانتی‌متر جیوه است؟



۱) ۷۶ ۲) ۷۵ ۳) ۷۴ ۴) ۷۲

پاسخ روش حل این مسئله نیز شبیه مسأله اصلی، یعنی محاسبهٔ فشار درحالت اول و دوم و استفاده از قانون گازها است:

حالت اول: $V_۱=Ah_۱\Rightarrow V_۱=۱۴A\ ,\ P_۱=P_۰+۵$

حالت دوم: $V_۲=Ah_۲\Rightarrow V_۲=۱۶A\ ,\ P_۲=P_۰-۵$

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow P_۱A_۱h_۱=P_۲A_۲h_۲\xrightarrow{A_۱=A_۲}P_۱h_۱=P_۲h_۲$$

با توجه به شکل‌های مسأله داریم:

$$(P_۰+۵)\times۱۴=(P_۰-۵)\times۱۶\Rightarrow P_۰=۷۵cmHg$$

B ۱۰۳۴ **۳**

بازی با سؤال لوله‌ای به طول L را که یک سر آن باز است به طور وارونه در آب دریاچه‌ای فرو می‌بریم تا نصف حجم لوله پر از آب شود. با فرض ثابت ماندن دمای هوای درون لوله، اختلاف سطح آب درون و بیرون لوله چند متر است؟ $(P_۰=۱۰^۵Pa, \rho_{آب}=۱g/cm^۳)$

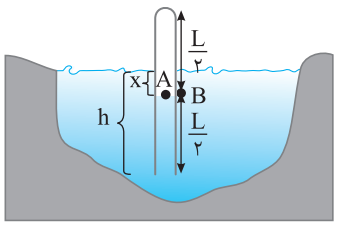
۱) ۵ متر سطح آب درون لوله، بالاتر است.

۲) ۵ متر سطح آب درون لوله، پایین‌تر است.

۳) ۱۰ متر سطح آب درون لوله، پایین‌تر است.

۴) ۱۰ متر سطح آب درون لوله، بالاتر است.

پاسخ هوای درون لوله را گاز کامل (آرمانی) در نظر می‌گیریم. لوله ابتدا در هوای آزاد بوده و فشار هوای درون لوله برابر $P_۰$ $(P_۱=P_۰)$ و حجم آن $V_۱=AL$ است. بنابر قانون گازها:



$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow P_۰(AL)=P_۲(A\frac{L}{۲})\Rightarrow P_۲=۲P_۰$$

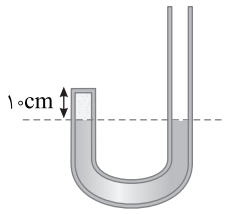
فشار هوای درون لوله از فشار هوای بیرون بیشتر شده است. بنابراین سطح آب درون لوله از سطح آب دریاچه پایین‌تر قرار می‌گیرد. با توجه به خط تراز خواهیم داشت:

$$P_A=P_B\Rightarrow P_۲=\rho gx+P_۰\xrightarrow{P_۲=۲P_۰}۲P_۰=\rho gx+P_۰\Rightarrow P_۰=\rho gx$$

$$\Rightarrow۱۰^۵=۱۰^۴x\Rightarrow x=۱۰m$$

B ۱۰۴۰ **۴**

بازی با سؤال در لولهٔ U شکل مقابل در دمای ثابت چند سانتی‌متر مکعب جیوه به لولهٔ سمت راست اضافه کنیم تا ارتفاع گاز محبوس نصف شود؟ ($P_۰=۷۶cmHg$ و سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان و برابر $۲cm^۲$ است.)



۱) ۱۵۲ ۲) ۱۶۲ ۳) ۸۶ ۴) ۱۷۲

پاسخ با اضافه کردن جیوه ارتفاع لولهٔ حاوی گاز نصف می‌شود، بنابراین:

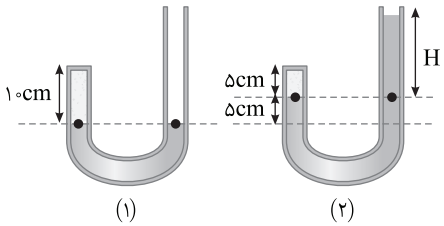
$$P_۱=P_۰=۷۶cmHg\ ,\ P_۲=۷۶+H\ ,\ V_۱=A\times۱۰\ ,\ V_۲=A\times۵\ ,\ T_۱=T_۲$$

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow ۷۶\times(A\times۱۰)=(۷۶+H)(A\times۵)$$

$$\Rightarrow ۲\times۷۶=۷۶+H\Rightarrow H=۷۶cm$$

بنابراین ارتفاع جیوهٔ اضافه شده برابر است با: $۷۶+۵+۵=۸۶cm$

حجم جیوهٔ اضافه شده خواهد شد: $V=۸۶\times A=۸۶\times۲=۱۷۲cm^۳$



C ۱۰۵۴ **۳**

بازی با سؤال یک پیپت به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر را تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر در آب فرو برده و سپس دهانهٔ بالایی پیپت را با انگشت می‌بندیم و از آب خارج می‌کنیم. ارتفاع آب درون پیپت چند میلی‌متر کم می‌شود؟ (فشار هوای خارج ۷۵ سانتی‌متر جیوه است.) کنکور دهه‌های گذشته

۱) صفر ۲) ۰/۱۴ ۳) ۱/۴ ۴) ۱۴

پاسخ **۱** با وارد کردن پیپت در آب، در بالای آب ستونی $۱۰cm$ از هوا زیر انگشت حبس می‌شود که فشار این هوای محبوس برابر فشار هوای محیط $(P_۱=P_۰=۷۵cmHg)$ و حجم آن برابر $(V_۱=Ah_۱\Rightarrow V_۱=۱۰A)$ است.

۲ در حالت دوم که مقدار x از آب بیرون می‌ریزد، حجم هوای محبوس برابر $V_۲=A(۱۰+x)$ و فشار آن خواهد شد: $P_۰=P_{۲گاز}+P_{آب}\Rightarrow P_۲=P_۰-P_{آب}$

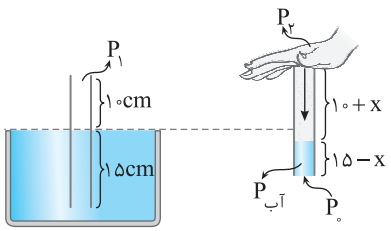
اما باید فشار ناشی از ستون $h_w=(۱۵-x)$ آب را برحسب cmHg مشخص کنیم. تبدیل فشار آب به cmHg:

$$\rho_{آب}h_{آب}=\rho_{جیوه}h_{جیوه}\Rightarrow ۱\times(۱۵-x)=۱۳/۶h\Rightarrow h=\frac{۱۵-x}{۱۳/۶}cm$$

بنابراین فشار آب $P_{آب}=\frac{۱۵-x}{۱۳/۶}cmHg$ است و فشار هوا محبوس در حالت دوم خواهد شد:

$$P_۲=۷۵-\frac{۱۵-x}{۱۳/۶}$$

با نوشتن قانون گازها در دمای ثابت مسئله را حل می‌کنیم.



$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow ۷۵\times ۱۰A=(۷۵-\frac{۱۵-x}{۱۳/۶})(x+۱۰)A$$

$$\Rightarrow x^۲+۱۰۱۵x-۱۵۰=۰$$

چون x خیلی کوچک است می‌توانیم در رابطه بالا از $x^۲$ چشم‌پوشی کنیم یعنی:

$$x=\frac{۱۵۰}{۱۰۱۵}=۰/۱۴۷cm\approx ۱/۴mm$$

۱ ۱۰۵۷ A

۲ بازی با سؤال در چه دمایی برحسب درجهٔ سلسیوس، دمای جسم برحسب درجهٔ سلسیوس و درجه فارنهایت باهم برابر می‌شود؟ قلم‌چی

۱) −۴۰ ۲) ۲۳۳ ۳) −۲۰ ۴) ۲۵۳

پاسخ رابطهٔ بین دما برحسب درجهٔ سلسیوس و درجه فارنهایت برابر است با:

$$F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲$$

با توجه به فرض مسئله عدد θ و F باهم برابر شده است $(F=\theta)$ از این‌رو:

$$\theta=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲\Rightarrow -۳۲=\frac{۴}{۵}\theta\Rightarrow\theta=-۴۰^\circ C$$

البته این دما $-۴۰^\circ F$ نیز هست.

۴ ۱۰۵۷ B

۸ بازی با سؤال اگر در سؤال بیان شده بود که قطر سطح مقطع نصف شده است، تغییر طول میله چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ

$$\frac{A_۲}{A_۱}=(\frac{D_۲}{D_۱})^۲=\frac{۱}{۴}\ ,\ \frac{L_۲}{L_۱}=\frac{A_۱}{A_۲}=۴\Rightarrow\frac{\Delta L_۲}{\Delta L_۱}=\frac{L_۲}{L_۱}=۴$$

۲ ۱۰۵۷ B

۱۲ بازی با سؤال دو کرهٔ آهنی به شعاع ۲۰cm در اختیار داریم که کرهٔ A توپر بوده و در کرهٔ B حفره‌ای کروی به شعاع ۱۰cm وجود دارد. پس از آنکه به هر دو کره به یک اندازه گرما می‌دهیم، حجم کرهٔ A، $۲۸۰cm^۳$ افزایش می‌یابد، حجم حفرهٔ داخل کرهٔ B چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟ قلم‌چی

۱) ۱۴۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۸۰ ۴) ۷۲

پاسخ

۱ حجم کره A برابر است با:

$$V_A=\frac{۴}{۳}\pi r_A^۳=\frac{۴}{۳}\pi\times(۲۰)^۳=\frac{۴}{۳}\pi(۸۰۰۰)$$

۲ حجم فلزی که کره B از آن ساخته شده است، خواهد شد:

$$V_{B_{فلز}}=\frac{۴}{۳}\pi(r^۳_{خارجی}-r^۳_{داخلی})=\frac{۴}{۳}\pi(۲۰^۳-۱۰^۳)=\frac{۴}{۳}\pi(۷۰۰۰)$$

۳ نسبت حجم فلز B به حجم کره توپر A را حساب می کنیم:

$$\frac{V_{B_{فلز}}}{V_A}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi(۷۰۰۰)}{\frac{۴}{۳}\pi(۸۰۰۰)}=\frac{۷}{۸}$$

۴ چگالی دو کره یکسان است زیرا هر دو آهنی هستند.

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow\frac{m_{B_{فلز}}}{m_A}=\frac{V_{B_{فلز}}}{V_A}=\frac{۷}{۸}\Rightarrow\frac{m_{B_{فلز}}}{m_A}=\frac{۷}{۸}\qquad (I)$$

۵ به هر دو به یک اندازه گرما داده‌ایم، بنابراین:

$$Q_A=Q_B\xrightarrow{Q=mc\Delta\theta}m_Ac\Delta\theta_A=m_{B_{فلز}}c\Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow{(I)}\Delta\theta_A=\frac{۷}{۸}\Delta\theta_B$$

۶ با توجه به رابطهٔ انبساط حجمی برای کرهٔ A و حفرهٔ کرهٔ B می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}\Delta V_A=V_A\beta\Delta\theta_A\\ \Delta V_{B_{حفره}}=V_{B_{حفره}}\beta\Delta\theta_B\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_{B_{حفره}}}=\frac{V_A\Delta\theta_A}{V_{B_{حفره}}\Delta\theta_B}$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_{B_{حفره}}}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi(۲۰)^۳}{\frac{۴}{۳}\pi(۱۰)^۳}\times\frac{۷}{۸}\Rightarrow\frac{۲۸۰}{\Delta V_{B_{حفره}}}=۷\Rightarrow\Delta V_{حفره}=۴۰cm^۳$$

۳ ۱۰۵۷ B

۲۱ بازی با سؤال درون ظرفی ۲۰۰g یخ $-۱۰^\circ C$ قرار دارد. حداقل چند گرم آب با دمای $۲۰^\circ C$ به آن اضافه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟ (تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام می‌شود و $c_{یخ}=۲/۱J/g.K$، $c_{آب}=\frac{۱}{۲}$ است. $L_F=۳۳۶J/g$ ریاضی - ۹۲

۱) ۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۱۲۰۰

پاسخ خط فکری سؤال حداقل مقدار آب $۲۰^\circ C$ که روی ۲۰۰g یخ $-۱۰^\circ C$ ریخته شود و تمام یخ ذوب شود را خواسته است. بنابراین ابتدا باید آب به یخ گرما بدهد تا یخ $-۱۰^\circ C$ به یخ $۰^\circ C$ تبدیل شود، سپس یخ $۰^\circ C$ به آب $۰^\circ C$ تبدیل شود.

باید گرمای دریافتی یخ را با گرمایی که قرار است آب از دست بدهد برابر قرار دهیم:

$$\text{۲۰۰g یخ }-۱۰^\circ C\xrightarrow{Q_۱}\text{۲۰۰g یخ }۰^\circ C$$

$$\xrightarrow{Q_۲}\text{m گرم آب }۰^\circ C\xleftarrow{Q_۳}\text{آب }۲۰^\circ C$$

$$Q_۱+Q_۲=Q_۳\Rightarrow m_ic\Delta\theta_i+m_iL_F=m_wc\Delta\theta_w$$

$$۲۰۰\times ۲/۱\times ۱۰+۲۰۰\times ۳۳۶=m_w\times ۴/۲\times ۲۰$$

$$۱۰۰۰+۱۶۰۰۰=۲۰m_w\Rightarrow m_w=\frac{۱۷۰۰}{۲}=۸۵۰g$$

۲ ۱۰۵۷ B

۲۴ بازی با سؤال دو جسم با دماهای اولیهٔ $\theta_۱$ و $\theta_۲$ باهم مبادلهٔ گرما می‌کنند. اگر پس از برقراری تعادل دمای مشترک آن‌ها $\theta_e=\frac{\theta_۱+\theta_۲}{۲}$ شود، کدام گزینه درست است؟ مشابه آزمون‌های آزمایشی

۱) دو جسم قطعاً مشابه هستند.

۲) بین جرم و گرمای ویژهٔ دو جسم رابطهٔ $\frac{m_۱}{m_۲}=\frac{c_۲}{c_۱}$ برقرار است.

۳) گرمای ویژه دو جسم برابر است.

۴) بین جرم و گرمای ویژه دو جسم رابطهٔ $\frac{m_۱}{m_۲}=\frac{c_۱}{c_۲}$ برقرار است.

پاسخ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$m_1c_1(\theta_e-\theta_1)+m_2c_2(\theta_e-\theta_2)=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_1)+m_2c_2(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_2)=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_1+\theta_2-2\theta_1}{2})+m_2c_2(\frac{\theta_1+\theta_2-2\theta_2}{2})=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_2-\theta_1}{2})+m_2c_2(\frac{\theta_1-\theta_2}{2})=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_2-\theta_1}{2})=m_2c_2(\frac{\theta_2-\theta_1}{2})\Rightarrow\frac{m_1}{m_2}=\frac{c_2}{c_1}$$

میانبر هر گاه تعدادی جسم با دمای θ_1 و θ_2 و θ_3 و ... که باهم دارای تبادل گرمایی هستند به دمای تعادل برسند، چنانچه دمای تعادل آن‌ها میانگین دماهای اولیه آن‌ها باشد می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت گرمایی آن‌ها باهم برابر است.

$$\theta_e=\frac{\theta_1+\theta_2+\cdots+\theta_n}{n}\Rightarrow m_1c_1=m_2c_2=\cdots=m_nc_n$$

فصل پنجم: ترمودینامیک

A ۱۰۶۲ ۳

بازی با سؤال اگـر مقدار معینی گاز آرمانی منبسـط شـود، علامت کار انجام شـده توسط محیط روی دستگاه ..... و اگر گاز متراکم شود، علامت کار انجام شده توسط دستگاه روی محیط ..... است.

۱) مثبت، مثبت ۲) منفی، مثبت ۳) منفی، منفی ۴) مثبت، منفی

پاسخ در انبساط دسـتگاه کار محیط روی دسـتگاه منفی و هنگام تراکم دستگاه، کار دستگاه روی محیط نیز منفی است و گزینهٔ (۳) درست است.

B ۱۰۶۷ ۲

بازی با سؤال حجم مقدار معینی گاز آرمانی ۲۰L و فشـار آن $10^4 Pa$ اسـت. اگر حجم گاز به ۵L و فشـار آن نیز به $10^3 Pa$ برسد، انرژی درونی گاز چند برابر می‌شود؟

۱) ۴۰ ۲) $\frac{1}{40}$ ۳) ۲۰ ۴) $\frac{1}{20}$

پاسخ بایـد نسـبت دمـای گاز $\frac{T_2}{T_1}$ را به کمـک قانون گازها به‌دسـت بیاوریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\Rightarrow\frac{10^4\times20}{T_1}=\frac{10^3\times5}{T_2}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\frac{1}{40}$$

انرژی درونی گاز تابع دمای گاز است:

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{1}{40}$$

A ۱۰۷۵ ۲

بازی با سؤال انرژی درونی یک دسـتگاه ۲۸۰ ژول است. در یک فرایند ترمودینامیکی دستگاه ۵۰۰ ژول گرما دریافت می‌کند و ۲۳۰ ژول کار روی محیط انجام می‌دهد. در پایان فرایند انرژی درونی دستگاه چند ژول است؟

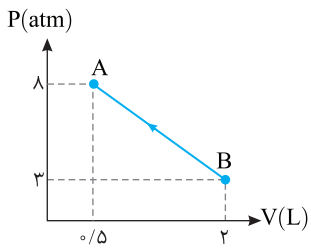
۱) ۱۰۱۰ ۲) ۵۵۰ ۳) ۲۷۰ ۴) ۷۳۰

پاسخ دستگاه روی محیط ۲۳۰J کار انجام داده است، بنابراین کار محیط روی دستگاه $W=-230J$ است. از طرفی دستگاه ۵۰۰ ژول گرما دریافت کرده اسـت، از این‌رو $Q=+500J$ بوده اسـت. بنا بر قانون اول ترمودینامیک خواهیم داشت:

$$\Delta U=W+Q\Rightarrow U_2-280=-230+500\Rightarrow U_2=550J$$

B ۱۰۸۶ ۴

بازی با سؤال در شـکل زیر اگر انـرژی درونی گاز در نقـاط A و B به ترتیـب ۶۰۰J و ۹۰۰J باشـد، گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه در فرایند BA چند ژول است؟



۱) ۵۹۰
۲) −۵۹۰
۳) ۱۰۵۰
۴) −۱۰۵۰

پاسخ حجـم گاز از 2L به ۰/۵L کاهـش یافته، بنابراین کار محیط روی گاز مثبت بوده و این کار برابر سطح زیر نمودار است:

$$S=|W|\Rightarrow W=\frac{8+2}{2}\times10^5\times1/5\times10^{-3}\Rightarrow W=7/5\times10^2\Rightarrow W=750J$$

تغییر انرژی درونی بنا بر قانون اول ترمودینامیک خواهد شد:

$$\Delta U=W+Q\Rightarrow U_A-U_B=-300\Rightarrow-300=750+Q\Rightarrow Q=-1050J$$

B ۱۰۹۳ ۳

بازی با سؤال یک گاز آرمانی درون یک محفظه زیر یک پیستون متحرک بدون اصطکاک در فشـار P، حجم V و دمای T قرار دارد. مقداری از گاز را در دمای ثابت از محفظه خارج می‌کنیم. در این فرایند انرژی درونی گاز درون محفظه:

۱) چون دما ثابت است، انرژی درونی گاز ثابت می‌ماند.

۲) بـا خـارج کردن گاز، حجـم آن کاهش و فشـار گاز افزایش یافته و با افزایش فشـار و کاهش حجم کار محیط روی دستگاه سبب افزایش انرژی درونی گاز می‌شود.

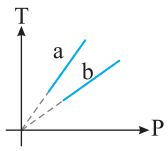
۳) بـا خـارج کردن گاز، در دمای ثابت، به دلیل کم شـدن تعـداد ذرات گاز در محفظه، انرژی درونی کاهش می‌یابد.

۴) بسته به اینکه حجم اولیه چه مقدار بوده، هر سه حالت ممکن است.

پاسخ انرژی درونی یک جسم مجموع انرژی‌های ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن است. بنابراین هرگاه در دمای ثابت، مقداری از گاز درون محفظه را خارج کنیم، بـه دلیل کاهش ذره‌های تشـکیل‌دهندهٔ گاز، انرژی درونـی گاز کاهش می‌یابد. بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست و گزینهٔ (۳) درست است.

B ۱۱۰۴ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر، نمودار P−T یک گاز کامل طی دو فرایند رسـم شـده اسـت. کدام گزینه در مورد حجم گاز در فرایندهای a و b درست است؟



۱) $V_a=V_b$
۲) $V_a>V_b$
۳) $V_a<V_b$
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ در فرایند هم‌حجم خواهیم داشت: $PV=nRT\Rightarrow T=\frac{V}{nR}P$

هرچه شـیب نمودار P−T بزرگ‌تر باشـد، حجم گاز نیز بیشـتر است. بنابراین $V_a>V_b$ است.

C ۱۱۰۵ ۳

بازی با سؤال فشار نیم مول گاز کامل در حجم ثابت، ۲۵ درصد افزایش می‌یابـد. اگر انرژی درونی اولیهٔ گاز ۳۰۰J باشـد، گاز چند ژول گرما می‌گیرد؟

خارج ریاضی- ۹۶

۱) ۱۵۰ ۲) ۹۰ ۳) ۷۵ ۴) ۴۵

پاسخ **خط فکری** انـرژی درونی یک گاز آرمانـی تابعی از دمای گاز اسـت. بنابراین شـما باید مشـخص کنید وقتی در حجم ثابت، فشار گاز ۲۵٪ افزایش می‌یابد، دمـای گاز چند درصد افزایش پیدا کرده و با توجه به چگونگی تغییر دما، تغییر انرژی درونی گاز را حساب کنید، زیرا تغییر انرژی درونی گاز در حجم ثابت برابر گرمای داده شده به گاز است $(\Delta U=Q$ و $W=0)$.

۱ با توجه به قانون گازها در حجم ثابت خواهیم داشت:

$$\frac{P_2V_2}{T_2}=\frac{P_1V_1}{T_1}\xrightarrow{V_2=V_1}\frac{P_2}{T_2}=\frac{P_1}{T_1}\xrightarrow{P_2=P_1+0/25P_1}\frac{1/25P_1}{T_2}=\frac{P_1}{T_1}$$

$$\Rightarrow T_2=1/25T_1\Rightarrow\Delta T=0/25T_1$$

۲ تغییر انرژی درونی خواهد شد:

$$U\propto T\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\frac{T_2}{T_1}\xrightarrow{\text{تفضیل نسبت در صورت}}\frac{\Delta U}{U_1}=\frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\xrightarrow{U_1=300J}\frac{\Delta U}{300}=\frac{0/25T_1}{T_1}\Rightarrow\Delta U=Q=75J$$

۱ ۱۱۱۲ B

بازی با سؤال طی یک فرایند هم‌فشار، دمای گاز کاملی را از $-۷۳^\circ C$ به $۲۷^\circ C$ رسانده‌ایم. اگر در این فرایند به گاز $۲۵۰J$ گرما داده باشیم و انرژی درونی $۵۰J$ افزایش یابد، تعداد مول گاز کدام است؟ $(R=۸J/mol.K)$

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

پاسخ **۱** کار محیط روی دستگاه را به کمک قانون اول ترمودینامیک به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta U=W+Q \xrightarrow[Q=۲۵۰J]{\Delta U=۵۰J} ۵۰=W+۲۵۰\Rightarrow W=-۲۰۰J$$

۳ تغییر دما برحسب کلوین برابر تغییر دما برحسب درجه‌بندی سلسیوس است:

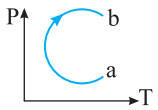
$$\Delta T=\Delta\theta=۲۷-(-۷۳)\Rightarrow \Delta T=۱۰۰K$$

۴ به کمک رابطهٔ کار در فشار ثابت، تعداد مول‌ها را حساب می‌کنیم:

$$W=-P\Delta V\Rightarrow W=-nR\Delta T\Rightarrow -۲۰۰=-n\times ۸\times ۱۰۰\Rightarrow n=\frac{۱}{۴}mol$$

۳ ۱۱۲۹ C

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو نمودار $P-T$ فرایند یک گاز کامل رسم شده است. از a تا b:



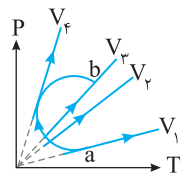
۱) حجم گاز در حال افزایش است.

۲) حجم گاز در حال کاهش است.

۳) حجم گاز ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۴) حجم گاز ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

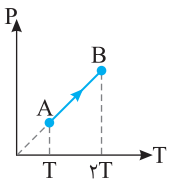
پاسخ به شکل روبه‌رو و فرایندهای هم‌حجم رسم شده در آن دقت کنید. هرچه شیب این فرایندها در نمودار $P-T$ بیشتر باشد، حجم گاز کمتر است. یعنی: $V_۴<V_۳<V_۲<V_۱$

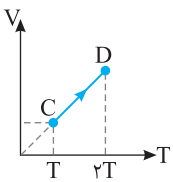


در این صورت ابتدا حجم گاز از $V_۱$ تا $V_۴$ کاهش و سپس از $V_۴$ تا $V_۳$ افزایش می‌یابد.

۲ ۱۱۳۳ B

بازی با سؤال مطابق شکل یک‌بار گازی را طی فرایند AB از دمای T به ۲T می‌رسانیم و بار دیگر همان گاز را طی فرایند CD از T به ۲T می‌رسانیم، اگر Q_{AB} و Q_{CD} گرمای مبادله شدهٔ گاز با محیط باشد، کدام گزینه در مورد گرماهای مبادله شده درست است؟





۱) $Q_{AB}=Q_{CD}$

۲) $Q_{AB}<Q_{CD}$

۳) $Q_{AB}>Q_{CD}$

۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

پاسخ تغییر دما در هر دو فرایند AB و CD یکسان است و چون انرژی درونی یک گاز تنها تابع دماست پس:

$$\Delta U_{AB}=\Delta U_{CD} \quad (۱)$$

در فرایند AB چون نمودار خطی مبدأ گذر $P-T$ است پس فرایند، فرایند هم‌حجم است:

$$\Delta U_{AB}=Q_{AB}+W_{AB} \xrightarrow[W_{AB}=۰]{\text{فرایند هم‌حجم}} \Delta U_{AB}=Q_{AB} \quad (۲)$$

در فرایند CD چون نمودار خطی مبدأ گذر $V-T$ است، پس فرایند یک فرایند هم‌فشار است:

$$\Delta U_{CD}=Q_{CD}+W_{CD}$$

دما افزایش یافته بنابراین ΔU_{CD} مثبت است و چون:

۱- علامت کار و گرما در فرایند هم‌فشار مختلف است. ۲- مقدار گرما از مقدار کار بیشتر است، پس:

گرما و تغییر انرژی درونی هم‌علامت‌اند:

$$\Delta U_{CD}=Q_{CD}+W_{CD} \xrightarrow{|Q_{CD}|>|W_{CD}|}$$

با توجه به نمودار دما افزایش یافته و گاز گرما دریافت کرده است از این رو $Q_{CD}>۰$ و $W_{CD}<۰$ است:

$$Q_{CD}=\overbrace{\Delta U_{CD}}^{>۰}+\overbrace{(-W_{CD})}^{>۰}\Rightarrow Q_{CD}>\Delta U_{CD}$$

با توجه به رابطهٔ (۱) و (۲)، $Q_{CD}>Q_{AB}$ است.

البته اگر به خاطر بسپارید که در فرایند هم‌فشار گاز کامل، همواره $|Q|>|\Delta U|$ و $|Q|>|W|$ است و در فرایند هم‌حجم $Q=\Delta U$ می‌باشد، مسئله به راحتی حل می‌شد.

۴ ۱۱۳۹ C

بازی با سؤال در یک محفظه زیر یک پیستون به مساحت $۲۰۰cm^۲$ بدون اصطکاک مقداری گاز آرمانی محبوس است. به آرامی به گاز $۶۰۰J$ گرما می‌دهیم، انرژی درونی گاز $۴۲۰J$ افزایش می‌یابد و پیستون $۸cm$ بالا می‌رود. فشار گاز در انتهای این فرایند چند کیلو پاسکال است؟

۱) ۲۲۵۰ ۲) ۲۲۵ ۳) ۱۱۲۵ ۴) ۱۱۲/۵

پاسخ **۱** به کمک قانون اول ترمودینامیک، کار محیط روی دستگاه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta U=W+Q\Rightarrow ۴۲۰=W+۶۰۰\Rightarrow W=-۱۸۰J$$

۲ کار محیط روی دستگاه برابر $-۱۸۰J$ شده است، بنابراین کار دستگاه روی محیط مثبت و برابر $W'=-W=۱۸۰J$ است.

۳ گاز به پیستون نیرو وارد کرده و آن را $۸cm$ جابه‌جا کرده و در این جابه‌جایی گاز $۱۸۰J$ کار انجام داده است. بنابراین به کمک تعریف کار، نیرویی که گاز بر پیستون وارد می‌کند را حساب می‌کنیم:

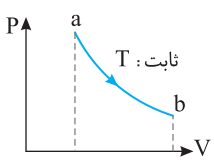
$$W'=F'd\Rightarrow ۱۸۰=F'\times ۰/۰۸\Rightarrow F'=۲۲۵۰N$$

۴ اکنون می‌توانیم به کمک تعریف فشار، فشار گاز را حساب کنیم:

$$P=\frac{F'}{A}\Rightarrow P=\frac{۲۲۵۰}{۲۰۰\times ۱۰^{-۴}}\Rightarrow P=۱۱۲۵۰۰Pa\Rightarrow P=۱۱۲/۵kPa$$

۴ ۱۱۶۲

بازی با سؤال مقدار معینی از یک گاز کامل، مطابق شکل فرایندی هم‌دما را طی می‌کند. اگر مساحت زیر نمودار $۱۰^۴J$ باشد، کدام گزینه دربارهٔ گرمای مبادله شده طی فرایند a تا b درست است؟



۱) باید دمای T و گرمای ویژهٔ گاز معلوم باشد.

۲) گرمای مبادله شده صفر است.

۳) گاز $۱۰^۴J$ گرما از دست می‌دهد.

۴) گاز $۱۰^۴J$ گرما دریافت می‌کند.

پاسخ فرایند رسم شده در صفحهٔ $P-V$، منحنی فرایند هم‌دمای انبساطی را نشان می‌دهد. در این فرایند گاز روی محیط کار انجام می‌دهد و به همان اندازه از محیط گرما دریافت می‌کند. با توجه به این‌که سطح زیر این منحنی برابر $۱۰^۴J$ است، پس در فرایند ab، $Q=+S=+۱۰^۴J$ است که بیانگر دریافت $۱۰^۴$ ژول گرما توسط گاز از محیط است.

A ۱۱۸۰ ۴

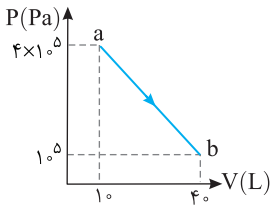
بازی با سؤال شکل روبه‌رو نمودار $P-V$ مربوط به مقداری گاز کامل است. انرژی درونی گاز طی این فرایند چگونه تغییر می‌کند؟

۱) پیوسته کاهش می‌یابد.

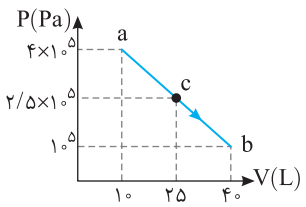
۲) پیوسته افزایش می‌یابد.

۳) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۴) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد.



پاسخ ۱ برای آنکه انرژی درونی گاز در حالت a و b را با هم مقایسه کنیم، به کمک معادلهٔ حالت گاز آرمانی، دمای نقاط a و b را به‌دست می‌آوریم:

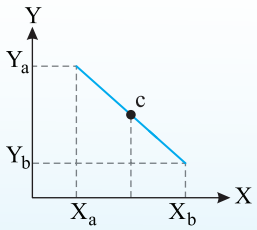


$$PV=nRT\Rightarrow T=\frac{PV}{nR}\Rightarrow\begin{cases}T_a=\frac{۴\times۱۰^۵\times۱۰\times۱۰^{-۳}}{nR}\\ T_b=\frac{۴۰\times۱۰^۵\times۱۰^{-۳}}{nR}\end{cases}\Rightarrow T_a=T_b$$

۲ انرژی درونی یک گاز آرمانی تابع دمای گاز است و چون $T_a=T_b$ شده است. انرژی درونی گاز در حالت a و b برابر است $(U_a=U_b)$.

۳ برای آنکه مشخص کنیم که انرژی درونی در مسیر فرایند ab چگونه تغییر کرده است، از یک نقطهٔ کمکی مانند نقطهٔ c که در وسط فرایند است استفاده می‌کنیم. ابتدا فشار و حجم نقطهٔ c را به‌دست می‌آوریم.

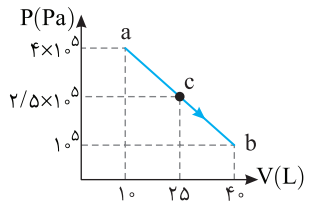
یادداشت ریاضی مختصات نقطهٔ وسط یک پاره‌خط برابر است با:



$$x_c=\frac{x_a+x_b}{۲}$$
$$y_c=\frac{y_a+y_b}{۲}$$

با کمک یادداشت ریاضی مشخص است که:

$$P_c=\frac{۱۰^۵+۴\times۱۰^۵}{۲}=۲/۵\times۱۰^۵\,Pa\ ,\ V_c=\frac{۱۰+۴۰}{۲}=۲۵L$$

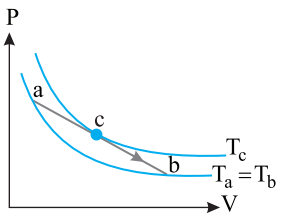


۴ دمای گاز c خواهد شد: $T_c=\frac{P_cV_c}{nR}=\frac{۲/۵\times۱۰^۵\times۲۵\times۱۰^{-۳}}{nR}=\frac{۶۲/۵\times۱۰^۲}{nR}$

۵ دمای نقطهٔ c از a و b بیشتر است، یعنی $U_c>U_a=U_b$، بنابراین انرژی درونی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

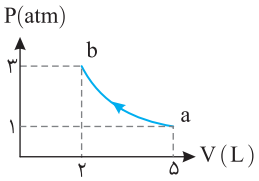
روش دیگر استفاده از نمودارهای هم‌دماست.

۶ چون دمای نقطهٔ a و b یکسان است، این دو نقطه روی یک نمودار هم‌دما قرار دارند. نمودار فرایند هم‌دمایی که نقطهٔ c واقع بر آن است را رسم می‌کنیم. مشاهده می‌شود که نمودار هم‌دمای T_c بالاتر از نمودار هم‌دمای ab است، بنابراین $T_c>T_a=T_b$ بوده، در نتیجه $U_c>U_a=U_b$ خواهد بود.



B ۱۱۸۴ ۴

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو نمودار $P-V$ یک گاز آرمانی رسم شده است. کدام گزینه درست است؟



۱) گاز گرما گرفته است.

۲) گاز گرما از دست داده است.

۳) گرمای مبادله شده با محیط صفر است.

۴) گزینهٔ (۱) و (۲) ممکن است درست باشد.

پاسخ ۱ گاز متراکم شده و کار محیط روی دستگاه مثبت $(W>۰)$ است.

۲ حاصل‌ضرب PV در نقطهٔ a برابر $(۱\times۵=۵)$ و در نقطهٔ b، $(۳\times۲=۶)$ است، بنابراین $T_b>T_a$ بوده و انرژی درونی در نقطهٔ b بیشتر از انرژی درونی در نقطهٔ a است $(\Delta U_{ab}>۰)$.

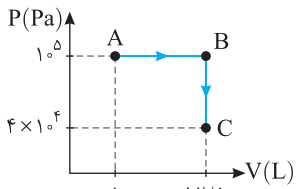
۳ بنابه قانون اول ترمودینامیک:

$$\Delta U=W+Q\xrightarrow[\Delta U>۰]{W>۰}Q<۰\ \text{یا}\ Q>۰$$

کار و تغییر انرژی درونی هر دو مثبت هستند. در این صورت Q می‌تواند مثبت باشد که جمع آن با W مثبت شود و یا Q می‌تواند منفی باشد و اندازهٔ آن از W کمتر باشد تا جمع آن با W مثبت شود.

B ۱۱۹۰ ۱

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز آرمانی، فرایندی ترمودینامیکی را از A تا C طی می‌کند. اگر اندازهٔ کار و اندازهٔ گرمای مبادله شده بین گاز و محیط را به ترتیب با W و Q نشان دهیم، حاصل $\frac{W}{Q}$ کدام است؟



۱) ۱ ۲) ۰/۶

۳) $\frac{۳}{۲۰}$ ۴) $\frac{۱}{۸}$

پاسخ برای مقایسه انرژی درونی در نقاط A و C، حاصل‌ضرب PV در نقاط A و C را حساب می‌کنیم.

$$P_AV_A=۱۰^۵\times۵=۵\times۱۰^۵\ ,\ P_CV_C=۴\times۱۰^۴\times۱۲/۵=۵\times۱۰^۵\Rightarrow T_A=T_C$$

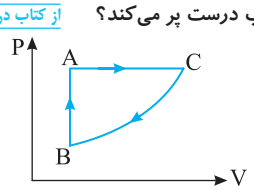
دمای A و C یکسان است، بنابراین تغییر انرژی درونی در فرایند ABC صفر است $(\Delta U_{ABC}=۰)$.

$$\Delta U_{ABC}=Q_{ABC}+W_{ABC}=۰\Rightarrow Q_{ABC}=-W_{ABC}\xrightarrow[Q=|Q_{ABC}|]{W=|W_{ABC}|}\frac{W}{Q}=۱$$

یعنی اندازهٔ کار و اندازهٔ گرمای مبادله شده بین محیط و گاز کامل در این فرایند یکسان است.

B ۱۲۰۴ ۱

بازی با سؤال کدام گزینه با توجه به نمودار $P-V$ نشان داده شده در شکل، خانه‌های a، b و c جدول را به‌ترتیب درست پر می‌کند؟ از کتاب درسی



چرخه	Q	ΔU	W
ABCA	a	b	c

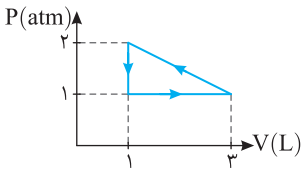
۱) مثبت، صفر، منفی ۲) منفی، صفر، مثبت

۳) مثبت، مثبت، منفی ۴) منفی، مثبت، مثبت

پاسخ چرخه ساعتگرد است، بنابراین $W<۰$ ، $Q>۰$ و $\Delta U=۰$ است.

B ۱۲۰۵ ۴

بازی با سؤال نیم مول گاز کامل تک اتمی، چرخه‌ای را مطابق شکل طی می‌کند. کار انجام شده توسط گاز روی محیط در طی چرخه چند ژول است؟



۱) −۳۰۰ ۲) ۱۰۰
۳) ۱۵۰ ۴) −۱۰۰

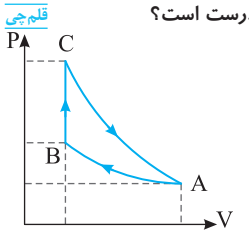
پاسخ در این چرخهٔ پادساعتگرد، کار انجام شده توسط محیط روی گاز، مثبت و برابر مساحت داخل چرخه است. بنابراین کار گاز روی محیط قرینهٔ این مقدار است و داریم:

$$W' = -S_{\text{داخل چرخه}} = -S_{P-V} = S_{\text{مثلث}}$$: چرخهٔ پادساعتگرد

$$W' = -\frac{1}{2}\times 1\times 10^{5}\times 2\times 10^{-3} = -100\,J$$

B ۱۲۱۱ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل زیر چرخه‌ای شامل فرایندهای هم‌دما، هم‌حجم و بی‌دررو را در نظر بگیرید. کدام گزینه در مورد گرمایی که گاز مبادله می‌کند (Q)، کاری که محیط بر روی گاز انجام می‌دهد (W) و تغییر انرژی درونی گاز (ΔU)، طی فرایندهای این چرخه درست است؟ قلم‌چی



۱) $\Delta U_{CA}<0, W_{BC}>0, Q_{AB}<0$
۲) $\Delta U_{CA}<0, Q_{BC}>0, W_{AB}>0$
۳) $Q_{CA}>0, \Delta U_{BC}<0, Q_{AB}>0$
۴) $W_{CA}>0, Q_{BC}<0, W_{AB}<0$

پاسخ ۱ فرایند BC هم‌حجم بوده، کار محیط روی دستگاه صفر است $(W_{BC}=0)$. فشار گاز افزایش یافته، بنابراین گاز گرما دریافت کرده $(Q_{BC}>0)$ و در نتیجه $\Delta U_{BC}=Q_{BC}>0$ است.

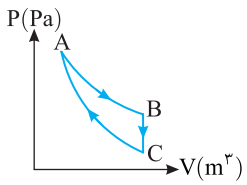
۲ شیب نمودار CA از شیب نمودار AB تندتر است، بنابراین فرایند AB هم‌دما و فرایند CA بی‌دررو است.

۳ فرایند AB هم‌دماست و تغییر انرژی درونی آن صفر است $(\Delta U_{AB}=0)$ و چون در این فرایند گاز متراکم شده، کار محیط روی گاز مثبت است $(W_{AB}>0)$ و گرمای مبادله شده در این فرایند $(Q_{AB}=-W_{AB})$ منفی است.

۴ فرایند CA فرایند انبساطی بی‌دروست، بنابراین گرمای مبادله شده در این فرایند صفر $(Q_{CA}=0)$، کار محیط روی دستگاه منفی $(W_{CA}<0)$ و تغییر انرژی درونی $(\Delta U_{CA}=W_{CA}<0)$ منفی است.

B ۱۲۱۲ ۴

بازی با سؤال چرخهٔ روبه‌رو شامل فرایندهای هم‌حجم، هم‌دما و بی‌دررو می‌باشد. اگر در فرایند هم‌حجم تغییر انرژی درونی برابر ۱۰۰J باشد، کار انجام شده روی گاز در فرایند بی‌دررو چند ژول است؟



۱) −۲۰۰ ۲) −۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ در چرخهٔ ABC، تغییر انرژی درونی دستگاه که برابر است با مجموع تغییرات انرژی درونی در فرایندهای هم‌دما AB، هم‌حجم BC و بی‌دررو CA، مساوی صفر است. با استفاده از قانون اول ترمودینامیک تغییر انرژی درونی در هر فرایند را به‌دست آورده و با هم جمع می‌کنیم:

فرایند AB (هم‌دما): $\Delta U_{AB}=0$

در فرایند BC فشار و دمای دستگاه کاهش یافته، بنابراین گرما و تغییرات انرژی درونی مقداری منفی است:

فرایند BC (هم‌حجم): $\Delta U_{BC}=Q_{BC}=-100\,J$

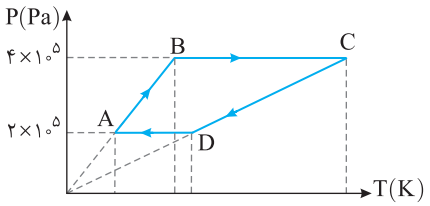
فرایند CA (بی‌دررو): $\Delta U_{CA}=W_{CA}>0$

فرایند CA تراکمی بوده و کار محیط روی گاز مقداری مثبت است:

$$\Delta U_{\text{چرخه}}=\Delta U_{AB}+\Delta U_{BC}+\Delta U_{CA}\Rightarrow 0=(0)+(-100)+(W_{CA})$$
$$\Rightarrow W_{CA}=+100\,J$$

B ۱۲۱۵ ۲

بازی با سؤال مقداری گاز آرمانی چرخه‌ای مطابق شکل روبه‌رو را طی می‌کند. اگر حجم گاز در حالت C برابر ۲ لیتر و در حالت A برابر ۱ لیتر باشد، کار انجام شده توسط گاز در این چرخه چند کیلوژول است؟ خارج ریاضی - ۸۷



۱) ۲۰۰ ۲) −۲۰۰
۳) ۴۰۰ ۴) −۴۰۰

پاسخ ۱ نمودار P−T فرایند AB و CD از مبدأ می‌گذرد، بنابراین فرایندهای AB و CD هم‌حجم هستند و کار در این فرایندها صفر است. حجم در حالت C، ۲L بوده، پس در حالت D نیز، ۲L است و حجم در حالت A برابر ۱L بوده و در حالت B نیز ۱L است.

۲ فرایندهای BC و DA، هم‌فشار هستند و کار در این فرایندها از رابطهٔ $W=-P\Delta V$ به‌دست می‌آید.

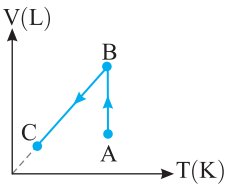
$$W_{BC}=-P(V_C-V_B)\Rightarrow W_{BC}=-4\times10^{5}\times(2-1)\times10^{-3}\Rightarrow W_{BC}=-400\,J$$
$$W_{DA}=-P(V_A-V_D)\Rightarrow W_{DA}=-2\times10^{5}\times(1-2)\times10^{-3}\Rightarrow W_{DA}=200\,J$$

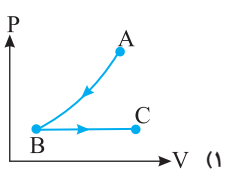
۳ کار انجام شده در چرخه برابر است با:

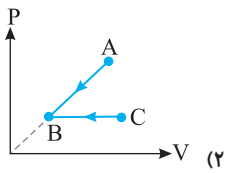
$$W_{\text{چرخه}}=\overbrace{W_{AB}}^{\text{هم‌حجم}}+W_{BC}+\overbrace{W_{CD}}^{\text{هم‌حجم}}+W_{DA}=-400+200\Rightarrow W_{\text{چرخه}}=-200\,J$$

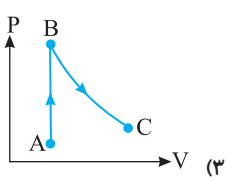
B ۱۲۱۹ ۳

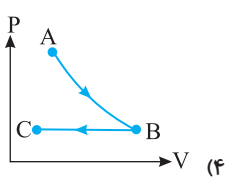
بازی با سؤال نمودار V−T گاز آرمانی که طی فرایند ABC از حالت A به حالت C می‌رسد به صورت روبه‌رو است. نمودار P−V این فرایند به کدام صورت است؟



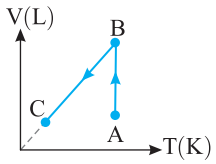
۱)


۲)


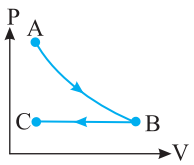
۳)


۴)


پاسخ خط فکری برای رسم نمودار باید ابتدا نوع فرایندها را مشخص کنید. سپس از حالت ابتدایی شروع کرده و تغییرات حجم و فشار را معین کنید و روی نمودار $P-V$ نمایش دهید.



فرایند AB هم‌دما و فرایند BC هم‌فشار است. در فرایند AB حجم گاز افزایش یافته و در فرایند BC حجم گاز کاهش یافته است. یعنی نمودار به صورت مقابل خواهد بود و گزینهٔ (۴) درست است.



A ۱۲۳۳ ۲

بازی با سؤال ماشین‌های برون‌سوز انواع مختلفی دارند که ابتدایی‌ترین نوع آن‌ها ماشین ..... است که از آن برای ..... استفاده می‌شد.

از کتاب درسی

۱) نیوکامن - کشیدن ارابه
۲) نیوکامن - بیرون کشیدن آب از معادن
۳) استرلینگ - کشیدن ارابه
۴) استرلینگ - بیرون کشیدن آب از معادن

پاسخ ماشین نیوکامن که برای خارج کردن آب از معادن اختراع شده، ابتدایی‌ترین نوع ماشین گرمایی است.

A ۱۲۴۰ ۲

بازی با سؤال یک ماشین گرمایی در هر چرخه ۱۰۰J گرما از منبع دمابالا می‌گیرد و ۶۰J گرما به منبع دماپایین می‌دهد. اگر هر چرخه ۰/۵ ثانیه طول بکشد، توان خروجی این ماشین چند وات است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۸۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ به کمک قانون پایستگی انرژی، کاری که ماشین در هر چرخه انجام می‌دهد را حساب می‌کنیم:

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

توان خروجی این ماشین خواهد شد:

$$P=\frac{|W|}{t}\Rightarrow P=\frac{40}{0/5}\Rightarrow P=80W$$

B ۱۲۴۳ ۱

بازی با سؤال اگر گرمای گرفته شده از منبع دمابالا و مقدار گرمای داده شده به منبع دما پایین به یک اندازه کاهش یابد، بازدهٔ ماشین گرمایی چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند. ۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

پاسخ در بازدهٔ ماشین گرمایی $\eta=\frac{|W|}{Q_H}$ با توجه به قانون اول ترمودینامیک در ماشین گرمایی $Q_H=|W|+|Q_L|$ می‌توان نوشت:

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}=\frac{Q_H-|Q_L|}{Q_H}$$

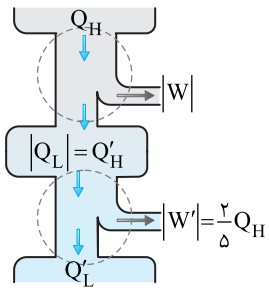
اگر گرمای گرفته شده از منبع دمابالا و مقدار گرمای داده شده به منبع دماپایین به اندازهٔ x کاهش یابد:

$$\eta'=1-\frac{|Q_L|-x}{Q_H-x}=\frac{Q_H-x-|Q_L|+x}{Q_H-x}\Rightarrow\eta'=\frac{Q_H-|Q_L|}{Q_H-x}$$

با توجه به دو رابطهٔ η و η'، مخرج کسر η' کوچک‌تر است بنابراین

$$\eta'>\eta$$

C ۱۲۴۷ ۳



بازی با سؤال مطابق طرح‌واره شکل مقابل، ماشین گرمایی دوم، تمام انرژی گرمایی خود را از انرژی تلف شده ماشین گرمایی اول دریافت می‌کند. اگر بازده ماشین اول ۳۰ درصد باشد، بازده ماشین دوم تقریباً چند درصد است؟

۱) ۲۵ ۲) ۴۳
۳) ۵۷ ۴) ۷۵

پاسخ ابتدا با استفاده از رابطه بازده در ماشین گرمایی اول، مقدار $|Q_L|$ را برحسب Q_H تعیین می‌کنیم:

$$\eta=1-\frac{|Q_L|}{Q_H}\Rightarrow 0/3=1-\frac{|Q_L|}{Q_H}\Rightarrow\frac{|Q_L|}{Q_H}=0/7\Rightarrow|Q_L|=\frac{7}{10}Q_H$$

طبق صورت مسأله گرمای اتلافی از ماشین گرمایی اول به عنوان گرمای داده شده به ماشین گرمایی دوم استفاده شده و کار انجام شده توسط ماشین دوم $|W'|=\frac{2}{5}Q_H$ است بنابراین بازده ماشین دوم خواهد شد:

$$\eta'=\frac{|W'|}{Q'_H}=\frac{\frac{2}{5}Q_H}{\frac{7}{10}Q_H}=\frac{4}{7}\approx 0/57\Rightarrow\eta'\approx 57\%$$

B ۱۲۵۶ ۲

بازی با سؤال یک یخچال در مدت ۲۰ دقیقه، ۴/۲kg آب ۲۰°C را به یخ ۱۰°C− تبدیل می‌کند. اگر نسبت گرمای گرفته شده از یخچال به کار انجام شده توسط کمپرسور ۲/۱ باشد، توان کمپرسور یخچال چند وات است؟

$(L_F=336kJ/kg,\ c_{آب}=4200J/kg.°C,\ c_{یخ}=2100J/kg.°C)$

۱) ۸۷/۵ ۲) ۷۳۵ ۳) ۳۶۷/۵ ۴) ۳۴۰

پاسخ ابتدا مقدار گرمایی را که آب ۲۰°C از دست می‌دهد تا به یخ ۱۰°C− تبدیل شود محاسبه می‌کنیم:

$$Q_1=mc_{آب}\Delta\theta_{آب},\ Q_F=mL_F,\ Q_2=mc_{یخ}\Delta\theta_{یخ}$$

$$Q=|Q_1-Q_F+Q_2|\Rightarrow Q=|4/2\times 4200\times(0-20)-4/2\times 336\times 10^3$$

$$+4/2\times 2100\times(-10-0)|=18/522\times 10^5 J$$

این گرما هم‌اندازه با گرمایی است که یخچال از منبع دماپایین خود به عنوان Q_L دریافت می‌کند:

$$K=\frac{Q_L}{W}\Rightarrow 2/1=\frac{18/522\times 10^5}{W}\Rightarrow W=\frac{18/522\times 10^5}{2/1}=8/82\times 10^5 J$$

$$P=\frac{W}{t}\xrightarrow{t=20min=1200s}P=\frac{8/82\times 10^5}{1200}=735W$$

B ۱۲۵۹ ۳

بازی با سؤال کمیت‌های Q_H، Q_L و W که در چرخهٔ یک ماشین گرمایی یا یخچال فرضی مبادله می‌شود، برای سه وسیلهٔ (a)، (b) و (c) به‌صورت زیر داده شده است:

قلم‌چی

(a) $Q_L=0,\ W=-100J,\ Q_H=100J$
(b) $Q_L=100J,\ W=0,\ Q_H=-100J$
(c) $Q_L=-50J,\ W=-60J,\ Q_H=100J$

با توجه به داده‌های بالا کدام گزینه صحیح است؟

۱) وسیله‌های (a) و (c) یخچال و وسیلهٔ (b) ماشین گرمایی است.
۲) قانون دوم ترمودینامیک تنها در وسیلهٔ (b) نقض می‌شود.
۳) قانون اول ترمودینامیک تنها در وسیلهٔ (c) نقض می‌شود.
۴) در هر سه وسیلهٔ (a)، (b) و (c)، قانون‌های اول و دوم برقرار است.

پاسخ ۱ در وسیلهٔ a، قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است. زیرا Q_L نمی‌تواند صفر باشد. اما قانون اول در وسیلهٔ a صادق است.

۲ در وسیلهٔ b، قانون اول برقرار است اما اگر این وسیله یخچال باشد نمی‌تواند کار صفر شود. بنابراین قانون دوم در آن برقرار نیست.

۳ در وسیلهٔ (۳) بنا به قانون اول ترمودینامیک باید داشته باشیم:

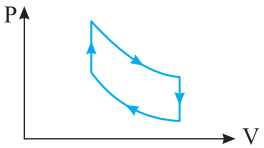
$$|Q_H| = Q_L + W \xrightarrow[Q_L=-۵۰J]{W=-۶۰J,\ Q_H=۱۰۰J}$$

$$۱۰۰ = |-۵۰| + |-۶۰| \Rightarrow ۱۰۰ \neq ۱۱۰$$

بنابراین قانون اول ترمودینامیک در ماشین c صادق نیست.

B ۱۲۶۴ ۲

بازی با سؤال نمودار $P-V$ روبه‌رو می‌تواند مربوط به چرخهٔ ..... باشد.



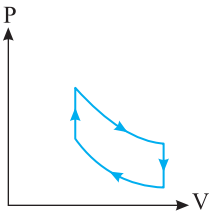
۱) یخچال

۲) ماشین گرمایی

۳) یخچال یا ماشین گرمایی

۴) هیچ‌کدام

پاسخ یادآوری هر گاه چرخهٔ $(P-V)$ ساعتگرد باشد، کار دستگاه روی محیط منفی بوده $(W<۰)$ و دستگاه از محیط گرما دریافت می‌کند $(Q_H>۰)$ بنابراین چرخهٔ ساعتگرد مربوط به ماشین گرمایی است.



$$Q_H = |W| + |Q_L|$$

و هر گاه چرخهٔ $P-V$ پادساعتگرد باشد، کار دستگاه روی محیط مثبت $(W>۰)$ و دستگاه به محیط گرما می‌دهد. $(Q_H<۰)$ یعنی چرخه پادساعتگرد مربوط به یخچال است.

با توجه به یادآوری بیان شده چون چرخه $P-V$ ساعتگرد است این چرخه می‌تواند مربوط به یک ماشین گرمایی باشد.

B ۱۲۷۱ ۴

بازی با سؤال ۱ اگر W' کار دستگاه روی محیط باشد، در کدام‌یک از فرایندهای ترمودینامیکی زیر، همواره $\Delta U.W'<۰$ است؟ (ΔU تغییر انرژی درونی گاز کامل است.) قلم‌چی

۱) هم‌حجم ۲) هم‌فشار ۳) هم‌دما ۴) بی‌دررو

پاسخ در فرایند هم‌حجم، کار محیط روی دستگاه و کار دستگاه روی محیط صفر است $W'=W=۰$. بنابراین $\Delta U \times W'=۰$ بوده و گزینهٔ (۱) نادرست است.

در فرایند هم‌فشار گاز کامل (آرمانی) همواره تغییر انرژی درونی و کار محیط روی دستگاه مختلف‌العلامت هستند بنابراین تغییر انرژی درونی ΔU و کار دستگاه روی محیط W' هم‌علامت بوده و حاصل‌ضرب آن‌ها مثبت است $(\Delta U.W'>۰)$ و گزینهٔ (۲) نادرست است.

در فرایند هم‌دمای گاز آرمانی تغییر انرژی درونی صفر است، پس $\Delta U.W'=۰$ و گزینهٔ (۳) نادرست است.

در فرایند بی‌دررو گرمای مبادله شده با محیط صفر است. از این رو بنا به قانون اول ترمودینامیک خواهیم داشت:

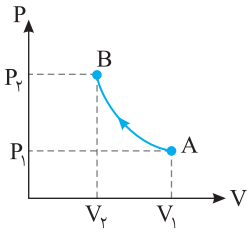
$$\Delta U = W + Q \xrightarrow{Q=۰} \Delta U = W = -W'$$

بنابراین کار دستگاه روی محیط و تغییر انرژی درونی مختلف‌العلامت هستند و گزینهٔ (۴) درست است.

$$\Delta U = -W' \Rightarrow \Delta U.W' < ۰$$

B ۱۲۷۱ ۴

بازی با سؤال مطابق شکل مقدار معینی گاز کامل، فرایند هم‌دمای AB را طی می‌کند. طی این فرایند، کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز برابر با W و گرمایی که گاز با محیط مبادله می‌کند برابر با Q می‌باشد. کدام گزینه در مورد علامت Q و W درست است؟ قلم‌چی



۱) $W>۰, Q>۰$

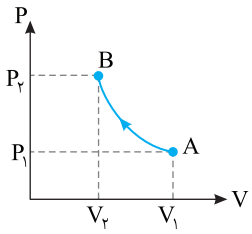
۲) $W<۰, Q<۰$

۳) $W<۰, Q>۰$

۴) $W>۰, Q<۰$

پاسخ فرایند AB نشان داده شده در صفحه $P-V$ ، یک فرایند هم‌دمای تراکمی است. در فرایند هم‌دمای گاز آرمانی تغییر انرژی درونی گاز صفر بوده $(\Delta U=۰)$ و چون فرایند تراکمی است کار محیط روی گاز مثبت بوده $(W>۰)$ و در مقابل گرمایی که محیط با گاز مبادله می‌کند، منفی است. $(Q<۰)$ یعنی گاز گرما از دست می‌دهد.

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow{\Delta U=۰} Q = -W \xrightarrow{W>۰} Q<۰$$



فصل ششم: الکتریسیتهٔ ساکن

A ۱۲۷۶ ۳

بازی با سؤال اگر بار پروتون برابر e باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند معرف بار الکتریکی یک جسم باشد؟ قلم‌چی

۱) $\frac{۲}{۵}\times۱۰^{۳}e$ ۲) $\frac{۵}{۲}\times۱۰^{۳}e$ ۳) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{۳}e$ ۴) $\frac{۳}{۲}\times۱۰^{۳}e$

پاسخ بار کمیتی کوانتیده $(q=\pm ne)$ است و باید در این رابطه نسبت $(\frac{q}{e}=n)$ عدد درست باشد.

گزینهٔ (۱): $\frac{۲\times۱۰^{۳}}{۵}e=۴۰۰e\Rightarrow n=۴۰۰$ ممکن

گزینهٔ (۲): $\frac{۵\times۱۰^{۳}}{۲}e\Rightarrow n=۲۵۰۰$ ممکن

گزینهٔ (۳): $\frac{۲\times۱۰^{۳}}{۳}\Rightarrow n=۶۶۶/۶۶۰۰۰$ غیرممکن

گزینهٔ (۴): $\frac{۳\times۱۰^{۳}}{۲}e\Rightarrow n=۱۵۰۰$ ممکن

A ۱۲۷۸ ۲

بازی با سؤال جسمی دارای بار مثبت است. اگر از این جسم ۵×۱۰^{۱۳} الکترون بگیریم، بار آن ۵ برابر می‌شود. بار اولیه جسم چند میکروکولن بوده است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ با گرفتن الکترون از جسم، به بار مثبت جسم افزوده می‌شود:

$$\Delta q=q_۲-q_۱=ne\xrightarrow{q_۲=۵q_۱}۵q_۱-q_۱=۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}=۸\times۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow ۴q_۱=۸\times۱۰^{-۶}\Rightarrow q_۱=۲\times۱۰^{-۶}C=۲\mu C$$

A ۱۲۸۲ ۲

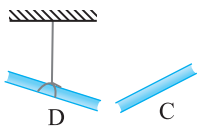
بازی با سؤال هنگامی که جسم A را با جسم B مالش می‌دهیم، A دارای بار منفی می‌شود و هنگامی که جسم A را با جسم C مالش می‌دهیم، A دارای بار مثبت می‌شود، اجسام A و B و C در سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) به‌ترتیب از بالا به پایین چگونه قرار می‌گیرند؟ (گزینه‌ها را از راست بخوانید.)

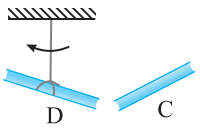
۱) C ،B ،A ۲) C ،A ،B ۳) B ،C ،A ۴) A ،B ،C

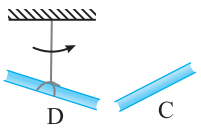
پاسخ وقتی دو جسم به هم مالش داده می‌شوند، جسمی که در اثر مالش بار منفی می‌گیرد در سری الکتریسیته مالشی، پایین‌تر از جسم دیگر قرار می‌گیرد. A را با B مالش داده‌ایم و A دارای بار منفی شده است، پس در جدول A در زیر B قرار می‌گیرد. از طرفی A را با C مالش داده‌ایم و C دارای بار منفی شده است، پس در جدول C در زیر A قرار می‌گیرد. در نتیجه در سری تریبوالکتریک ابتدا B، سپس A و در انتها C قرار می‌گیرد. بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

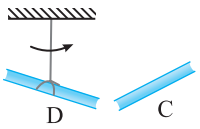
A ۱۲۸۳ ۳

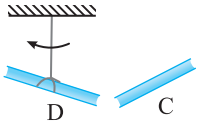
بازی با سؤال هنگامی که میله A را با میله B مالش دهیم، میله A دارای بار منفی می‌شود و هنگامی که میله A را با میله C مالش دهیم، میله A دارای بار مثبت می‌شود. اگر میله خنثی C را با میلهٔ خنثی B مالش دهیم و سپس مطابق شکل میله C را به میله پلاستیکی خنثی D نزدیک کنیم، کدام گزینه در مورد نوع نیرویی که میله C به میله D وارد می‌کند و جهت چرخش میله D درست است؟



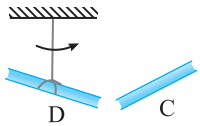
۱) ربایش، 

۲) رانش، 

۳) ربایش، 

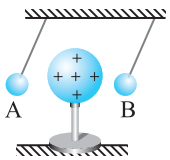
۴) رانش، 

پاسخ میلهٔ خنثی C در اثر مالش با میلهٔ خنثی B دارای بار الکتریکی می‌شود و هر گاه یک جسم باردار را به جسم بدون باری نزدیک کنیم آن را می‌رباید و داده‌های 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 تکه‌های کوچک کاغذ نزدیک کنیم، شانه پلاستیکی باردار تکه‌های کاغذ بدون بار را می‌رباید.



B ۱۲۹۰ ۱

بازی با سؤال وضعیت قرارگیری دو آونگ A و B به صورت مقابل است. کدام گزینه الزاماً درست است؟

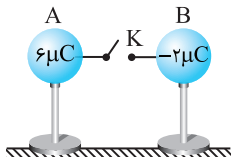


۱) بار آونگ A مثبت است.
۲) بار آونگ A منفی است.
۳) بار آونگ B مثبت است.
۴) بار آونگ B منفی است.

پاسخ رباییش الکتریکی بین کره و آونگ B به ما اطلاع دقیقی نمی‌دهد زیرا B ممکن است دارای بار ناهمنام با کره باشد و یا بدون بار باشد. کره دارای بار مثبت کرهٔ A را دفع کرده است بنابراین قطعاً کرهٔ A دارای بار مثبت بوده است. گزینهٔ ۱

A ۱۲۹۲ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل زیر کره‌های فلزی مشابه A و B بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر سیم رابط دو کره را ببندیم ..... از کره ..... به کره ..... منتقل می‌شود. $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$



۱) ۱ الکترون، A، B
۲) ۱ پروتون، B، A
۳) $۲/۵\times۱۰^{۱۳}$ الکترون، B، A
۴) $۱/۲۵\times۱۰^{۱۳}$، پروتون، A، B

پاسخ با وصل کلید، دو کره در تماس با هم هستند و با توجه به اینکه کره‌ها با هم مشابه‌اند، بار کره‌ها با هم برابر می‌شود:

$$q'_A=q'_B=\frac{q_A+q_B}{۲}=\frac{۶-۲}{۲}=۲\mu C$$

چون در فلزات الکترون است که شارش می‌یابد، پس باید $-۴\mu C$ بار از کره B به کره A منتقل شده باشد تا بار کره A از $+۶\mu C$ به $+۲\mu C$ تغییر کند و بار کره B به دلیل از دست دادن $-۴\mu C$ بار از $-۲\mu C$ به $+۲\mu C$ تغییر کند. بنابراین تعداد الکترون‌های شارش‌شده از B به A برابر است با:

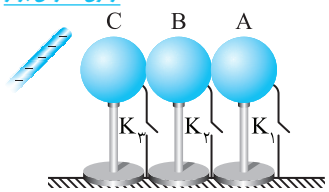
$$q=-ne\Rightarrow -۴\times۱۰^{-۶}=-n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow n=\frac{۴}{۱/۶}\times۱۰^{۱۳}=۲/۵\times۱۰^{۱۳}$$

B ۱۳۰۱ | ۲

بازی با سؤال در شکل مقابل سه کرهٔ رسانای A، B و C در تماس با یکدیگر هستند و مجموعهٔ آن‌ها از لحاظ الکتریکی خنثی است. اگر کلیدهای K_1، K_2 و K_3 را به طور لحظه‌ای بسته و باز کنیم و سپس میله را دور کنیم، کدام گزینه بار نهایی کره‌های A، B و C را به ترتیب از راست به چپ درست بیان می‌کند؟

آزمون مدارس برتر



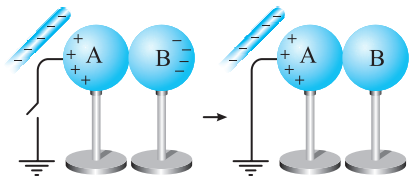
۱) مثبت، خنثی، منفی

۲) خنثی، خنثی، منفی

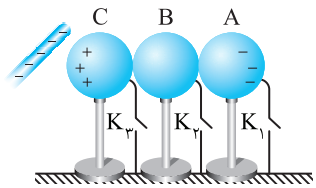
۳) مثبت، منفی، منفی

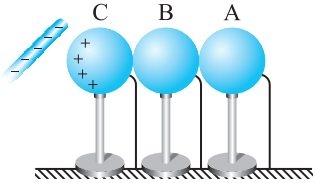
۴) مثبت، مثبت، مثبت

پاسخ یادآوری در شکل زیر هنگامی که میله باردار را به کره A نزدیک می‌کنیم، بار ناهمنام با بار میله در کره A و نزدیک‌ترین مکان به میله تجمع می‌کند و بار همنام با بار میله در کره B و دورترین مکان به میله تجمع می‌کند. بارهای جمع شده در کره A در اسارت میله باردار می‌باشند و اگر تماسی با کره A در حضور میله باردار رخ دهد بارهای کره A در جای خود ثابت می‌مانند، پس با وصل کلید K_1 بار کره A تغییر نمی‌کند اما بار کره B خنثی می‌شود.



در شکل نشان داده شده در مسأله، کره‌های A و C به‌ترتیب دارای بار القایی منفی و مثبت و کرهٔ B خنثی است. اگر در حضور میله هر یک از کلیدهای K_1 و K_2 و K_3 یا همهٔ آن‌ها را ببندیم، بار منفی کره A به زمین منتقل می‌شود و کره‌های A و B بدون بار می‌شوند و تنها بار مثبت کرهٔ C در اسارت بار منفی میله باقی می‌ماند. با باز کردن کلیدها و سپس دور کردن میله باردار، بار مثبت کره C بین سه کره توزیع می‌شود و هر سه کره دارای بار مثبت می‌شوند.

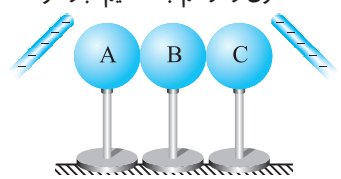




گزینهٔ ٤

B ۱۳۰۸ | ۳

بازی با سؤال سه کرهٔ 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 کرهٔ B کدام است؟



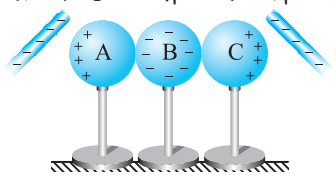
۱) خنثی

۲) مثبت

۳) منفی

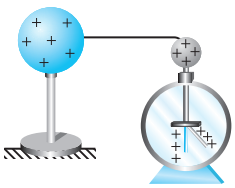
۴) ابتدا منفی سپس خنثی

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 کرهٔ A و C دارای بار مثبت و کرهٔ B دارای بار منفی القایی می‌شود. اگر در حضور میله‌ها، کره‌ها را از هم دور کنیم بار کرهٔ B هم‌چنان منفی خواهد بود.



C ۱۳۱۰ | ۲

بازی با سؤال در شکل زیر کره و الکتروسکوپ دارای بار مثبت‌اند. حال اگر یک میلهٔ رسانای خنثی به کره نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ چگونه تغییر می‌کند؟



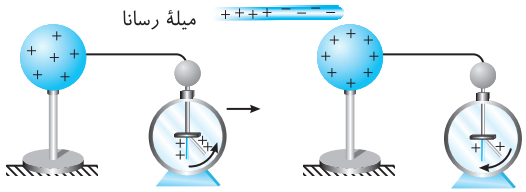
۱) ورقه‌ها از هم دورتر می‌شوند.

۲) ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند.

۳) فاصلهٔ ورقه‌ها تغییر نمی‌کند.

۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ با نزدیک کردن میلهٔ 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.



A ۱۳۱۹ | ۱

بازی با سؤال در اتم هلیم، دو پروتون به فاصلهٔ تقریبی $2\times10^{-15}m$ از هم درون هسته قرار دارند و دو الکترون هر یک به فاصلهٔ تقریبی $5\times10^{-11}m$ از مرکز هسته قرار گرفته‌اند. نیروی دافعهٔ الکتریکی درون هسته چند برابر نیروی جاذبهٔ الکتریکی‌ای است که هسته به هر الکترون وارد می‌کند؟

قلم‌چی

۱) $\frac{25}{8}\times10^{8}$

۲) $\frac{25}{4}\times10^{8}$

۳) $\frac{5}{4}\times10^{4}$

۴) $\frac{5}{2}\times10^{4}$

پاسخ نیروی بین دو پروتون در هسته برابر است با:

$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\Rightarrow F=k\frac{e\times e}{(2\times10^{-15})^2}$$

نیرویی که هسته بر هر الکترون وارد می‌کند را حساب می‌کنیم. البته هسته دارای دو پروتون بوده و بار آن $2e$ است.

$$F'=\frac{k|q_1||q_2|}{r^2}\xrightarrow{\text{بار هسته}=2e}F'=\frac{k(2e\times e)}{(5\times10^{-11})^2}$$

بنابراین:

$$\frac{F}{F'}=\frac{\frac{ke^2}{4\times10^{-30}}}{\frac{k2e^2}{25\times10^{-22}}}=\frac{25\times10^{-22}}{8\times10^{-30}}=\frac{25}{8}\times10^{8}$$

A ۱۳۲۰ ۴

بازی با سؤال دو بار $+۴\mu C$ و q در فاصلهٔ $۳cm$ از هم قرار دارند و برهم نیروی ربایشی ۴۰ نیوتون را وارد می‌کنند. q چند میکروکولن است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$

کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) -۲ ۴) -۱

پاسخ کافی است داده‌های مسئله را در قانون کولن قرار دهید و مجهول مسئله را بیابید.

$$F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \xrightarrow[q_۱=۴\times۱۰^{-۶}C]{F=۴۰N,r=۳\times۱۰^{-۲}m}$$

$$۴۰=۹\times۱۰^۹\times\frac{۴\times۱۰^{-۶}|q|}{۹\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow|q|=۱۰^{-۶}C\Rightarrow|q|=۱\mu C$$

نیروی بین دو بار ربایشی است بنابراین دو بار ناهمنام هستند و $q=-۱\mu C$ است.

A ۱۳۲۷ ۲

بازی با سؤال نیروی بین دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ که به فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، F است. اگر اندازهٔ یکی از بارها و همچنین فاصلهٔ بین دو بار نیز نصف شود، نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

خارج تجربی - ۸۷

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

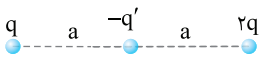
پاسخ در حالت اول نیروی F برابر است با: $F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$

در حالت دوم نیروی F' برابر است با: $F'=k\frac{\frac{۱}{۲}|q_۱||q_۲|}{(\frac{۱}{۲}r)^۲}\Rightarrow F'=k\frac{۲|q_۱||q_۲|}{r^۲}$

بنابراین خواهیم داشت: $\frac{F'}{F}=\frac{k\frac{۲|q_۱||q_۲|}{r^۲}}{k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}}=۲$

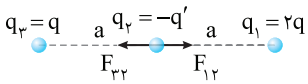
C ۱۳۴۹ ۴

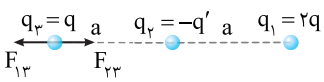
بازی با سؤال در شکل زیر $\frac{q'}{q}$ برابر چند باشد تا اندازه نیروی خالص وارد بر بار q و $-q'$ باهم برابر باشد؟



۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

پاسخ نیروهای وارد بر q' و q را رسم کرده و حساب می‌کنیم.





$$\begin{cases}F_{۱۲}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{a^۲}=k\frac{(۲q)(q')}{a^۲}\\ F_{۳۲}=k\frac{|q_۳||q_۲|}{a^۲}=k\frac{qq'}{a^۲}\end{cases}\Rightarrow F_{۲T}=\frac{k(۲q)q'}{a^۲}-k\frac{qq'}{a^۲}=k\frac{qq'}{a^۲}$$

$$F_{۱۳}=k\frac{(۲q)(q)}{(۲a)^۲}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}\quad,\quad F_{۲۳}=k\frac{|q_۲||q_۳|}{a^۲}=k\frac{q'q}{a^۲}$$

اکنون باید نیروی خالص وارد بر بار $q_۳$ را حساب کنیم اما مشخص نیست کدام نیرو را باید از دیگری کم کنیم یعنی دو حالت داریم:

حالت اول: $F_{۲۳}>F_{۱۳}\Rightarrow F_{۳T}=k\frac{q'q}{a^۲}-\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}$

حالت دوم: $F_{۲۳}<F_{۱۳}\Rightarrow F_{۳T}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}-k\frac{q'q}{a^۲}$

اکنون نیروی خالص وارد بر $q_۳$ و نیروی خالص وارد بر $q_۲$ را در دو حالت مساوی قرار می‌دهیم تا جواب مسئله به‌دست آید.

حالت اول: $F_{۲T}=F_{۳T}\Rightarrow k\frac{qq'}{a^۲}=k\frac{qq'}{a^۲}-\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}\Rightarrow\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}=۰\Rightarrow q=۰$

q ذرهٔ باردار بوده، بنابراین نادرست است.

حالت دوم: $F_{۲T}=F_{۳T}\Rightarrow k\frac{qq'}{a^۲}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}-k\frac{qq'}{a^۲}\Rightarrow ۲k\frac{qq'}{a^۲}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}$

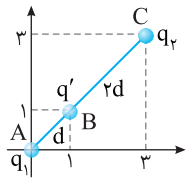
$$\Rightarrow q=۴q'\Rightarrow\frac{q'}{q}=\frac{۱}{۴}$$

B ۱۳۵۹ ۱

بازی با سؤال دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲=-۹\mu C$ به ترتیب در مختصات $(۰,۰)$ و $(۳,۳)$ واقع شده‌اند. اگر در نقطهٔ $(۱,۱)$ برایند نیروهای وارد بر q' صفر شود، اندازه $q_۱$ برابر چند میکروکولن است؟

۱) $\frac{۹}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۹}$ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ با توجه به شکل فاصله $q_۱$ تا بار q' را اگر با d نشان دهیم، فاصلهٔ $q_۲$ تا بار q'، $۲d$ خواهد شد. در این صورت:



$$AB=\sqrt{۱^۲+۱^۲}=\sqrt{۲}\ ,\ BC=\sqrt{(۳-۱)^۲+(۳-۱)^۲}=۲\sqrt{۲}$$

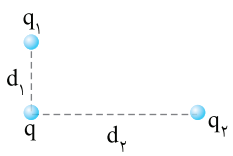
$$\Rightarrow BC=۲AB$$

$$F_T=۰\Rightarrow F_۱=F_۲\Rightarrow k\frac{|q_۱||q'|}{d^۲}=k\frac{|q_۲||q'|}{(۲d)^۲}\Rightarrow|q_۱|=\frac{۹}{۴}\mu C$$

با توجه به اینکه نیروی وارد بر q' صفر می‌شود، علامت بار $q_۱$ همنام با بار $q_۲$ و منفی است.

B ۱۳۶۱ ۲

بازی با سؤال سه بار ذره‌ای مثبت مطابق شکل کنار یکدیگر قرار دارند، به گونه‌ای که $\frac{q_۲}{q_۱}=۱۲$ و $\frac{d_۲}{d_۱}=۴$ است. چنان‌چه نیروی وارد از طرف $q_۱$ به q، F باشد، برایند نیروی الکتریکی وارد بر q چند F است؟



۱) ۴
۲) $\frac{۵}{۴}$
۳) $\sqrt{۱۰}$
۴) $\frac{۳}{۵}$

پاسخ نیرویی را که $q_۲$ به q وارد می‌کند، برحسب F به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{F'}{F}=\frac{q_۲q}{q_۱q}\times(\frac{d_۱}{d_۲})^۲\Rightarrow\frac{F'}{F}=۱۲\times(\frac{۱}{۴})^۲\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{۱۲}{۱۶}\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{۳}{۴}$$

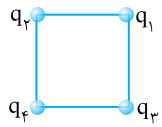
نیروی خالص وارد بر q برابر خواهد شد با:

$$F_{net}=\sqrt{F^۲+F'^۲}\Rightarrow F_{net}=\sqrt{F^۲+(\frac{۳}{۴}F)^۲}$$

$$\Rightarrow F_{net}=\sqrt{\frac{۱۶F^۲+۹F^۲}{۱۶}}\Rightarrow F_{net}=\frac{۵}{۴}F$$

B ۱۳۶۷ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو با چه شرطی نیروی خالص وارد بر بار $q_۱$ برابر صفر می‌شود؟



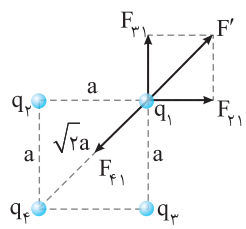
۱) $q_۳=q_۲$ و $\frac{q_۴}{q_۲}=۲\sqrt{۲}$

۲) $q_۳=q_۲$ و $\frac{q_۴}{q_۲}=-۲\sqrt{۲}$

۳) $q_۳=q_۲$

۴) $\frac{|q_۴|}{|q_۲|}=۲\sqrt{۲}$

پاسخ نیروی خالص وارد بر بار $q_۱$ صفر است. نیروی بین دو بار در راستای خط واصل دو بار است، از این‌رو نیروی $F_{۴۱}$ در امتداد قطر مربع است. بنابراین برایند نیروهایی که بار $q_۲$ و بار $q_۳$ بر بار $q_۱$ وارد می‌کنند، نیز باید در راستای قطر مربع و خلاف جهت $F_{۴۱}$ باشد تا نیروی خالص وارد بر $q_۱$ صفر شود. در این صورت باید بار $q_۲$ و $q_۳$ همنام و یکسان باشند $(q_۲=q_۳)$ و بار آن‌ها با بار $q_۴$ ناهمنام باشد. برایند نیروهای $F_{۲۱}$ و $F_{۳۱}$ را برابر نیروی $F_{۴۱}$ قرار می‌دهیم.



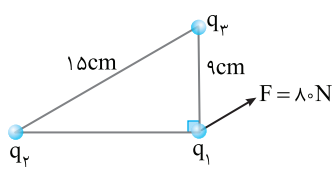
$$F'=F_{۴۱}=\sqrt{F_{۲۱}^۲+F_{۳۱}^۲}=F_{۴۱}\xrightarrow{F_{۲۱}=F_{۳۱}}$$

$$\sqrt{۲}k\frac{|q_۲||q_۱|}{a^۲}=k\frac{|q_۴||q_۱|}{(\sqrt{۲}a)^۲}=\frac{|q_۴|}{|q_۲|}=۲\sqrt{۲}\Rightarrow\frac{q_۴}{q_۲}=-۲\sqrt{۲}$$

B ۱۳۸۰ ۲

بازی با سؤال سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برایند نیروهایی که بارهای $q_۲$ و $q_۳$ بر بار $q_۱$ وارد می‌کنند، بردار F، موازی با قاعده مثلث رسم شده است. نیرویی که بار $q_۲$ بر بار $q_۱$ وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(k=۹\times۱۰^۹\frac{N.m^۲}{C^۲})$

آزمون مدارس برتر



۱) $\frac{۸۱}{۴}$

۲) ۶۴

۳) ۴۸

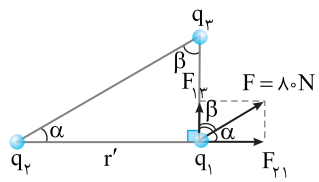
۴) ۵۴

گزینهٔ ۲

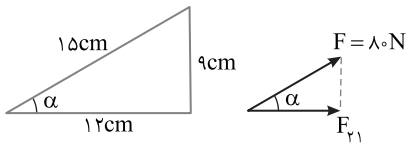
پاسخ ابتدا، نیروی F را در امتداد نیروهایی که بار $q_۳$ و $q_۲$ می‌توانند بر $q_۱$ وارد کنند، تجزیه می‌کنیم:

$$۱۵^۲=\sqrt{۹^۲+r'^۲}\Rightarrow۲۲۵=۸۱+r'^۲\Rightarrow r'^۲=۱۴۴\Rightarrow r'=۱۲cm$$

با توجه به قضیهٔ موازی و مورب، F و وتر مثلث موازی یکدیگرند، بنابراین زاویهٔ بین $F_{۲۱}$ و F برابر α خواهند شد:



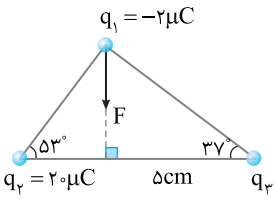
$$\cos\alpha=\frac{۱۲}{۱۵},\cos\alpha=\frac{F_{۲۱}}{F}\Rightarrow\frac{۱۲}{۱۵}=\frac{F_{۲۱}}{۸۰}\Rightarrow F_{۲۱}=۶۴N$$



B ۱۳۸۱ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۱=-۲\mu C$ از طرف دو بار دیگر (F) نشان داده شده است. اندازهٔ این نیرو چند نیوتون است؟ $(\sin۳۷^\circ=۰/۶, k=۹\times۱۰^۹\frac{N.m^۲}{C^۲})$

قلم‌چی



۱) ۳۰۰

۲) ۴۰۰

۳) ۵۰۰

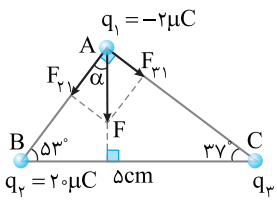
۴) ۶۰۰

پاسخ ۱ طول ضلع‌های AB و BC را به کمک نسبت‌های مثلثاتی حساب می‌کنیم.

$$\sin۳۷^\circ=\frac{AB}{BC}\Rightarrow۰/۶=\frac{AB}{۵}\Rightarrow AB=۳cm$$

$$\cos۳۷^\circ=\frac{AC}{BC}\Rightarrow۰/۸=\frac{AC}{۵}\Rightarrow AC=۴cm$$

۱ نیروی F را در امتداد اضلاع AB و AC تجزیه می‌کنیم:



۲ نیروی بین بارهای $q_۲$ و $q_۱$ را حساب می‌کنیم.

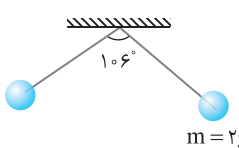
$$F_{۲۱}=k\frac{|q_۲||q_۱|}{(AB)^۲}\Rightarrow F_{۲۱}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۲۰\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow F_{۲۱}=۴۰۰N$$

۳ مجموع زاویهٔ α روی شکل با زاویهٔ ۵۳° برابر ۹۰° بوده بنابراین $\alpha=۳۷^\circ$ است. اکنون به کمک زاویهٔ α نیروی F را به دست می‌آوریم.

$$\cos\alpha=\frac{F_{۲۱}}{F}\Rightarrow۰/۸=\frac{۴۰۰N}{F}\Rightarrow F=۵۰۰N$$

B ۱۳۸۷ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو دو کرهٔ کوچک هم‌جرم با بار یکسان $q=۲\mu C$ از دو ریسمان سبک هم‌طول آویزان و در تعادل هستند، نیروی کشش هر ریسمان چند نیوتون است؟



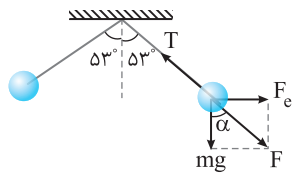
۱) ۰/۰۲

۲) ۰/۰۲۵

۳) ۰/۰۴

۴) ۰/۰۱۵

پاسخ ۱ جرم گوی‌ها یکسان و وزن آن‌ها یکی است. بنابراین دو گوی به اندازهٔ یکسان از راستای قائم منحرف می‌شوند و زاویهٔ بین هر نخ و امتداد قائم $\frac{۱۰۶}{۲}=۵۳^\circ$ می‌شود.



۲ نیروهای وارد بر یکی از گوی‌ها را رسم می‌کنیم. باید نیروی کشش نخ هم‌اندازهٔ نیروی برایند F_e و W و در خلاف جهت آن باشد تا نیروها یکدیگر را خنثی کرده و جسم در تعادل باشد.

۳ نیروی وزن کره برابر است با: $W=mg=۲\times۱۰^{-۳}\times۱۰\Rightarrow W=۰/۰۲N$

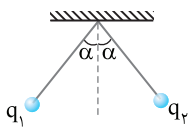
۴ با توجه به خطوط موازی و مورب زاویه α برابر ۵۳° است. اکنون با استفاده از تعریف کسینوس α نیروی آن را حساب می‌کنیم.

$$\cos\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}\Rightarrow\cos۵۳^\circ=\frac{W}{F}\xrightarrow{F=T}۰/۸=\frac{۰/۰۲}{T}$$

$$T=\frac{۰/۰۲}{۰/۸}=\frac{۰/۲}{۸}\Rightarrow T=۰/۰۲۵N$$

C ۱۳۹۴ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل دو گوی با بارهای $q_۱=۲q$ و $q_۲=۴q$ در حال تعادل‌اند، چند درصد از بار $q_۲$ را به بار $q_۱$ منتقل کنیم تا زاویه بین دو گوی بیشینه شود؟



۱) ۵۰٪ ۲) ۲۵٪ ۳) ۴۰٪ ۴) ۱۵٪

پاسخ فاصله گرفتن دو گوی از هم به خاطر نیروی الکتریکی است که دو گوی به هم وارد می‌کنند. می‌توان اثبات کرد زمانی حاصل‌ضرب دو عدد که مجموع ثابتی دارند بیشینه است که آن دو عدد هم‌اندازه باشند. فرض می‌کنیم دو گوی $q_۱$ و $q_۲$ ابتدا در فاصلهٔ r از هم باشند و در حالت دوم فرض می‌شود دو بار $q_۱$ و $q_۲$ را به هم تماس داده‌ایم و بار خالص آن‌ها $q_۳$ شده است $(q'_۱=q'_۲=q_۳=\frac{q_۱+q_۲}{۲})$ و در فاصله r از هم قرار داده‌ایم.

$$F=k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}=k\frac{۸q^۲}{r^۲}\ ,\ F'=k\frac{(\frac{q_۱+q_۲}{۲})^۲}{r^۲}\Rightarrow F'=k\frac{۹q^۲}{r^۲}$$

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 $q_۲$ برداشته و به $q_۱$ اضافه شود تا بار هر دو گوی 3q شود، پس:

$$\frac{q}{q^۲}\times۱۰۰=\frac{q}{۴q}\times۱۰۰=۲۵٪$$

A ۱۴۰۲ ۳

بازی با سؤال میدان حاصل از هستهٔ اتم آهن $(^{۵۶}_{۲۶}Fe)$ در فاصلهٔ یک آنگستروم از آن چند kN/C است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\ ,k=۹\times۱۰^۹Nm^۲/C^۲)$

۱) $۳/۷۴۴\times۱۰^{۱۲}$ ۲) $۳/۷۴۴\times۱۰^{۱۰}$ ۳) $۳/۷۴۴\times۱۰^۹$ ۴) $۳/۷۴۴\times۱۰^۸$

پاسخ ۱ در نمایش یک عنصر به صورت $^A_Z X$، عدد Z عدد اتمی یعنی تعداد پروتون‌ها است.

۲ یک آنگستروم برابر $۱۰^{-۱۰}m$ است.

تعداد پروتون‌های آهن ۲۶ است، بنابراین بار کل هستهٔ آهن خواهد شد:

$$q=ne\Rightarrow q=۲۶\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$$

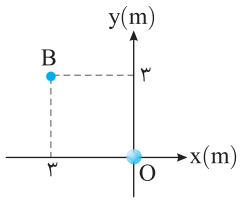
اکنون به راحتی می‌توان میدان الکتریکی هسته را در فاصلهٔ $۱\mathring{A}$ به‌دست آورد.

$$E=k\frac{q}{r^۲}\Rightarrow E=۹\times۱۰^۹\times\frac{۲۶\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{۱۰^{-۲۰}}\Rightarrow E=۳۷۴/۴\times۱۰^{۱۰}N/C$$

$$\Rightarrow E=۳/۷۴۴\times۱۰^{۱۲}N/C=۳/۷۴۴\times۱۰^۹KN/C$$

B ۱۴۰۷ ۱

بازی با سؤال در شکل زیر یک کرهٔ خنثی در مرکز مختصات قرار گرفته است. تعداد الکترون‌های آن چگونه تغییر کند تا بردار میدان در نقطهٔ B برابر $\vec{E}=(۸\sqrt{۲}\vec{i}-۸\sqrt{۲}\vec{j})\times۱۰^۳$ شود؟



۱) ۲×۱۰^{۱۱} الکترون دریافت کند.
۲) ۲×۱۰^{۱۱} الکترون از دست بدهد.
۳) $۱۰^۹$ الکترون دریافت کند.
۴) $۱۰^۹$ الکترون از دست بدهد.

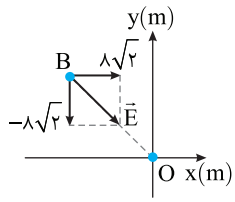
پاسخ ۱ فاصلهٔ OB را حساب می‌کنیم.

$$OB=\sqrt{۳^۲+۳^۲}\Rightarrow OB=۳\sqrt{۲}m$$

۲ اندازه میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم.

$$E=\sqrt{E_x^۲+E_y^۲}=\sqrt{(۸\sqrt{۲})^۲+(۸\sqrt{۲})^۲}\Rightarrow E=۱۶N/C$$

۳ مهم‌ترین نکته در حل این تست این است که شما باید جهت میدان الکتریکی در نقطهٔ B را تشخیص دهید. مؤلفهٔ x میدان مثبت و مؤلفهٔ y آن منفی است و مطابق شکل جهت میدان به سمت بار (نقطهٔ O) است بنابراین بار کره منفی است، یعنی به کره مقداری الکترون اضافه شده است.



۴ بار کره را حساب می‌کنیم.

$$E=k\frac{|q|}{r^۲}\Rightarrow ۱۶=۹\times۱۰^۹\times\frac{q}{۱۸}\Rightarrow q=۳۲\times۱۰^{-۹}C$$

۵ تعداد الکترون‌های داده شده به کره برابر خواهد شد با:

$$q=ne\Rightarrow ۳۲\times۱۰^{-۹}=n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow n=۲\times۱۰^{۱۱}$$

A ۱۴۱۳ ۱

بازی با سؤال میدان الکتریکی در فاصلهٔ ۲۰cm از بار q برابر $۱۸N/C$ است. چند سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی $۸N/C$ برابر شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

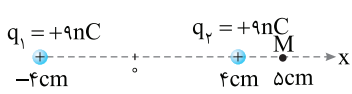
پاسخ با توجه به میدان بار نقطه‌ای می‌توان نوشت:

$$\frac{E_۲}{E_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\Rightarrow\frac{۸}{۱۸}=(\frac{۲۰}{۲۰+x})^۲\Rightarrow\frac{۲}{۳}=\frac{۲۰}{۲۰+x}$$

$$۳۰=۲۰+x\Rightarrow x=۱۰cm$$

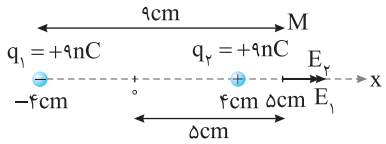
A ۱۴۱۵ ۱

بازی با سؤال شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و همنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در مکان‌های $x_۱=۴cm$ و $x_۲=-۴cm$ قرار گرفته‌اند. میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M چند N/C است؟



۱) ۸۲×۱۰^۴
۲) ۸۱×۱۰^۴
۳) ۸۲×۱۰^۲
۴) ۸۱×۱۰^۲

پاسخ بردار میدان‌ها را در نقطهٔ M رسم می‌کنیم.



اندازهٔ میدان‌های E_1 و E_2 خواهد شد:

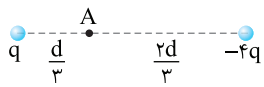
$$E=k\frac{|q_1|}{r^2}\Rightarrow\begin{cases}E_1=9\times10^9\times\frac{9\times10^{-9}}{(9\times10^{-2})^2}\Rightarrow E_1=10^4\,N/C\\ E_2=9\times10^9\times\frac{9\times10^{-9}}{(10^{-2})^2}=81\times10^4\,N/C\end{cases}$$

$$E_t=81\times10^4+10^4=82\times10^4\,N/C$$

B ۱ ۱۴۲۴

بازی با سؤال در شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و $-4q$ به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر $\vec{E}$ است. اگر بار q را خنثی کنیم، میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر کدام خواهد شد؟

کنکور دهه‌های گذشته



۱) $\frac{\vec{E}}{2}$ ۲) $-\frac{\vec{E}}{2}$

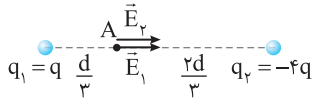
۳) $\frac{\vec{E}}{4}$ ۴) $-\frac{\vec{E}}{4}$

پاسخ میدان بار $q_1=q$ در نقطهٔ A به سمت راست است و برابر است با:

$$E_1=k\frac{|q|}{(\frac{d}{3})^2}\Rightarrow E_1=9k\frac{q}{d^2}$$

میدان بار $q_2=-4q$ در نقطهٔ A به سمت راست است و برابر است با:

$$E_2=k\frac{4q}{(2\frac{d}{3})^2}\Rightarrow E_2=9k\frac{q}{d^2}\Rightarrow E_2=E_1$$



میدان در نقطهٔ A برابر است با: $\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2=2\vec{E}_1$

اگر بار $q_1=q$ را خنثی کنیم، تنها بار الکتریکی $q_2=-4q$ با میدانی برابر E_1 باقی می‌ماند. $\vec{E}'=\vec{E}_1$

با توجه به اینکه $\vec{E}=2\vec{E}_1$ است، از این‌رو: $E'=\frac{1}{2}E$

B ۴ ۱۴۳۱

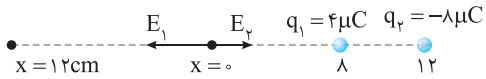
بازی با سؤال بارهای الکتریکی $q_1=4\mu C$ و $q_2=-8\mu C$ روی محور xها به ترتیب در مکان‌های $x=8cm$ و $x=12cm$ قرار دارند. بار $q_3=-18\mu C$ را در چه نقطه‌ای روی محور x قرار دهیم تا میدان الکتریکی خالص در مبدأ محور x برابر صفر شود؟

۱) $+18\sqrt{2}cm$ ۲) $-18\sqrt{2}cm$ ۳) $-36\sqrt{2}cm$ ۴) $+36\sqrt{2}cm$

پاسخ ابتدا برایند میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 را در مبدأ محور x، به‌دست می‌آوریم.

$$|\vec{E}|=k\frac{|q|}{r^2}\Rightarrow\begin{cases}E_1=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{64\times10^{-4}}\Rightarrow E_1=\frac{9}{16}\times10^7\,N/C\\ E_2=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}}{12\times12\times10^{-4}}\Rightarrow E_2=\frac{1}{2}\times10^7\,N/C\end{cases}$$

به سمت چپ $E_{12}=\frac{9}{16}\times10^7-\frac{1}{2}\times10^7\Rightarrow E_{12}=\frac{1}{16}\times10^7\,N/C$



در نقطه $x=0$ میدان برایند $\vec{E}_{12}$ هم‌جهت با میدان $\vec{E}_1$ و در جهت منفی محور x است، بنابراین میدان الکتریکی E_3 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 نقطهٔ $x=0$ به سمت راست باشد.

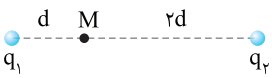
$$\begin{cases}E_3=E_{12}\\ E_3=k\frac{q_3}{r^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{1}{16}\times10^7=9\times10^9\times\frac{18\times10^{-6}}{r^2}$$

$$\Rightarrow r^2=16\times9\times18\times10^{-4}\Rightarrow r^2=4^2\times3^2\times3^2\times2\times10^{-4}$$

$$\Rightarrow r=4\times9\times\sqrt{2}\times10^{-2}\,m\Rightarrow r=36\sqrt{2}cm$$

B ۱ ۱۴۳۳

بازی با سؤال در شکل زیر برایند میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 در نقطهٔ M صفر شده است. اگر فاصلهٔ بار q_1 تا نقطهٔ M نصف شود، بار q_2 چند برابر بار q_1 شود تا میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M صفر شود؟

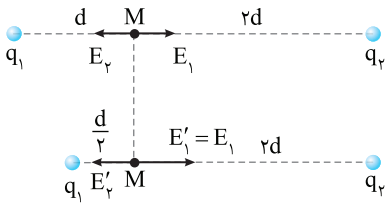


۱) ۴ ۲) ۱۶

۳) ۲ ۴) ۸

پاسخ حالت اول: برایند میدان الکتریکی در نقطهٔ M صفر است، از این‌رو دو بار q_1 و q_2 همنام هستند و میدان‌های آن‌ها در نقطهٔ M هم‌اندازه و در خلاف جهت هم است.

$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{q_1}{d^2}=k\frac{q_2}{(2d)^2}\Rightarrow q_2=4q_1$$



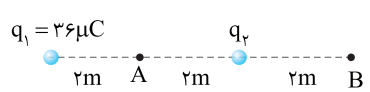
در حالت جدید بار q_1 به اندازه $\frac{d}{2}$ به نقطهٔ M نزدیک شده و فاصلهٔ بار q_2 از نقطهٔ M همچنان 2d است. بنابراین مجدداً میدان را در نقطه M برابر قرار می‌دهیم:

$$E'_1=E'_2\Rightarrow k\frac{q_1}{(\frac{d}{2})^2}=k\frac{q'_2}{(2d)^2}\Rightarrow 4q_1=\frac{q'_2}{4}\Rightarrow q'_2=16q_1$$

بنابراین $\frac{q'_2}{q_2}=\frac{16q_1}{4q_1}=4$.

B ۱ ۱۴۳۴

بازی با سؤال در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص حاصل از بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطهٔ A و در نقطهٔ B باهم برابر است. q_2 چند میکروکولن است؟ $(k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$



۱) ۱۶ ۲) ۴

۳) ۸ ۴) ۱۸

پاسخ **۷** میدان الکتریکی بار q_1 را در نقاط A و B به‌دست می‌آوریم:

$$E=k\frac{|q|}{r^2}\Rightarrow\begin{cases}\text{نقطه A}\rightarrow E_{1A}=9\times10^9\times\frac{36\times10^{-6}}{4}\Rightarrow E_{1A}=81\times10^3\,N/C\\ \text{نقطه B}\rightarrow E_{1B}=9\times10^9\times\frac{36\times10^{-6}}{36}\Rightarrow E_{1B}=9\times10^3\,N/C\end{cases}$$

$q_1=36\mu C$ — E_{1A} — q_2 — E_{1B}

۲m — A — ۲m — ۲m — B

۱ میدان الکتریکی بار q_2 در دو نقطهٔ A و B باهم برابر است. زیرا فاصلهٔ q_2 از A و B یکی است. میدان بار الکتریکی q_2 را در این نقاط حساب می‌کنیم.

$$E_{2A}=E_{2B}=k\frac{|q_2|}{r^2}\Rightarrow E_{2A}=E_{2B}=9\times10^9\times\frac{|q_2|}{4}$$

۲ حال به اعداد به‌دست آمده دقت کنید. قرار است در نقطهٔ A و نقطهٔ B میدان خالص برابر شود. بنابراین باید میدان q_2 در نقطهٔ A در خلاف جهت E_{1A} باشد تا آن را کاهش دهد در نقطهٔ B باید در جهت E_{1B} باشد تا آن را افزایش دهد تا میدان در نقاط A و B یکی شود. بنابراین بار q_2 قطعاً مثبت است.

$$E_A=E_B\Rightarrow E_{1A}-E_{2A}=E_{1B}+E_{2B}$$

$$81\times10^3-\frac{9\times10^9q_2}{4}=9\times10^3+9\times10^9\frac{q_2}{4}\Rightarrow72\times10^3=18\times10^9\frac{q_2}{4}$$

$$q_2=16\times10^{-6}C\Rightarrow q_2=16\mu C$$

B **۳** ۱۴۳۹

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو بار q_1 بر بار q_2 نیروی ربایشی $180N$ وارد می‌کند. میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ A چند نیوتون بر کولن است؟ $(k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$

۱) 27×10^7

۲) $9\sqrt{5}\times10^7$

۳) $9\sqrt{3}\times10^7$

۴) $18\sqrt{5}\times10^7$

A، 45°، $q_1=4\mu C$، ۲cm، q_2

پاسخ **خط فکری** ابتدا به کمک نیروی الکتریکی بین q_1 و q_2، بار الکتریکی q_2 را حساب کنید. سپس میدان الکتریکی هر بار را در نقطهٔ A به دست بیاورید و سرانجام به کمک رابطهٔ فیثاغورس میدان الکتریکی برایند را حساب کنید.

E، E_1، E_2، A، $\sqrt{2}$cm، $\sqrt{2}$cm، B، 45°، C، $q_1=4\mu C$، ۲cm، $q_2=-2\mu C$

نیروی بین دو بار ربایشی است بنابراین بار q_2 منفی است. به کمک قانون کولن بار q_2 را حساب می‌کنیم.

$$F=k\frac{q_1|q_2|}{r^2}\Rightarrow180=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}\times|q_2|}{4\times10^{-4}}\Rightarrow|q_2|=2\times10^{-6}C$$

$$\Rightarrow q_2=-2\times10^{-6}C$$

مثلث ABC متساوی‌الساقین است و فاصلهٔ دو بار از نقطهٔ A یکسان و برابر است با:

$$BC^2=AB^2+AC^2\Rightarrow4=2(AB)^2\Rightarrow AB=AC=\sqrt{2}cm$$

اکنون میدان هر بار را در نقطهٔ A حساب می‌کنیم:

$$E_1=k\frac{q_1}{r^2}=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{2\times10^{-4}}=18\times10^7\,N/C$$

$$E_2=k\frac{q_2}{r^2}=9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-4}}=9\times10^7\,N/C$$

میدان خالص یا برایند خواهد شد:

$$E_T=\sqrt{E_1^2+E_2^2}\Rightarrow E_T=\sqrt{(18\times10^7)^2+(9\times10^7)^2}\Rightarrow E_T=9\sqrt{5}\times10^7\,N/C$$

B **۳** ۱۴۴۹

بازی با سؤال 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؟ آزمون مدارس برتر

۱) ۵cm به سمت راست

۲) ۵cm به سمت چپ

۳) ۲۶cm به سمت چپ

۴) ۲۶cm به سمت راست

$q_1=4\mu C$، ۳cm، O، $q_3=+2\mu C$، $q_4=+8\mu C$، ۶cm، ۸cm، ۶cm، $q_2=16\mu C$

پاسخ **خط فکری** میدان الکتریکی بارهای q_3 و q_4 روی محور xها و میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 روی محور yها است. می‌خواهیم با جابه‌جا کردن بار q_4 میدان در نقطهٔ O صفر شود. بنابراین باید میدان روی محور yها 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 نقطهٔ 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 yها صفر است. اکنون این مطلب را بررسی می‌کنیم. در راستای قائم با توجه به فاصله 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.

$$E_1=k\times\frac{4\times10^{-6}}{9\times10^{-4}}$$

$$E_2=k\times\frac{16\times10^{-6}}{36\times10^{-4}}=k\times\frac{4\times10^{-6}}{9\times10^{-4}}\Rightarrow E_1=E_2\Rightarrow E_{12}=0$$

بنابراین E_{12} صفر شده و باید به سراغ بارهای روی محور xها برویم. در راستای افقی چون بارهای q_3 و q_4 همنام‌اند برای صفر شدن میدان خالص در نقطهٔ O باید نقطه O بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر قرار بگیرد. $E_4=E_3$

$$\Rightarrow k\times\frac{8\times10^{-6}}{x^2}=k\times\frac{2\times10^{-6}}{(6\times10^{-2})^2}\Rightarrow\frac{x^2}{(6\times10^{-2})^2}=4$$

$$\Rightarrow\frac{x}{6\times10^{-2}}=2\Rightarrow x=12\times10^{-2}m\Rightarrow x=12cm$$

$q_1=+4\mu C$، ۳cm، E_2، $q_3=+2\mu C$، $q_4=+8\mu C$، O، ۶cm، ۸cm، ۶cm، E_1، $q_2=+16\mu C$

$q_4=8\mu C$، E_3، O، E_4، $q_3=2\mu C$، x، ۶cm

بنابراین q_4 باید از مکان $+14cm$ به مکان $-12cm$ منتقل شود. یعنی بار q_4 باید ۲۶cm به سمت چپ جابه‌جا شود.

B ۱ ۱۴۵۲

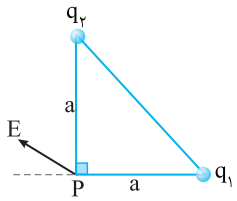
بازی با سؤال در شکل زیر میدان الکتریکی ناشی از دو بار q_1 و q_2 در نقطه P نشان داده شده است. کدام گزینه درباره بار q_1 و q_2 درست است؟

۱) q_1 مثبت، q_2 منفی، $|q_1|>|q_2|$

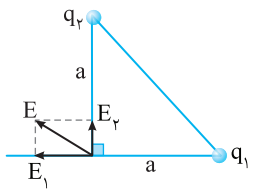
۲) q_1 مثبت، q_2 منفی، $|q_1|<|q_2|$

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 اندازهٔ 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 ۳ ۱۴۵۳

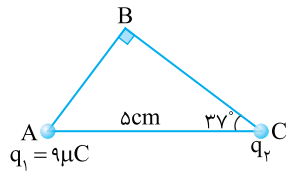
بازی با سؤال در شکل زیر بار q_2 چند μC باشد تا امتداد میدان خالص در نقطهٔ B بر خط AC عمود شود؟ $(\sin 53^\circ=\cos 37^\circ=0/8)$

۱) ۱۸

۲) -18

۳) ۱۲

۴) -12



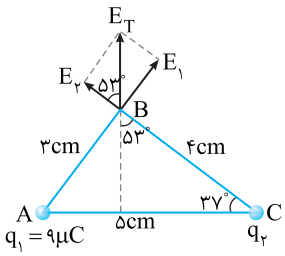
پاسخ طول ضلع‌های AB و BC را به‌دست می‌آوریم:

$$AB=AC\sin 37^\circ=5\times 0/6=3cm$$

$$BC=AC\cos 37^\circ=5\times 0/8=4cm$$

میدان خالص در نقطهٔ 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 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:

$$\tan 53^\circ=\frac{E_1}{E_2}\Rightarrow\frac{0/8}{0/6}=\frac{k\frac{q_1}{3^2}}{k\frac{q_2}{4^2}}\Rightarrow\frac{4}{3}=\frac{16\times 9}{q_2\times 9}\Rightarrow q_2=12\mu C$$



A ۱ ۱۴۶۵

بازی با سؤال بر بار نقطه‌ای $q=-4nC$ در میدان الکتریکی $\vec{E}=(4\vec{i}-6\vec{j})\times 10^5$ چه نیرویی وارد می‌شود؟ (یکاها در SI) کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\vec{F}=(-16\vec{i}+24\vec{j})\times 10^{-4}$

۲) $\vec{F}=(-\vec{i}+1/5\vec{j})\times 10^{-4}$

۳) $\vec{F}=(16\vec{i}+24\vec{j})\times 10^{-4}$

۴) $\vec{F}=(\vec{i}+1/5\vec{j})\times 10^{-4}$

پاسخ با توجه به تعریف میدان الکتریکی، بردار نیروی الکتریکی وارد بر بار $q=-ne$ خواهد شد:

$$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}\Rightarrow\vec{F}=q\vec{E}\xrightarrow{\vec{E}=(4\vec{i}-6\vec{j})\times 10^5}$$

$$\vec{F}=-4\times 10^{-9}\times(4\vec{i}-6\vec{j})\times 10^5\Rightarrow\vec{F}=(-16\vec{i}+24\vec{j})\times 10^{-4}N$$

B ۱ ۱۴۶۸

بازی با سؤال ذره‌ای به جرم ۲g و بار الکتریکی ۸μC 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.

$$F=qE\Rightarrow F=8\times 10^{-6}\times 5\times 10^3\Rightarrow F=0/04N$$

شتاب حاصل از نیروی الکتریکی خواهد شد:

$$F=ma\Rightarrow 0/04=2\times 10^{-3}a\Rightarrow a=20m/s^2$$

C ۲ ۱۴۷۶

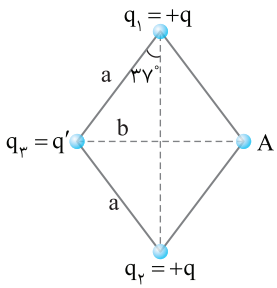
بازی با سؤال در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی ناشی از سه بار الکتریکی در رأس چهارم لوزی (نقطه A) صفر است. نسبت $\frac{q'}{q}$ کدام گزینه است؟

۱) $\frac{216}{125}$

۲) $-\frac{216}{125}$

۳) $\frac{36}{25}$

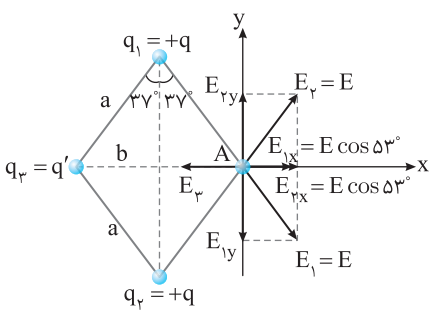
۴) $-\frac{36}{25}$



پاسخ **خط فکری** مسئله روبه‌روی شما بیشتر از آنکه فیزیکی باشد یک مسئله ریاضیات بردار است و پیشنهاد می‌شود ریاضیات پایهٔ هشتم را در این مورد مطالعه کنید. اما حل مسئله چگونه است. میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A صفر است. باید بزرگی و جهت میدان بارهای q_1 و q_2 را مشخص کنید. سپس برایند آن‌ها را به کمک ریاضی به‌دست بیاورید و سرانجام میدان الکتریکی برایند این دو بار را با میدان الکتریکی بار q_3 برابر قرار دهید تا میدان خالص صفر شود.

بارهای q_1 و q_2 هم‌اندازه و فاصلهٔ آن از رأس A یکسان است از این رو میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 در رأس A هم‌اندازه است و مقدار آن‌ها برابر است با:

$$E_1=E_2=k\frac{q}{a^2}$$



با توجه به آنچه در ریاضیات پایه هشتم خوانده‌اید. میدان‌های E_1 و E_2 را بر محور xها و yها تجزیه می‌کنیم. مؤلفه‌های E_{1y} و E_{2y} یکدیگر را خنثی می‌کنند.

مقدار E_{1x} و E_{2x} را حساب می‌کنیم.

$$\cos 53^\circ = \frac{E_{1x}}{E_1} \Rightarrow E_{1x} = E_1 \cos 53^\circ$$

$$\cos 53^\circ = \frac{E_{2x}}{E_2} \Rightarrow E_{2x} = E_2 \cos 53^\circ$$

این دو مؤلفه با هم برابر هستند و برایند E_1 و E_2 برابر مجموع این مؤلفه‌هاست.

$$E_{12} = E_{1x} + E_{2x} = 2E \cos 53^\circ \Rightarrow E_{12} = \frac{6}{5} k \frac{q}{a^2}$$

برای صفر شدن میدان خالص در نقطه A، میدان ناشی از بار q' در رأس A باید هم‌اندازه E_{12} و در خلاف جهت آن باشد، پس بارهای q' و q ناهمنام‌اند.

برای محاسبهٔ میدان q' ابتدا فاصله q' تا نقطه A را به‌دست می‌آوریم.

$$\sin 37^\circ = \frac{b}{a} \Rightarrow 0/6 = \frac{b}{a} \Rightarrow b = \frac{3}{5} a$$

میدان E_3 را حساب می‌کنیم.

$$E_3 = k \frac{|q'|}{(2b)^2} = k \frac{|q'|}{(\frac{6}{5}a)^2} \Rightarrow E_3 = k \frac{|q'|}{\frac{36}{25}a^2}$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$E_3 = E_{12} \Rightarrow k \frac{|q'|}{\frac{36}{25}a^2} = \frac{6}{5} k \frac{|q|}{a^2} \Rightarrow \frac{25}{36}|q'| = \frac{6}{5}|q|$$

$$\Rightarrow \frac{|q'|}{|q|} = \frac{216}{125} \Rightarrow \frac{q'}{q} = -\frac{216}{125}$$

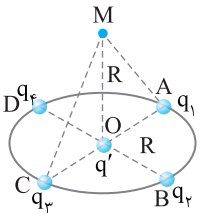
C ۱۴۸۰ ۴

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 نقطهٔ M را حساب می‌کنیم:

$$d = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2}R$$



میدان هر بار q در نقطهٔ M را E فرض می‌کنیم. برایند هر دو بار روبه‌روی هم که روی یک قطره دایره قرار دارند برابر است با:

$$E_{13} = \sqrt{(E^2) + (E^2)} = \sqrt{2}E$$

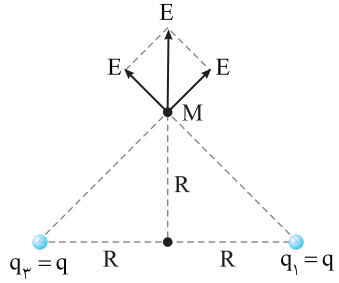
برایند میدان‌های بار q_2 و q_4 نیز خواهد شد: $E_{24} = \sqrt{(E^2) + (E^2)} = \sqrt{2}E$

در این صورت میدان برایند چهار بار $+q$ در نقطهٔ M خواهد شد:

$$E_{1234} = \sqrt{2}E + \sqrt{2}E = 2\sqrt{2}E = 2\sqrt{2}k\frac{|q|}{d^2} = 2\sqrt{2}k\frac{|q|}{(\sqrt{2}R)^2} = \sqrt{2}k\frac{|q|}{R^2}$$

میدان بار q' باید خلاف جهت میدان برایند چهار بار دیگر و هم‌اندازهٔ آن باشد. بنابراین بار q' باید منفی باشد.

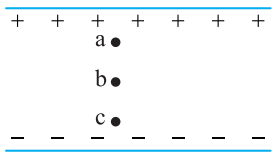
$$E' = E_{1234} \Rightarrow k = \frac{|q'|}{R^2} = \sqrt{2}k\frac{|q|}{R^2} \Rightarrow |q'| = \sqrt{2}|q| \Rightarrow \frac{q'}{q} = -\sqrt{2}$$



A ۱۴۹۱ ۲

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



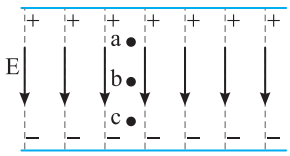
۱) $V_a = V_b = V_c$

۲) $V_a > V_b > V_c$

۳) $V_a < V_b < V_c$

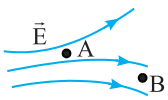
۴) $V_b = V_a + V_c$

پاسخ از a به سوی c در جهت خطوط میدان حرکت کرده‌ایم و پتانسیل در حال کاهش است. از این‌رو: $V_a > V_b > V_c$



A ۱۴۹۳ ۱

بازی با سؤال شکل روبه‌رو خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد. پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A نسبت به پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B ..... و در انتقال بار مثبت q 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.

A ۱۴۹۸ ۲

بازی با سؤال ذره‌ای با بار $+12\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A به نقطهٔ 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 قرینهٔ 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.

$$1/7 \times 10^3 - 2/3 \times 10^3 = \frac{-W}{12 \times 10^{-6}} \Rightarrow W = +7/2 \times 10^{-3} J \Rightarrow W = +7/2 mJ$$

A ۱۴۹۹ ۳

بازی با سؤال ذره‌ای با بار $+6\mu C$ از نقطهٔ A با پتانسیل الکتریکی $V_A = 20V$ به نقطهٔ B با پتانسیل الکتریکی $V_B = -60V$ جابه‌جا شده است. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در نقطهٔ B برابر $0/4 mJ$ باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در نقطهٔ 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:

$$V_B-V_A=\frac{U_B-U_A}{q}\Rightarrow -۶۰-۲۰=\frac{۰/۴\times۱۰^{-۳}-U_A}{۶\times۱۰^{-۶}}$$

$$-۰/۴۸\times۱۰^{-۳}=۰/۴\times۱۰^{-۳}-U_A\Rightarrow U_A=۰/۸۸\times۱۰^{-۳}J\Rightarrow U_A=۰/۸۸mJ$$

A ۳ ۱۵۰۰

بازی با سؤال اختلاف پتانسیل بین دو نقطه -۵۰ ولت است. با صرف چند ژول انرژی، ۵×۱۰^{۱۲} الکترون بین این دو نقطه جاری می‌شود؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$ سراسری - ۸۶

۱) ۴×۱۰^{-۳} ۲) ۸×۱۰^{-۳} ۳) ۴×۱۰^{-۵} ۴) ۸×۱۰^{-۴}

پاسخ ابتدا بار جابه‌جا شده را به‌دست می‌آوریم

$$q=-ne\Rightarrow q=-۵\times۱۰^{۱۲}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow q=-۸\times۱۰^{-۷}C$$

انرژی لازم برای انتقال بار در اختلاف پتانسیل $-۵۰V$ برابر است با:

$$\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}\Rightarrow \Delta U_E=q\Delta V\Rightarrow \Delta U_E=-۸\times۱۰^{-۷}\times(-۵۰)$$

$$\Rightarrow \Delta U=۴\times۱۰^{-۵}J$$

B ۴ ۱۵۰۶

بازی با سؤال ذره‌ای با جرم ناچیز و بار $+۱۷\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از حال سکون رها می‌شود. اگر پس از جابه‌جایی $۱۰cm$ انرژی جنبشی ذره ۳۴ میلی‌ژول شود، بزرگی میدان الکتریکی چند V/m است؟

۱) ۲×۱۰^{۳} ۲) ۲×۱۰^{۲} ۳) ۲×۱۰^{۵} ۴) ۲×۱۰^{۴}

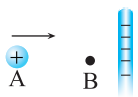
پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$\Delta K=W\Rightarrow ۳۴\times۱۰^{-۳}=|q|Ed\Rightarrow ۳۴\times۱۰^{-۳}=۱۷\times۱۰^{-۶}E\times۰/۱$$

$$\Rightarrow E=۲\times۱۰^{۴}V/m$$

B ۳ ۱۵۰۸

بازی با سؤال مطابق شکل، بار الکتریکی $q=+۴۰۰\mu C$ با جرم $۱۰g$ در نقطهٔ A از حال سکون رها می‌شود تا تحت تأثیر میدان الکتریکی، به طرف صفحهٔ منفی حرکت کند. اگر تندی ذرهٔ باردار هنگام عبور از نقطهٔ B برابر $۴m/s$ باشد، اختلاف انرژی پتانسیل ذرهٔ باردار بین دو نقطهٔ 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) $-۰/۰۴$ و -۱۰۰ ۲) $۰/۰۴$ و ۱۰۰
۳) $-۰/۰۸$ و -۲۰۰ ۴) $۰/۰۸$ و ۲۰۰

پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W=\Delta K$ و همچنین $W=-\Delta U$ می‌توان نوشت:

$$-\Delta U=\Delta K\Rightarrow \Delta U=U_B-U_A=-(K_B-K_A)$$

جسم از نقطهٔ A رها شده پس $K_A=۰$ است.

$$U_B-U_A=-(\frac{۱}{۲}mv_B^۲)=-\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۱۰^{-۳}\times۱۶=-۰/۰۸J$$

حال با توجه به رابطهٔ $\Delta V=\frac{\Delta U}{q}$ اختلاف پتانسیل را به‌دست می‌آوریم:

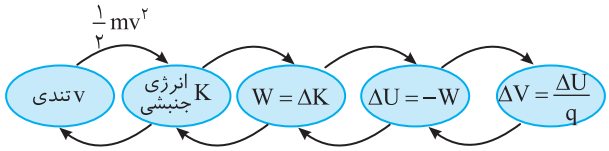
$$V_B-V_A=\Delta V=\frac{-۰/۰۸}{+۴۰۰\times۱۰^{-۶}}=-۲\times۱۰^{۲}=-۲۰۰V$$

B ۲ ۱۵۱۰

بازی با سؤال در یک میدان الکتریکی یکنواخت ذره‌ای به جرم $۵mg$ و بار الکتریکی $-۸\mu C$ از نقطهٔ A با تندی $۸\sqrt{۵}m/s$ به سوی نقطهٔ B می‌رود. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب $-۴۰V$ و $+۶۰V$ باشد، هنگام رسیدن ذره به نقطهٔ B سرعت ذره چند m/s است؟ (از اثر گرانش صرف‌نظر شود.)

۱) ۸ ۲) $۸\sqrt{۱۰}$ ۳) ۱۶ ۴) $۱۶\sqrt{۱۰}$

پاسخ **خط فکری** 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 به‌دست می‌آوریم.

$$V_B-V_A=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow ۶۰-(-۴۰)=\frac{\Delta U}{-۸\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow \Delta U=-۸\times۱۰^{-۴}J$$

کار نیروی میدان الکتریکی در این جابه‌جایی خواهد شد:

$$\Delta U_E=-W_E\Rightarrow W_E=+۸\times۱۰^{-۴}J$$

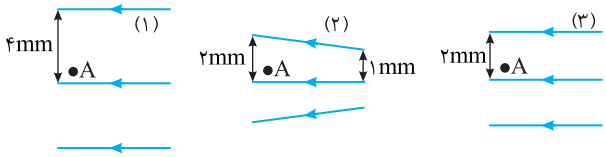
بنا به قانون کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_E=\Delta K\Rightarrow ۸\times۱۰^{-۴}=\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۶}[v_B^۲-(۸\sqrt{۵})^۲]$$

$$\Rightarrow ۳۲۰=v_B^۲-۳۲۰\Rightarrow v_B=۸\sqrt{۱۰}m/s$$

B ۲ ۱۵۱۴

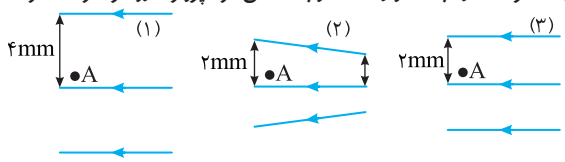
بازی با سؤال شکل‌های زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند. اگر در هر سه میدان، یک پروتون با تندی v از نقطهٔ A به سمت راست پرتاب کنیم پروتون در کدام حالت سریع‌تر متوقف خواهد شد؟ آزمون مدارس برتر



۱) در میدان شماره ۱
۲) در میدان شماره ۲
۳) در میدان شماره ۳
۴) در سه حالت پس از مدت زمانی برابر پروتون متوقف می‌شود.

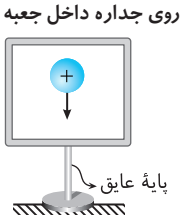
پاسخ **خط فکری** پروتون دارای بار مثبت است و در نقطهٔ A به سمت راست یعنی در خلاف جهت میدان پرتاب شده و میدان به آن نیرویی به سمت چپ وارد می‌کند که باعث کاهش سرعت پروتون می‌شود. هر چه این نیرو قوی‌تر باشد، پروتون سریع‌تر متوقف می‌شود بنابراین باید مشخص کرد در کدام شکل نیروی وارد بر پروتون قوی‌تر است. یعنی باید مشخص کنیم که میدان الکتریکی در کدام شکل قوی‌تر است.

با توجه به میدان‌ها، تراکم خطوط میدان در میدان شماره (۲) بیشتر است پس میدان قوی‌تر است و از آن‌جایی که $F=qE$ است پس نیروی بزرگ‌تری در خلاف جهت حرکت ذره به آن وارد شده و باعث می‌شود پروتون زودتر متوقف شود.



A ۳ ۱۵۳۱

بازی با سؤال مطابق شکل جعبهٔ نارسانای بدون باری در اختیار داریم. اگر گلوله‌ای فلزی که دارای بار الکتریکی مثبت است، روی جداره داخل جعبه قرار داده شود، بار مثبت، ..... قلم‌چی

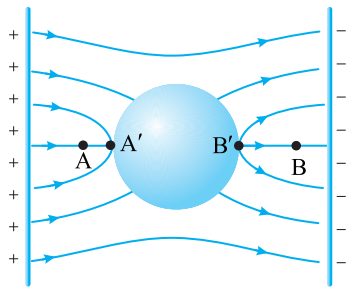


۱) در سطح داخلی جعبه پخش می‌شود.
۲) در سطح خارجی جعبه پخش می‌شود.
۳) در همان محل تماس باقی می‌ماند.
۴) در حجم جعبه پخش می‌شود.

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.

A ۱۵۴۴ ۳

بازی با سؤال جسم رسانایی را در میدان الکتریکی یکنواختی قرار می‌دهیم. پس از تعادل الکتروستاتیکی کدام گزینه در مورد مقایسهٔ پتانسیل و میدان در نقاط مختلف درست است؟



۱) $E_A=E_B=E_{B'}=E_{A'}$ ، $V_A>V_{A'}>V_{B'}>V_B$

۲) $E_A>E_{A'}>E_{B'}>E_B$ ، $V_A>V_{A'}=V_{B'}>V_B$

۳) $E_A>E_B$ ، $E_{A'}=E_{B'}$ ، $V_A>V_{A'}=V_{B'}>V_B$

۴) $E_A>E_B$ ، $E_{A'}=E_{B'}$ ، $V_A>V_{A'}>V_{B'}>V_B$

پاسخ پتانسیل نقاط درون رسانا باهم 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 $E_A>E_B$.

A ۱۵۴۵ ۱

بازی با سؤال ماهواره‌ای در اثر عبور از یکی از لایه‌های جو دارای بار الکتریکی $24\times10^{-10}C$ می‌شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع ۴۰cm است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره چند $\frac{\mu C}{cm^2}$ است؟ (از تجمع بار روی لبه‌ها چشم‌پوشی شود.)

از کتاب درسی

۱) $2/5\times10^{-7}$ ۲) 5×10^{-7} ۳) $2/5\times10^{-6}$ ۴) 5×10^{-6}

پاسخ یادآوری ریاضی یک مکعب به ضلع a دارای ۶ وجه مربعی به مساحت a^2 است، بنابراین سطح کل مکعب $A=6a^2$ است.

چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح ماهواره خواهد شد:

$$\sigma=\frac{Q}{A}\xrightarrow{Q=24\times10^{-10}C}\sigma=\frac{24\times10^{-10}\times10^{6}}{6(40)^2}$$

$$\sigma=\frac{24\times10^{-4}}{6\times(1600)}\Rightarrow\sigma=\frac{10^{-4}}{400}\Rightarrow\sigma=\frac{1}{4}\times10^{-6}\mu C/cm^2$$

$$\sigma=2/5\times10^{-7}\mu C/cm^2$$

A ۱۵۴۸ ۱

بازی با سؤال در هر میلی‌متر مربع از یک صفحهٔ رسانای فلزی بسیار بزرگ با بار منفی، تعداد 5×10^{5} الکترون بیشتر از زمانی که صفحه خنثی است وجود دارد. چگالی سطحی بار الکتریکی این صفحه چند $\mu C/m^2$ است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) ۰/۰۸ ۲) 8×10^{-8} ۳) 4×10^{-6} ۴) ۰/۰۴

پاسخ ابتدا مقدار بار در هر mm^2 را به‌دست می‌آوریم:

$$q=ne\Rightarrow q=5\times10^{5}\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow q=8\times10^{-14}C$$

چگالی سطحی بار خواهد شد:

$$\sigma=\frac{Q}{A}\Rightarrow\sigma=\frac{8\times10^{-14}}{10^{-6}}\Rightarrow\sigma=8\times10^{-8}C/m^2\Rightarrow\sigma=0/08\mu C/m^2$$

B ۱۵۵۲ ۱

بازی با سؤال کره‌ای رسانا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر 10^{13} الکترون به این کره بدهیم، بدون تغییر علامت بار، چگالی سطحی آن ٪۲۰ تغییر می‌کند. بار اولیهٔ این کره چند میکروکولن است؟

۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۴ ۴) ۱۲

پاسخ دقت کنید بار اولیه کره مثبت بوده و با دادن الکترون به آن بار کره کاهش می‌یابد. در نتیجه چگالی سطحی کره نیز کاهش می‌یابد.

ابتدا مقدار بار 10^{13} الکترون را حساب می‌کنیم.

$$\Delta Q=-ne=-10^{13}\times1/6\times10^{-19}=-1/6\times10^{-6}C$$

بار نهایی کره خواهد شد:

$$Q_2=Q_1-1/6\times10^{-6}C$$

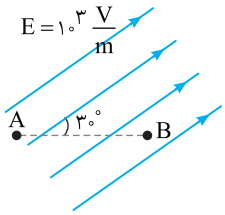
با توجه به فرض مسئله، چگالی سطحی بار الکتریکی کره ٪۲۰ کاهش یافته است.

$$\sigma_2=\sigma_1-20\%\sigma_1\Rightarrow\sigma_2=0/8\sigma_1\Rightarrow\frac{Q_2}{A}=0/8\frac{Q_1}{A}\Rightarrow Q_1-1/6\times10^{-6}=0/8Q_1$$

$$\Rightarrow0/2Q_1=1/6\times10^{-6}\Rightarrow Q_1=+8\times10^{-6}C\Rightarrow Q_1=8\mu C$$

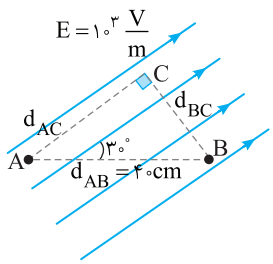
B ۱۵۶۷ ۱

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B $(AB=40cm)$ در میدان الکتریکی یکنواخت E چند ولت است؟



۱) $2\sqrt{3}\times10^{2}$ ۲) 4×10^{2} ۳) 2×10^{2} ۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}\times10^{2}$

پاسخ به شکل نگاه کنید، خط BC بر خطوط میدان عمود است و تمام نقاط واقع بر خط عمود بر خطوط میدان دارای پتانسیل الکتریکی یکسان هستند. بنابراین اختلاف پتانسیل V_A-V_C با اختلاف پتانسیل V_A-V_B برابر است.



فاصلهٔ AC را از روی شکل به‌دست می‌آوریم:

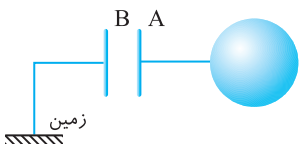
$$\text{در مثلث ABC}:\cos30^\circ=\frac{AC}{AB}\Rightarrow\frac{\sqrt{3}}{2}=\frac{AC}{40}\Rightarrow AC=20\sqrt{3}cm$$

اکنون می‌توان ΔV_{AB} را به‌دست آورد.

$$|\Delta V_{AB}|=|\Delta V_{AC}|=Ed_{AC}\Rightarrow|\Delta V_{AB}|=10^{3}\times\frac{20\sqrt{3}}{100}=2\sqrt{3}\times10^{2}V/m$$

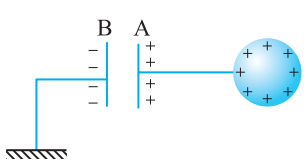
B ۱۵۶۹ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل، کره و صفحهٔ 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 صفحهٔ رسانای B چگونه تغییر می‌کند؟

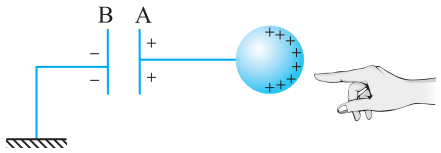


۱) تغییر نمی‌کند.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد یا بدون تغییر می‌ماند.

پاسخ مقدار بار القا شده در صفحهٔ B برابر بار موجود در صفحهٔ 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 صفحهٔ A کاسته می‌شود. بنابراین مقدار بار القا شده روی صفحهٔ B نیز کاهش می‌یابد.



A ۱۵۸۹ ۴

بازی با سؤال مساحت صفحات خازن تختی را که دی‌الکتریک آن هواست، نصف و فاصلهٔ بین دو صفحه آن را ۳ برابر می‌کنیم. اگر فضای بین دو صفحه را با دی‌الکتریک به ثابت ۴/۵ پُر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟ قلم‌چی

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

پاسخ بنابر رابطهٔ ظرفیت خازن داریم:

$$C=\kappa\varepsilon_{\circ}\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{\kappa_۲}{\kappa_۱}\times\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{d_۱}{d_۲}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=۴/۵\times\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۳}=\frac{۳}{۴}$$

A ۱۵۹۰ ۲

بازی با سؤال اختلاف پتانسیل دو سر خازنی ۶V است. برای آن‌که میدان الکتریکی بین صفحات آن ۱۵٪ افزایش یابد، اختلاف پتانسیل دو سر آن باید چند ولت شود؟

۱) ۷/۵ ۲) ۶/۹ ۳) ۴/۵ ۴) ۵/۱

پاسخ با توجه به رابطهٔ $E=V/d$، اگر بخواهیم میدان الکتریکی بین صفحات خازن افزایش یابد، باید ولتاژ دو سر آن را افزایش دهیم. با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$\text{درصد تغییرات میدان}=\frac{\Delta E}{E_۱}\times۱۰۰\Rightarrow\frac{E_۲-E_۱}{E_۱}=\frac{۱۵}{۱۰۰}\Rightarrow\frac{\frac{V_۲}{d}-\frac{V_۱}{d}}{\frac{V_۱}{d}}=\frac{۱۵}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow\frac{V_۲-۶}{۶}=\frac{۱۵}{۱۰۰}\Rightarrow V_۲=۶/۹V$$

A ۱۶۰۲ ۳

بازی با سؤال خازنی به منبع برق ۲۰۰ ولت وصل است. اگر انرژی ذخیره شده در آن ۱/۸J باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ خارج تجربی - ۹۳

۱) ۲۷ ۲) ۳۶ ۳) ۹۰ ۴) ۱۸۰

پاسخ **یادآوری** انرژی ذخیره شده در خازن دارای سه رابطهٔ زیر است:

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲,\ U=\frac{Q^۲}{۲C},\ U=\frac{۱}{۲}QV$$

در حل این مسئله با توجه به داشتن ولتاژ دو سر خازن و مجهول بودن ظرفیت خازن می‌توان نوشت:

$$U=\frac{۱}{۲}CV^۲\Rightarrow۱/۸=\frac{۱}{۲}\times C\times(۲۰۰)^۲\Rightarrow C=۹۰\mu F$$

A ۱۶۰۸ ۳

بازی با سؤال چند درصد انرژی خازنی را تخلیه کنیم تا اختلاف پتانسیل بین صفحات آن نصف شود؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۵۰

پاسخ **خط فکری** با توجه به اینکه ظرفیت الکتریکی خازن مقداری ثابت است، با استفاده از رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}CV^۲$، نسبت انرژی‌های ذخیره شده در خازن را در دو حالت اولیه و ثانویه به‌دست آورده و با توجه به آن درصد تغییرات انرژی ذخیره شده در خازن را محاسبه می‌کنیم.

ولتاژ دو سر خازن نصف شده است. $V_۲=\frac{۱}{۲}V_۱$

نسبت انرژی در حالت دوم $U_۲$ به حالت اول $U_۱$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{\frac{۱}{۲}CV_۲^۲}{\frac{۱}{۲}CV_۱^۲}\Rightarrow\frac{U_۲}{U_۱}=\frac{(\frac{۱}{۲}V_۱)^۲}{V_۱^۲}=\frac{\frac{۱}{۴}V_۱^۲}{V_۱^۲}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow U_۲=\frac{۱}{۴}U_۱$$

تغییرات انرژی خواهد شد: $\Delta U=U_۲-U_۱=\frac{۱}{۴}U_۱-U_۱\Rightarrow\Delta U=\frac{-۳}{۴}U_۱$

درصد تغییرات را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییرات انرژی}=\frac{\Delta U}{U_۱}\times۱۰۰=-\frac{۳}{۴}\times۱۰۰=-۷۵٪$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش یا همان تخلیهٔ انرژی ذخیره شده در خازن است.

B ۱۶۰۹ ۲

بازی با سؤال ظرفیت خازنی ۲۲μF است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می‌یابد. بار اولیهٔ آن چند میکروکولن است؟ خارج ریاضی - ۸۶

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲×۱۰^{-۲} ۴) ۴×۱۰^{-۲}

پاسخ برای مقایسهٔ انرژی ذخیره شده در حالت‌های اولیه و ثانویهٔ این خازن از رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}$ استفاده می‌کنیم. با معلوم بودن ظرفیت الکتریکی خازن و تفاوت انرژی‌های ذخیره شده در خازن می‌توانیم بنویسیم:

$$C=۲۲\mu F,\ Q_۲=Q_۱+\frac{۲۰}{۱۰۰}Q_۱=۱/۲Q_۱,\ U_۲=U_۱+۱۶\mu J$$

$$U_۱=\frac{۱}{۲}\frac{Q_۱^۲}{C}\Rightarrow U_۱=\frac{۱}{۲}\times\frac{Q_۱^۲}{۲۲}=\frac{Q_۱^۲}{۴۴},\ U_۲=\frac{۱}{۲}\frac{Q_۲^۲}{C}\Rightarrow U_۲=\frac{۱}{۲}\times\frac{(۱/۲Q_۱)^۲}{۲۲}=\frac{۱/۴۴Q_۱^۲}{۴۴}$$

$$U_۲-U_۱=۱۶\mu J\Rightarrow\frac{۱/۴۴Q_۱^۲}{۴۴}-\frac{Q_۱^۲}{۴۴}=۱۶\Rightarrow\frac{۰/۴۴Q_۱^۲}{۴۴}=۱۶$$

$$\Rightarrow Q_۱^۲=\frac{۱۶\times۴۴}{۰/۴۴}=۱۶۰۰\Rightarrow Q_۱=۴۰\mu C$$

B ۱۶۱۴ ۱

بازی با سؤال ظرفیت خازنی ۷ میکروفاراد و بار الکتریکی آن ۲۷μC است. اگر بار الکتریکی +q را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه ۸J زیاد می‌شود. q چند میکروکولن است؟ ریاضی - ۹۹

۱) ۲
۲) ۵۶
۳) ۵۸
۴) گزینه (۱) و (۲) درست است.

پاسخ بـار هر صفحه $۲۷\mu C$ اسـت پـس بار صفحه منفـی $-۲۷\mu C$ و بار صفحه مثبت $+۲۷\mu C$ می‌باشـد. با کندن بار $+q$ از صفحه منفی بار صفحه منفـی $-۲۷-q$ و با اضافه شـدن بار $+q$ بـه صفحه مثبت بـار آن، $+۲۷+q$ می‌شود.

$$\left.\begin{aligned}U_۱&=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}\\U_۲&=\frac{۱}{۲}\frac{(Q+q)^۲}{C}\end{aligned}\right\}\Rightarrow U_۲-U_۱=\frac{۱}{۲}\frac{(Q+q)^۲}{C}-\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}$$

$$=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{C}\left((Q+q)^۲-Q^۲\right)=۸J$$

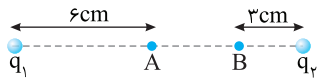
$$(Q+q)^۲-Q^۲=۱۱۲\mu C\Rightarrow ۲\times ۲۷\times q+q^۲=۱۱۲\Rightarrow q^۲+۵۴q-۱۱۲=۰$$

$$\Rightarrow(q+۵۶)(q-۲)=۰\Rightarrow\begin{cases}q=+۲\mu C\\q=-۵۶\mu C\end{cases}$$

چون بار q مثبت است پس بار $q=+۲\mu C$ می‌باشد.

B ۲ ۱۶۳۷

بازی با سؤال ۱۱ دو بـار الکتریکـی نقطه‌ای $q_۱=۸\mu C$ و $q_۲=۲\mu C$ در فاصلهٔ ۱۲cm از یکدیگر قرار گرفته‌اند. یک بار نقطه‌ای منفی را بین دو بار $q_۱$ و $q_۲$ مطابق شـکل زیر، با سـرعت ثابت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه تغییر می‌کند؟ قلم‌چی



۱) افزایش می‌یابد.

۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

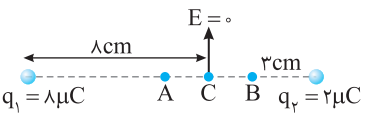
۳) کاهش می‌یابد.

۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

پاسخ می‌دانیـم که هر گاه بـار منفی در جهت میـدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسـیل 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 فاصلهٔ A تا B جهت میدان چگونه است.

ابتدا محلی را که میدان در آن صفر می‌شود، به‌دست می‌آوریم:

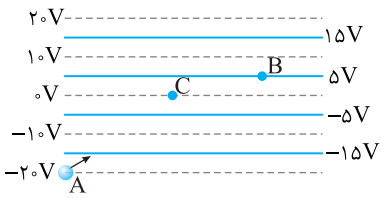
$$E_۱=E_۲\Rightarrow k\frac{q_۱}{x^۲}=k\frac{q_۲}{(۱۲-x)^۲}\Rightarrow\frac{۸}{x^۲}=\frac{۲}{(۱۲-x)^۲}\Rightarrow ۲۴-۲x=x\Rightarrow x=۸cm$$



در فاصلهٔ ۸cm از بار $q_۱$ میدان الکتریکی صفر است. بنابراین میدان در نقطهٔ C که بین نقاط A و B قرار دارد، صفر اسـت. از A تا C میدان $E_۱$ بزرگ‌تر اسـت و جهت میدان برایند به سـمت راست است و بار منفی از A تا C در جهت میدان در حرکت است و بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حال افزایش است. از C تا B میدان $E_۲$ بزرگ‌تر و برایند میدان به سمت چپ است و بار منفی در خلاف جهت میدان در حرکت بوده و انرژی پتانسیل آن در حال کاهش است.

C ۳ ۱۶۳۷

بازی با سؤال ۱۹ در شـکل زیر پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف یک میدان الکتریکی یکنواخت مشخص شده است. اگر ذره‌ای به جرم ۵g و بار $۲۵۰\mu C$ با سـرعت $۲m/s$ از نقطه A وارد میدان شـود و از نقاط B و C بگذرد، نسبت سرعت در نقطه C به سرعت در نقطه B برابر با کدام گزینه است؟ قلم‌چی



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

پاسخ قانون پایستگی انرژی را برای دو نقطه C و B می‌نویسیم.

$$E_A=E_C\Rightarrow\Delta K_{AC}+\Delta U_{AC}=۰\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_C^۲-v_A^۲)+q(V_C-V_A)=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}\times(v_C^۲-۴)+۲۵۰\times۱۰^{-۶}\times(۰-(-۲۰))=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}(۴-v_C^۲)=۲۵۰\times۱۰^{-۶}(۲۰)\Rightarrow v_C^۲=۲\Rightarrow v_C=\sqrt{۲}m/s$$

$$E_A=E_B\Rightarrow\Delta K_{AB}+\Delta U_{AB}=۰\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_B^۲-v_A^۲)+q(V_B-V_A)=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}(v_B^۲-۴)+۲۵۰\times۱۰^{-۶}(۵-(-۲۰))=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}(۴-v_B^۲)=۲۵۰\times۱۰^{-۶}\times۲۵\Rightarrow۴-v_B^۲=۲/۵\Rightarrow v_B=\sqrt{۱/۵}$$

بنابراین نسبت سرعت بار در نقطه‌های C و B برابر است با:

$$\frac{v_C}{v_B}=\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۱/۵}}=\sqrt{\frac{۲}{۱/۵}}=\sqrt{\frac{۲۰}{۱۵}}=\sqrt{\frac{۴}{۳}}=\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$$

فصل هفتم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

A ۱۶۳۹ ۴

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 گزینهٔ (۴) سرعت سوق و میدان در خلاف جهت هم بیان شده‌اند.

A ۱۶۴۱ ۳

بازی با سؤال با توجه به اینکه اندازهٔ بار الکتریکی هر الکترون برابر $1/6\times10^{-19}C$ 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) $6/25\times10^{23}$ ۲) $1/6\times10^{19}$ ۳) $6/25\times10^{18}$ ۴) $1/6\times10^{20}$

پاسخ بار گذرنده از هر مقطع مدار با جریان ۱A در مدت ۱s برابر است با:

$$q=It\Rightarrow q=1\times1=1C$$

تعداد الکترون‌های گذرنده از هر مقطع مدار خواهد شد.

$$q=ne\Rightarrow1=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=6/25\times10^{18}\ \text{الکترون}$$

A ۱۶۴۶ ۲

بازی با سؤال بار شارش‌شده در هر مقطع از یک سیم حامل جریان برحسب زمان در SI به صورت $q=at+10$ است. اگر جریان متوسط عبوری از سیم در یک بازهٔ زمانی دلخواه Δt برابر ۵A باشد، a کدام است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵

۳) ۷/۵ ۴) مقدار بازهٔ زمانی Δt باید مشخص باشد.

پاسخ ابتدا و انتهای بازهٔ زمانی Δt را به ترتیب t_1 و t_2 در نظر می‌گیریم. بنابراین:

$$\begin{cases}q_1=at_1+10\\q_2=at_2+10\end{cases}\Rightarrow\Delta q=(at_2+10)-(at_1+10)\Rightarrow\Delta q=at_2-at_1=a(t_2-t_1)$$

جریان متوسط برابر ۵A است، بنابراین:

$$\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow5=\frac{a(t_2-t_1)}{t_2-t_1}\Rightarrow a=5$$

A ۱۶۴۷ ۲

بازی با سؤال دو کرهٔ 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 کرهٔ 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 مشابه‌بودن دو کرهٔ فلزی داریم:

$$q'_A=q'_B=\frac{q_A+q_B}{2}\Rightarrow q'_A=q'_B=\frac{-2+6}{2}=2nC$$

بار کرهٔ A از $-2nC$ به $2nC$ رسیده یعنی باری که به وسیلهٔ سیم شارش شده برابر است با:

$$\Delta q=q'_A-q_A\Rightarrow\Delta q=2-(-2)=4nC$$

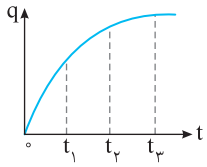
در این صورت جریان متوسط شارش شده برابر خواهد بود با:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow I=\frac{4\times10^{-9}}{10^{-6}}=4\times10^{-3}A=4mA$$

راستی اگه جهت جریان خواسته شده بود جهت جریان خلاف جهت شارش الکترونه و چون بار کرهٔ A منفی بوده و بعد مثبت شده پس الکترون از کرهٔ A به کرهٔ B رفته و جهت جریان از کرهٔ B به کرهٔ A است.

A ۱۶۴۸ ۴

بازی با سؤال در نمودار $q-t$ روبه‌رو در کدام بازه زمانی جریان متوسط بیشتر است؟



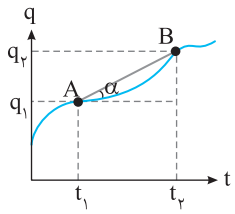
۱) ۰ تا t_2

۲) t_1 تا t_2

۳) t_2 تا t_3

۴) ۰ تا t_1

پاسخ **خط فکری** به نمودار $q-t$ شکل روبه‌رو نگاه کنید.

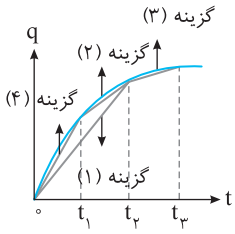


مشخص است که شیب خط بین دو نقطهٔ A و B در نمودار $q-t$ برابر جریان الکتریکی متوسط است:

$$\tan\alpha=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{q_2-q_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$$

جریان متوسط برابر است با $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ که در واقع همان شیب خط بین دو لحظه در نمودار $q-t$ می‌باشد، بنابراین بین هر دو لحظه که شیب نمودار بیشتر باشد، جریان متوسط بین آن دو لحظه بیشتر خواهد بود.

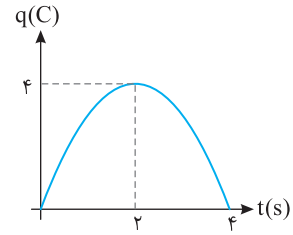
بین لحظه‌های بیان شده خطوط را رسم می‌کنیم.



با توجه به شکل در بازهٔ ۰ تا t_1 شیب خط رسم شده از شیب بقیهٔ خطوط بیشتر است، بنابراین جریان متوسط در بازهٔ ۰ تا t_1 بیشترین مقدار است.

B ۱۶۴۹ ۱

بازی با سؤال نمودار بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع یک مدار بر حسب زمان، مطابق سهمی شکل زیر است. در بازهٔ زمانی $t=1s$ تا $t=3s$ جریان الکتریکی متوسط عبوری از مدار چند آمپر است؟



۱) صفر ۲) ۲

۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ در صورت سؤال گفته شده که نمودار سهمی است $(y=ax^2+bx+c)$. چون محور قائم تابع (y‌ها) برابر q و محور افقی (xها) برابر با t است، داریم:

$$q=at^2+bt+c\Rightarrow\begin{cases}t=0,q=0\Rightarrow0=a(0)^2+b(0)+c\Rightarrow c=0 & (1)\\ t=2,q=4\Rightarrow4=a(2)^2+b(2)+0\Rightarrow4=4a+2b & (2)\\ t=4s,q=0\Rightarrow0=a(4)^2+b(4)+0 \text{ با توجه به تقارن سهمی}\\ \Rightarrow0=16a+4b & (3)\end{cases}$$

$$(2),(3)\Rightarrow a=-1,b=4$$

بنابراین تابع q برحسب t برابر است با: $q=-t^2+4t$

حال جریان الکتریکی متوسط در بازهٔ زمانی $t=1s$ تا $t=3s$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{-(3)^2+4(3)-(-(1)^2+4(1))}{3-1}=\frac{-9+12-3}{2}=\frac{0}{2}=0$$

A ۳ ۱۶۵۱

بازی با سؤال یک مقاومت ۱۰Ω 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؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) 10^{19} ۲) 10^{17} ۳) 10^{20} ۴) 10^{18}

پاسخ با استفاده از قانون اهم داریم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow I=\frac{V}{R}=\frac{5}{10}=0/5A\ ,\ q=It\Rightarrow q=0/5\times32C$$

$$q=ne\Rightarrow 0/5\times32=n\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow n=\frac{0/5\times32}{1/6}\times10^{+19}=10\times10^{19}\Rightarrow n=10^{+20}$$

A ۱ ۱۶۵۳

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 ۱/۵ 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:

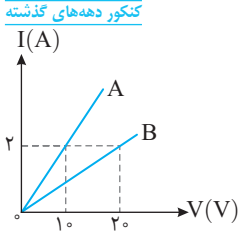
$$\begin{cases} R=\frac{V_1}{I_1}\Rightarrow R=\frac{28}{I_1} \\ R=\frac{V_2}{I_2}\Rightarrow R=\frac{40}{I_2} \end{cases}\Rightarrow \frac{28}{I_1}=\frac{40}{I_2}\xrightarrow{I_2=I_1+1/5}\frac{7}{I_1}=\frac{10}{I_1+1/5}$$

$$\Rightarrow 7I_1+10/5=10I_1\Rightarrow 3I_1=10/5\Rightarrow I_1=3/5A$$

اکنون می‌توان مقاومت اهمی را به‌دست آورد: $R=\frac{28}{3/5}=8\Omega$

A ۱ ۱۶۵۶

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؟ کنکور دهه‌های گذشته



۱) ۲
۲) ۵
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{1}{5}$

پاسخ مقاومت A و مقاومت B با توجه به نمودار خواهد شد:

$$R_A=\frac{V_A}{I}\Rightarrow R_A=\frac{10}{2}=5\Omega\ ,R_B=\frac{V_B}{I}\Rightarrow R_B=\frac{20}{2}=10\Omega$$

بنابراین: $\frac{R_B}{R_A}=\frac{10}{5}=2$

البته از همان ابتدا می‌توانستیم بگوییم چون در جریان یکسان ۲A ولتاژ B دو برابر ولتاژ A شده است، بنابراین $\frac{R_B}{R_A}=2$

B ۳ ۱۶۵۸

بازی با سؤال معادلهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانای اهمی به مقاومت ۳Ω برحسب زمان در SI به‌صورت $V=3t^2-12$ است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، جریان عبوری از رسانا برابر با ۵ آمپر می‌شود؟ (دما ثابت فرض شود.) قلم‌چی

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: $V=IR\Rightarrow V=5\times3\Rightarrow V=15V$

اکنون به کمک معادله ولتاژ برحسب زمان $V=3t^2-12$ ، لحظه‌ای که اختلاف پتانسیل برابر ۱۵V است را به‌دست می‌آوریم.

$$V=3t^2-12\xrightarrow{V=15V}15=3t^2-12\Rightarrow27=3t^2\Rightarrow9=t^2\Rightarrow t=3s$$

A ۱ ۱۶۶۱

بازی با سؤال مقاومت ویژهٔ سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژهٔ سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این سیم‌ها باهم برابر باشند، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم B است؟ خارج ریاضی -۹۳

۱) $\sqrt{3}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) ۹

پاسخ با توجه به رابطهٔ میانبر می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^2$$

$$\xrightarrow[L_A=L_B]{\rho_A=3\rho_B\ ,R_A=R_B}1=3\times1\times(\frac{D_B}{D_A})^2\Rightarrow\frac{D_B}{D_A}=\frac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\frac{D_A}{D_B}=\sqrt{3}$$

B ۴ ۱۶۶۲

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

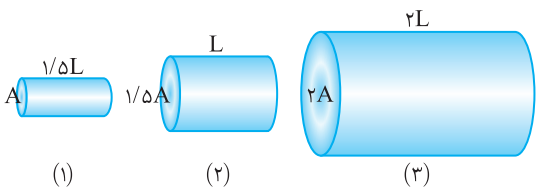
۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

پاسخ با توجه به رابطهٔ نسبی ساختمان مقاومت خواهیم داشت:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^2=1\times2\times(2)^2=8$$

B ۲ ۱۶۶۴

بازی با سؤال در شکل زیر سه سیم هم‌جنس هستند. اگر هر یک از آن‌ها را به اختلاف پتانسیل معینی وصل کنیم، کدام گزینه در مورد تعداد الکترون عبوری از سیم‌ها در یک بازهٔ زمانی یکسان درست است؟



۱) $n_1=2/25n_2=1/5n_3$
۲) $n_1=\frac{4}{9}n_2=\frac{2}{3}n_3$
۳) $n_2=2/25n_1=1/5n_3$
۴) $n_2=\frac{4}{9}n_1=\frac{2}{3}n_3$

پاسخ **خط فکری** ولتاژها یکسان هستند، بنابراین مقاومت کوچک‌تر

با توجه به قانون اهم $R=\frac{V}{I}$ ، جریان بیشتری دارد. با توجه به رابطهٔ $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

هر چه جریان عبوری از سیم بیشتر باشد بار شارش شده از آن بیشتر و تعداد الکترون‌های عبوری از سطح مقطع آن بیشتر است. باید نسبت مقاومت‌ها را دو به دو به‌دست آورد تا نسبت جریان‌ها دو به دو به دست آید و به کمک آن نسبت تعداد الکترون‌های عبوری حساب شود.

۱ ابتدا مقاومت سه سیم را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow(R_۱=\rho\frac{۱/۵L}{A}\ ,\ R_۲=\rho\frac{L}{۱/۵A},R_۳=\rho\frac{۲L}{۲A})$$

$$\frac{R_۱}{R_۲}=\frac{\rho\frac{۱/۵L}{A}}{\rho\frac{L}{۱/۵A}}\Rightarrow R_۱=۲/۲۵R_۲\ ,\ (۱),\frac{R_۲}{R_۳}=\frac{\frac{L}{۱/۵A}}{\rho\frac{۲L}{۲A}}\Rightarrow R_۳=۱/۵R_۲\quad(۲)$$

$$\frac{R_۱}{R_۳}=\frac{\rho\frac{۱/۵L}{A}}{\rho\frac{۲L}{۲A}}\Rightarrow R_۱=۱/۵R_۳\quad(۳)$$

با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲) و (۳) می‌توان نوشت: $R_۱=۱/۵R_۳=۲/۲۵R_۲$

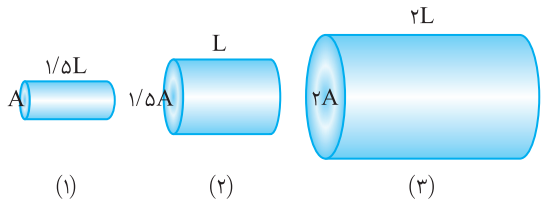
۲ چون هر سه مقاومت را به یک اختلاف پتانسیل وصل کرده‌ایم، با توجه به قانون اهم $R=\frac{V}{I}$ می‌توان نوشت:

$$R_۱=۱/۵R_۳=۲/۲۵R_۲\Rightarrow\frac{V}{I_۱}=۱/۵\frac{V}{I_۳}=۲/۲۵\frac{V}{I_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{I_۱}=\frac{۱/۵}{I_۳}=\frac{۲/۲۵}{I_۲}\Rightarrow I_۱=\frac{I_۳}{۱/۵}=\frac{I_۲}{۲/۲۵}$$

۳ با توجه به رابطهٔ $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ و $q=ne$ می‌توان به جای جریان در رابطهٔ بالا $\frac{ne}{\Delta t}$ را قرار داد:

$$\frac{n_۱e}{\Delta t}=\frac{n_۳e}{۱/۵\Delta t}=\frac{n_۲e}{۲/۲۵\Delta t}\xrightarrow{\text{بازهٔ زمانی یکسان}}n_۱=\frac{n_۳}{۱/۵}=\frac{n_۲}{۲/۲۵}\Rightarrow n_۱=\frac{۲}{۳}n_۳=\frac{۴}{۹}n_۲$$

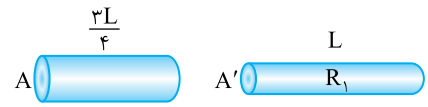


B ۱۶۷۱ ۱

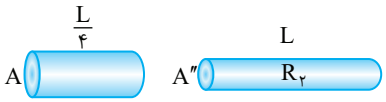
بازی با سوال سیمی به طول L را به نسبت ۱ به ۳ می‌بریم. سیم بزرگ‌تر را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم طول آن برابر طول اولیه (L) شود، در این حالت مقاومت سیم $R_۱$ می‌شود. سیم کوچک‌تر را از دستگاه عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم، طول آن به طول اولیه (L) برسد، در این حالت مقاومت سیم $R_۲$ می‌شود. $\frac{R_۲}{R_۱}$ کدام است؟

۱) ۳ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

پاسخ سیم به نسبت ۱ و ۳ تقسیم شده بنابراین طول سیم بزرگ‌تر $\frac{۳}{۴}L$ و طول سیم کوچک‌تر برابر $\frac{L}{۴}$ می‌شود. در هر دو حالت گفته شده سیم‌ها کشیده شده‌اند و جرم تغییر نکرده بنابراین:



$$A_۱L_۱=A_۲L_۲\Rightarrow\begin{cases}A\times\frac{۳L}{۴}=A'\times L\Rightarrow A'=\frac{۳}{۴}A\\ A\times\frac{L}{۴}=A''L\Rightarrow A''=\frac{۱}{۴}A\end{cases}$$



هر دو سیم هم‌جنس و هم‌طول‌اند، بنابراین:

$$\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho\frac{L}{A''}}{\rho\frac{L}{A'}}=\frac{\rho\frac{۴L}{A}}{\rho\frac{۴L}{۳A}}=۳$$

B ۱۶۷۴ ۱

بازی با سوال جرم دو سیم مسی A و B با هم برابر است ولی قطر مقطع سیم A، $\sqrt{۲}$ برابر قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر ۱۰Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟ ریاضی - ۹۰

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۰

پاسخ جرم دو سیم برابر است و دو سیم هم‌جنس‌اند، بنابراین حجم آن‌ها برابر است. با توجه به اینکه قطر A، $\sqrt{۲}$ برابر قطر B است نسبت سطح مقطع‌ها را حساب می‌کنیم.

$$D_A=\sqrt{۲}D_B\xrightarrow{A=\pi\frac{D^۲}{۴}}A_A=۲A_B$$

$$\xrightarrow[V_A=V_B]{V=AL}A_AL_A=A_BL_B\Rightarrow L_A=\frac{۱}{۲}L_B$$

با توجه به رابطه ساختمانی مقاومت خواهیم داشت:

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{\rho_B\frac{L_B}{A_B}}{\rho_A\frac{L_A}{A_A}}=\frac{L_B}{L_A}\times\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{۱۰}{R_A}=۲\times۲\Rightarrow R_A=۲/۵\Omega$$

B ۱۶۷۵ ۱

بازی با سوال دو سیم هم‌طول A و B در یک دمای معین دارای مقاومت الکتریکی یکسانی هستند. اگر چگالی A و B به‌ترتیب $۱۸g/cm^۳$ و $۵/۴g/cm^۳$ و مقاومت ویژهٔ A، $\frac{۱}{۳}$ برابر مقاومت ویژهٔ B باشد، جرم سیم A چند برابر جرم سیم B است؟

۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۵}{۹}$ ۳) $\frac{۹}{۱۰}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

پاسخ با توجه به رابطه $R=\rho\frac{L}{A}$ برای دو سیم A و B داریم:

$$\begin{cases}R_A=\rho_A\frac{L_A}{A_A}\\ R_B=\rho_B\frac{L_B}{A_B}\end{cases}\xrightarrow[R_A=R_B]{L_A=L_B}\rho_A\frac{L_A}{A_A}=\rho_B\frac{L_B}{A_B}\Rightarrow\frac{A_A}{A_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}$$

$$\xrightarrow{\frac{\rho_A=۳}{\rho_B}}\frac{A_A}{A_B}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow A_B=۳A_A$$

حال با توجه به رابطهٔ چگالی $\rho=\frac{m}{V}$ داریم:

$$\begin{cases}\rho_A=\frac{m_A}{V_A}\\ \rho_B=\frac{m_B}{V_B}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۱۸}{۵/۴}\Rightarrow\frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}}=\frac{۱۸}{۵/۴}\Rightarrow\frac{m_A}{m_B}\times\frac{V_B}{V_A}=\frac{۱۸}{۵/۴}$$

$$\Rightarrow\frac{m_A}{m_B}\times\frac{A_BL_B}{A_AL_A}=\frac{۱۸}{۵/۴}\xrightarrow[L_A=L_B]{A_B=۳A_A}\frac{m_A}{m_B}\times۳=\frac{۱۸}{۵/۴}\Rightarrow\frac{m_A}{m_B}=\frac{۱۰}{۹}$$

۱ ۱۶۷۶ 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؟ $(\rho=2\times10^{-7}\Omega.m)$ آزمون مدارس برتر

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ ابتدا سطح مقطع سیم را حساب می‌کنیم.

$$A=\pi r^2 \xrightarrow{r=10^{-3}m} A=\pi(10^{-3})^2 \Rightarrow A=\pi\times10^{-6}m^2$$

طول سیم را به کمک رابطهٔ ساختمانی مقاومت به‌دست می‌آوریم:

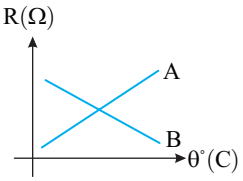
$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow 2=2\times10^{-7}\frac{L}{\pi\times10^{-6}}\Rightarrow L=10\pi\ m$$

طول سیم برابر حاصل‌ضرب تعداد دورهای سیم در محیط یک حلقه است از این‌رو:

$$L=n(2\pi R)\xrightarrow{R=0/1m}10\pi=n(2\pi\times0/1)\Rightarrow n=50$$

۲ ۱۶۷۸ 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.

۴ ۱۶۷۹ A

بازی با سؤال مقاومت یک سیم فلزی در دمای ۲۰°C برابر ۴۰Ω است. از سیم جریان الکتریکی عبور می‌کند و در اثر افزایش دما، مقاومت الکتریکی آن به ۴۶/۸Ω می‌رسد. دمای سیم در این حالت، چند درجهٔ سلسیوس شده است؟ $(\alpha_{مس}=0/0068K^{-1})$

۱) ۲۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۴۵

پاسخ با توجه به رابطهٔ دمایی مقاومت می‌توان نوشت:

$$\Delta R=R_1\alpha\Delta\theta\Rightarrow 6/8=40\times0/0068\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=25^\circ C$$

$$\xrightarrow{25=\theta_2-\theta_1}25=\theta_2-20$$

دمای نهایی برابر خواهد شد با: $\theta_2=45^\circ C$

۴ ۱۶۸۳ B

بازی با سؤال دمای یک سیم رسانا را ۶۰°C افزایش می‌دهیم، مقاومت الکتریکی آن ۱۸ درصد افزایش می‌یابد. ضریب دمایی مقاومت در SI کدام است؟

۱) $1/5\times10^{-3}$ ۲) 2×10^{-3} ۳) $2/5\times10^{-3}$ ۴) 3×10^{-3}

پاسخ با توجه به رابطهٔ دمایی مقاومت خواهیم داشت.

$$\Delta R=R_1\alpha\Delta\theta\xrightarrow{\Delta R=0/18R_1}0/18R_1=R_1\alpha(60)$$

$$\Rightarrow\alpha=\frac{0/18}{60}=3\times10^{-3}K^{-1}$$

۱ ۱۶۹۰ B

بازی با سؤال مقاومت ۲ متر از سیم مسی در دمای ۱۲۰°C برابر ۴۲Ω است. مقاومت ۴m از همان سیم در دمای ۲۰°C چند اهم است؟

۱) ۶۰ ۲) ۷۰ ۳) ۳۰ ۴) ۵۶

پاسخ ۱ مقاومت الکتریکی با طول رسانا نسبت مستقیم دارد و از این‌رو وقتی مقاومت ۲m از سیم ۴۲Ω است مقاومت ۴m از سیم برابر ۲×۴۲=۸۴Ω است.

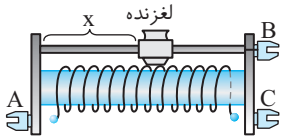
۲ به کمک رابطهٔ دمایی مقاومت را در دمای ۲۰°C به‌دست می‌آوریم:

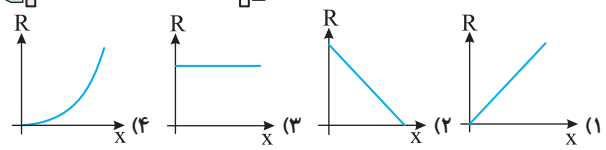
$$R=R_0(1+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow 84=R_0(1+4\times10^{-3}\times100)$$

$$84=R_0(1/4)\Rightarrow R_0=60\Omega$$

۳ ۱۶۹۲ B

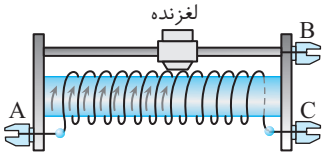
بازی با سؤال در رئوستای زیر، اگر ورودی سیم A و خروجی سیم C باشد، کدام نمودار مقاومت بر حسب فاصله لغزنده از ورودی می‌باشد؟





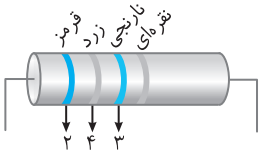
پاسخ اگر اتصال‌ها A و C باشند، لغزنده از مسیر خارج می‌شود و مقاومت رئوستا ثابت و بیشینه مقدار است.

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.



۲ ۱۶۹۴ B

بازی با سؤال با توجه به شکل روبه‌رو اختلاف بیشینه و کمینه مقدار مقاومت چند اهم می‌تواند باشد؟ (کد رنگ‌های قرمز، زرد و نارنجی به ترتیب ۲، ۴ و ۳ می‌باشد.)



۱) $2/4\times10^3$ ۲) $4/8\times10^3$
۳) $2/4\times10^2$ ۴) $4/8\times10^2$

پاسخ ابتدا مقدار مقاومت را با توجه به جدول به‌دست می‌آوریم:

$$\overline{R=ab}\times10^n=24\times10^3\Omega$$

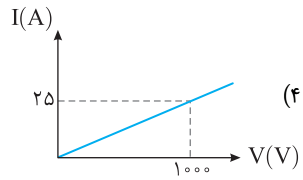
نارنجی = ۳
قرمز = ۲ زرد = ۴

تلرانس مقدار مقاومت برابر است با: $\Delta R=\frac{10}{100}\times R=24\times10^2\Omega$

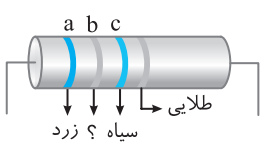
در این صورت: $R_{max}-R_{min}=2\Delta R=2\times24\times10^2=4/8\times10^3\Omega$

۱ ۱۶۹۵ B

بازی با سؤال نمودار I−V مربوط به مقاومت داده شده به صورت روبه‌رو است. نوار b چه رنگی دارد؟ (سیاه=۰، قهوه‌ای=۱، نارنجی=۳، زرد=۴)



۱) سیاه
۲) قرمز
۳) قهوه‌ای
۴) زرد



پاسخ از روی نمودار مقدار مقاومت را مشخص می‌کنیم.

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow R=\frac{۱۰۰۰}{۲۵}\Rightarrow R=۴۰\Omega$$

با توجه به مقاومت‌های کربنی می‌توان نوشت:

$$۱۰^{n}=۱\Rightarrow n=۰ \text{ سیاه}$$

$$R=\overline{ab}\times ۱۰^{n}\Rightarrow R=\overline{ab}\times ۱۰^{n}=۴۰\Rightarrow ۴۰\times ۱$$

$a=۴$ زرد $b=۰$ سیاه

۴ | ۱۷۰۵ | B

بازی با سؤال بار الکتریکی گذرنده از یک مدار بر حسب زمان در SI به صورت $q=۲t^{۲}+at+۴$ می‌باشد، اگر در بازهٔ $t=۲s$ تا $t=۳s$ جریان متوسط صفر شود، a برابر کدام گزینه است؟

۱) ۵ ۲) -۵ ۳) ۱۰ ۴) -۱۰

پاسخ بار گذرنده در لحظه‌های $t_۱=۲s$ و $t_۲=۳s$ را حساب می‌کنیم:

$$q=۲t^{۲}+at+۴\Rightarrow\begin{cases}t_۱=۲s\Rightarrow q_۱=۸+۲a+۴\Rightarrow q_۱=۱۲+۲a\\ t_۲=۳s\Rightarrow q_۲=۱۸+۳a+۴\Rightarrow q_۲=۲۲+۳a\end{cases}$$

با توجه به تعریف جریان متوسط $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ و فرض مسئله $\bar{I}=۰$ خواهیم داشت:

$$\bar{I}=۰\Rightarrow\frac{\Delta q}{\Delta t}=۰\Rightarrow\Delta q=۰\Rightarrow q_۲=q_۱\Rightarrow ۱۲+۲a=۲۲+۳a\Rightarrow a=-۱۰$$

۲ | ۱۷۱۱ | C

بازی با سؤال معادلهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانا به مقاومت R بر حسب زمان در SI به صورت $V=t^{۲}-bt+c$ است. اگر در لحظه‌های $t=۳s$ و $t=۷s$ جریان عبوری از مدار یکسان باشد، b برابر کدام گزینه است؟ (دما ثابت فرض شود.)

۱) ۵ ۲) ۱۰

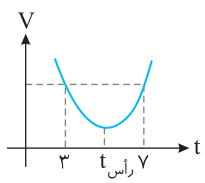
۳) ۸ ۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

پاسخ **خط فکری** هر گاه در یک مقاومت در دمای ثابت، در ولتاژ $V_۱$ و $V_۲$، جریان مقاومت یکسان باشد، با توجه به قانون اهم $(R=\frac{V}{I})$ قطعاً ولتاژ $V_۱$ و $V_۲$ برابر است.

راه‌حل اول: دما ثابت و مقاومت R ثابت است. در لحظهٔ $t=۳s$ و $t=۷s$ جریان یکسان است بنابراین در این دو لحظه ولتاژ برابر است.

$$V_۱=V_۲\Rightarrow t_۱^{۲}-bt_۱+c=t_۲^{۲}-bt_۲+c\xrightarrow[t_۲=۷s]{t_۱=۳s}۹-۳b=۴۹-۷b\Rightarrow b=۱۰$$

راه‌حل دوم: با توجه به توضیح خط فکری، ولتاژ در لحظه‌های ۳s و ۷s یکسان است و با توجه به معادلهٔ $V-t$ که درجهٔ دوم است، نمودار $V-t$ سهمی بوده و سهمی نسبت به رأس خود متقارن است، بنابراین برای آنکه در دو لحظهٔ $t_۱$ و $t_۲$ مقدار ولتاژ یکسان باشد باید این دو لحظه در فاصلهٔ زمانی یکسانی نسبت به $t_{رأس}$ قرار داشته باشند:



$$t_{رأس}=\frac{۳+۷}{۲}=۵s\xrightarrow{t_{رأس}=\frac{-b}{۲a}=\frac{b}{۲}}\frac{b}{۲}=۵\Rightarrow b=۱۰$$

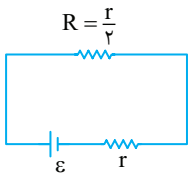
۱ | ۱۷۱۸ | B

بازی با سؤال دو قطب یک باتری به مقاومت درونی r را به دو سر سیمی به مقاومت $\frac{r}{۲}$ می‌بندیم. اختلاف پتانسیل باتری در این حالت چند برابر نیروی محرکهٔ آن است؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

پاسخ در یک مدار ساده اختلاف پتانسیل باتری و مقاومت با هم برابر است.



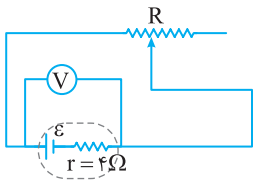
$$V_{باتری}=RI\xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}}V_{باتری}=\frac{\varepsilon}{R+r}\times R$$

با توجه به رابطهٔ فوق مسئله به‌راحتی قابل حل است:

$$V=\frac{\varepsilon}{R+r}\times R\Rightarrow\frac{V}{\varepsilon}=\frac{R}{R+r}=\frac{\frac{r}{۲}}{\frac{r}{۲}+r}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۳}{۲}}\Rightarrow\frac{V}{\varepsilon}=\frac{۱}{۳}$$

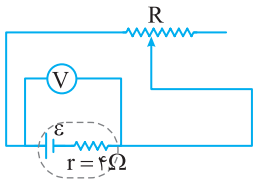
۳ | ۱۷۲۲ | B

بازی با سؤال در مدار شکل مقابل اگر مقاومت خارجی R را از R تا $R-۱\Omega$ کاهش دهیم، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، $\frac{۱}{۴}$ برابر می‌شود. R چند اهم است؟



۱) ۸
۲) ۵
۳) ۱۶
۴) ۶

پاسخ ولت‌سنج به دو سر باتری متصل است و اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نمایش می‌دهد.



$$V=\varepsilon-Ir\qquad (I)$$

جریان مدار برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\qquad (II)$$

رابطهٔ (II) را در رابطهٔ (I) جایگذاری می‌کنیم.

$$V=\varepsilon-\frac{\varepsilon}{R+r}r\Rightarrow V=\varepsilon(۱-\frac{r}{R+r})\Rightarrow V=\varepsilon(\frac{R}{r+R})\Rightarrow V=\frac{\varepsilon}{r+R}R$$

با این رابطه که بین اختلاف پتانسیل دو سر باتری و مقاومت مدار است، مسئله به راحتی قابل حل است.

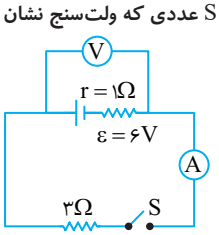
$$\begin{cases}V_۱=\frac{\varepsilon}{R+r}R\\ V_۲=\frac{\varepsilon}{۱+r}\times ۱\end{cases}\xrightarrow[r=۴\Omega]{\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{۱}{۴}}\frac{۱}{۴}=\frac{\frac{\varepsilon}{۱+۴}}{\frac{\varepsilon}{R+۴}R}\Rightarrow\frac{۱}{۴}=\frac{R+۴}{(۱+۴)R}\Rightarrow\frac{۱}{۴}=\frac{R+۴}{۵R}\Rightarrow$$

$$۴R+۱۶=۵R\Rightarrow R=۱۶\Omega$$

۳ | ۱۷۲۴ | B

بازی با سؤال در شکل زیر با بستن کلید S عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چند ولت کاهش می‌یابد؟

از کتاب درسی



۱) ۴/۵
۲) ۳
۳) ۱/۵
۴) ۲

پاسخ وقتی کلید باز است، ولت‌سنج نیروی محرکهٔ باتری، $\varepsilon=۶V$ را نشان می‌دهد. با بستن کلید S و برقراری جریان عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، به اندازه Ir کاهش می‌یابد. بنابراین ابتدا جریان مدار را به دست می‌آوریم.

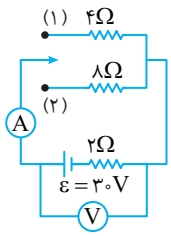
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۶}{۳+۱}=۱/۵A$$

اکنون مقدار کاهش عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد یعنی افت پتانسیل خواهد شد:

$$Ir=۱/۵\times ۱=۱/۵V$$

B ۱۷۲۵ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر اگر کلید را از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، عددی که آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند به‌ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟



۱) ۰/۳ ، ۱/۸

۲) ۰/۶ ، ۱/۲

۳) ۰/۶ ، ۱/۸

۴) ۰/۳ ، ۱/۲

پاسخ در حالت اول مقاومت ۴Ω در مدار قرار می‌گیرد و جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۳۰}{۴+۲}=۵A$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با: $V=\varepsilon-Ir\Rightarrow V=۳۰-۵\times۲=۲۰V$

بنابراین در حالت اول آمپرسنج ۵A و ولت‌سنج ۲۰V را نشان می‌دهد. در حالت دوم با وصل کلید به نقطهٔ (۲) مقاومت خارجی مدار ۸Ω می‌شود و جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد خواهد شد:

$$I'=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۳۰}{۸+۲}=۳A$$

ولتاژی که ولت‌سنج در این حالت نشان می‌دهد برابر است با:

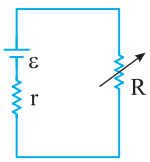
$$V'=\varepsilon-Ir\Rightarrow V=۳۰-۳\times۲\Rightarrow V=۲۴V$$

جریان مدار از ۵A به ۳A رسیده: $\frac{I'}{I}=\frac{۳}{۵}=۰/۶$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری از ۲۰V به ۲۴V رسیده: $\frac{V'}{V}=\frac{۲۴}{۲۰}=۱/۲$

B ۱۷۲۷ ۳

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو اگر مقاومت متغیر R از ۲/۵Ω به ۷/۵Ω تغییر کند، جریان عبوری از آن ۵۰ درصد تغییر خواهد کرد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



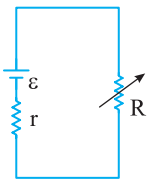
۱) ۱/۲۵

۲) ۱/۵

۳) ۲/۵

۴) ۲

پاسخ **نکته** با توجه به رابطهٔ $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$ با افزایش مقاومت مدار، جریان کاهش می‌یابد.



۱ جریان عبوری از مدار برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\begin{cases}\xrightarrow{R_۱=۲/۵\Omega} I_۱=\frac{\varepsilon}{۲/۵+r}\\ \xrightarrow{R_۲=۷/۵\Omega} I_۲=\frac{\varepsilon}{۷/۵+r}\end{cases}$$

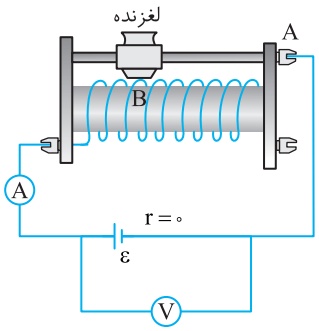
۲ با افزایش مقاومت مدار جریان مدار کاهش می‌یابد و با توجه به فرض مسئله جریان ۵۰٪ کاهش یافته است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$I_۲=I_۱-\overset{\text{کاهش}}{\frac{۵۰}{۱۰۰}}\overset{۵۰٪}{I_۱}\Rightarrow I_۲=\frac{۵۰}{۱۰۰}I_۱\xrightarrow[I_۱=\frac{\varepsilon}{۲/۵+r}]{I_۲=\frac{\varepsilon}{۷/۵+r}}\frac{\varepsilon}{۷/۵+r}=\frac{۵۰}{۱۰۰}\times\frac{\varepsilon}{۲/۵+r}\Rightarrow$$

$$\frac{۱}{۷/۵+r}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲/۵+r}\Rightarrow ۷/۵+r=۵+۲r\Rightarrow r=۲/۵\Omega$$

B ۱۷۳۱

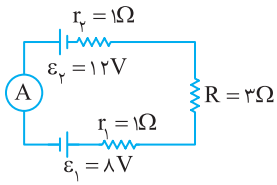
بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو اگر لغزندهٔ رئوستا، به سمت راست حرکت کند، عددی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



پاسخ با حرکت لغزنده به راست، قسمت بیشتری از سیم رئوستا 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 $Ir=۰$ است و در همهٔ حالت‌ها ولت‌سنج، نیروی محرکهٔ باتری ε را نشان می‌دهد و عدد ولت‌سنج تغییر نمی‌کند.

B ۱۷۳۵ ۲

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو اگر جای پایانه باتری (۱) را جابه‌جا کنیم عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چند برابر می‌شود؟



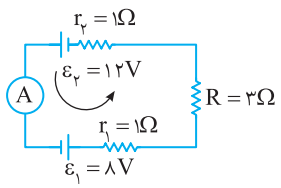
۱) ۵

۲) $\frac{۱}{۵}$

۳) ۴

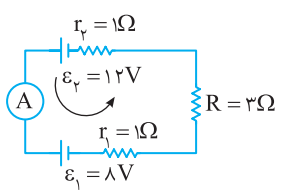
۴) $\frac{۱}{۴}$

پاسخ حالت اول: جریان‌های خروجی از دو باتری همسو هستند و جریان مدار پادساعتگرد است و نیروی محرکه دو باتری باهم جمع می‌شود پس جریان از رابطهٔ $I_۱=\frac{\varepsilon_۱+\varepsilon_۲}{R+r_۱+r_۲}$ به‌دست می‌آید.



$$I_۱=\frac{\varepsilon_۱+\varepsilon_۲}{R+r_۱+r_۲}\Rightarrow I=\frac{۸+۱۲}{۳+۱+۱}=\frac{۲۰}{۵}=۴A$$

حالت دوم: اگر پایانه‌های باتری (۱) را جابه‌جا کنیم، جریان باتری‌ها ناهمسو خواهند شد و چون $\varepsilon_۱<\varepsilon_۲$ است پس جهت جریان در جهت جریان خروجی از باتری (۲) یعنی پادساعتگرد می‌شود.



$$I_۲=\frac{\varepsilon_۲-\varepsilon_۱}{R+r_۱+r_۲}\Rightarrow I=\frac{۱۲-۸}{۳+۱+۱}=\frac{۴}{۵}=۰/۸A$$

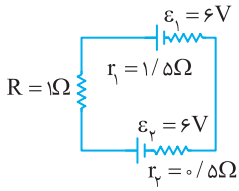
حال نسبت جریان‌های خواسته شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۰/۸}{۴}=\frac{۸}{۴۰}=\frac{۱}{۵}A$$

B ۱۷۳۶ ۳

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری

(۱) چند ولت است؟



۱) صفر

۲) ۳

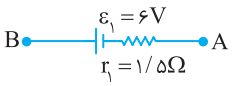
۳) ۶

۴) ۱۲

پاسخ جهت جریان خروجی از باتری‌ها ناهمسو یکدیگر است:

$$I=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{R+r_1+r_2}\xrightarrow{\varepsilon_1=\varepsilon_2=6V} I=\frac{0}{1+2}=0$$

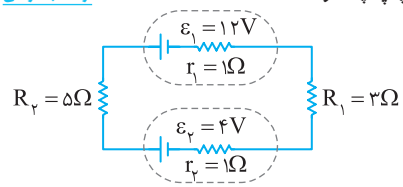
از نقطهٔ A تا نقطهٔ B قدم می‌زنیم:



$$V_A+\varepsilon_1-r_1I=V_B\xrightarrow[I=0]{\varepsilon_1=6V} V_A+6=V_B\Rightarrow V_B-V_A=6V$$

B ۱۷۳۷ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل دو سر باتری‌های ε_1 و ε_2 به ترتیب از راست به چپ چند ولت است؟ از کتاب درسی



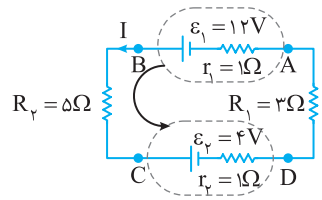
۱) ۳/۲ ، ۱۱/۲

۲) ۴/۸ ، ۱۱/۲

۳) ۳/۲ ، ۱۲/۸

۴) ۴/۸ ، ۱۲/۸

پاسخ ابتدا جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:



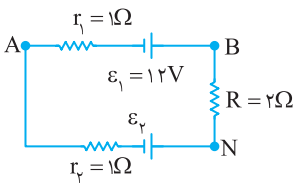
$$I=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{R_{eq}+r_1+r_2}\Rightarrow I=\frac{12-4}{8+1+1}$$
$$\Rightarrow I=0/8A$$

جریان از باتری (۱) خارج می‌شود: $V_1=\varepsilon_1-Ir_1\Rightarrow V_1=12-1\times0/8=11/2V$

جریان به باتری (۲) وارد می‌شود: $V_2=\varepsilon_2+Ir_2\Rightarrow V_2=4+1\times0/8=4/8V$

B ۱۷۴۵ ۱

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو اگر پتانسیل نقطه B، ۱۰ ولت از پتانسیل نقطه A بیشتر باشد، اختلاف پتانسیل نقاط A و N (V_A-V_N) چند ولت است؟



۱) ۶-

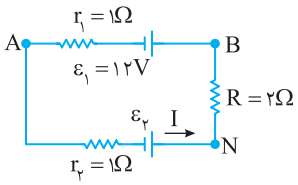
۲) ۸

۳) ۱۲

۴) ۱۲-

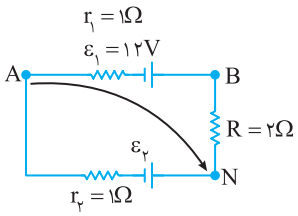
پاسخ **خط فکری** جریان خروجی از باتری‌ها ناهمسو هستند و مشخص نیست که $\varepsilon_1<\varepsilon_2$ یا $\varepsilon_1>\varepsilon_2$ است و نمی‌توان سوی جریان را مشخص کرد فرض می‌کنیم که $\varepsilon_1<\varepsilon_2$ است و اختلاف پتانسیل B و A که برابر ۱۰V است را با توجه به قاعدهٔ حلقه می‌نویسیم اگر $I>0$ باشد جهت اختیاری و فرض $\varepsilon_1<\varepsilon_2$ درست بوده، اما اگر $I<0$ به‌دست بیاید یعنی جهت اختیاری و فرض $\varepsilon_1<\varepsilon_2$ اشتباه بوده و $\varepsilon_1>\varepsilon_2$ است.

ابتدا فرض می‌کنیم ε_2 بزرگ‌تر از ε_1 باشد، در این صورت سوی جریان مطابق مدار روبه‌رو پادساعتگرد است.



$$V_B-\varepsilon_1-Ir_1=V_A\Rightarrow V_B-12-I(1)=V_A$$
$$\Rightarrow V_B-V_A=12+I\Rightarrow10=12+I\Rightarrow I=-2A$$

که علامت منفی نشان می‌دهد سوی جریان ساعتگرد بوده و در واقع $\varepsilon_2<\varepsilon_1$ است و فرض ما نادرست بوده است، حال در مدار از نقطه A به نقطه N در سوی جریان می‌رویم.

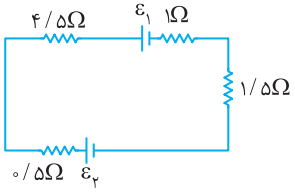


$$V_A-r_1I+\varepsilon_1-IR=V_N$$
$$V_A-1(I)+12-I(2)=V_N\xrightarrow{I=2A}V_A-2+12-4=V_N$$
$$\Rightarrow V_A+6=V_N\Rightarrow V_A-V_N=-6V$$

بنابراین پتانسیل نقطه A، ۶ ولت از پتانسیل نقطه N کمتر است و $V_A-V_N=-6V$ می‌شود.

B ۱۷۵۰ ۴

بازی با سؤال جریان در مدار نشان داده شده ۲A است. اگر $\varepsilon_1+\varepsilon_2=23V$ باشد، ε_2 چند ولت است؟



۱) ۱۹

۲) ۴

۳) ۱۵

۴) گزینهٔ (۱) و (۲) دست است.

پاسخ حالت اول: اگر $\varepsilon_2>\varepsilon_1$ باشد، جریان در جهت جریان خروجی از باتری (۲) بوده و خلاف جهت جریان خروجی از باتری (۱) می‌شود:

$$I=\frac{\varepsilon_2-\varepsilon_1}{R_{\text{مجموع}}+r_{\text{مجموع}}}\Rightarrow2=\frac{\varepsilon_2-\varepsilon_1}{6+1/5}\Rightarrow\varepsilon_2-\varepsilon_1=15V$$

با توجه به سؤال $\varepsilon_2+\varepsilon_1=23V$ است:

$$\begin{cases}\varepsilon_2-\varepsilon_1=15V\\ \varepsilon_2+\varepsilon_1=23V\end{cases}\xrightarrow{+}2\varepsilon_2=38\Rightarrow\varepsilon_2=19V$$

حالت دوم: اگر $\varepsilon_2<\varepsilon_1$ باشد، جریان در جهت جریان خروجی از باتری (۱) بوده و خلاف جهت جریان خروجی از باتری (۲) می‌شود:

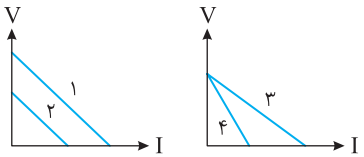
$$I=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{R_{\text{مجموع}}+r_{\text{مجموع}}}\Rightarrow2=\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_2}{6+1/5}\Rightarrow\varepsilon_1-\varepsilon_2=15V$$

با توجه به سؤال $\varepsilon_2+\varepsilon_1=23V$ است.

$$\begin{cases}\varepsilon_1-\varepsilon_2=15V\\ \varepsilon_2+\varepsilon_1=23V\end{cases}\xrightarrow{+}2\varepsilon_1=38\Rightarrow\varepsilon_1=19V$$
$$\varepsilon_2+19=23\Rightarrow\varepsilon_2=4V$$

B ۱۷۵۲ ۲

بازی با سؤال 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) $\varepsilon_۳>\varepsilon_۴$ ، $r_۱>r_۲$

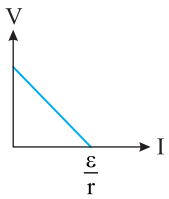
۲) $\varepsilon_۳=\varepsilon_۴$ ، $r_۱=r_۲$

۳) $\varepsilon_۳<\varepsilon_۴$ ، $r_۱<r_۲$

۴) $\varepsilon_۱<\varepsilon_۲$ ، $r_۳=r_۴$

پاسخ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب شدت جریان آن $(V=\varepsilon-Ir)$ یک خط راست مایل است که عرض از مبدأ آن نیروی محرکهٔ باتری و منفی شیب آن برابر مقاومت درونی باتری است.

در شکل (الف) نیروی محرکهٔ دو مولد (۳) و (۴) با هم برابر و مقاومت درونی مولد (۴) بیشتر است، بنابراین $\varepsilon_۳=\varepsilon_۴$ و $r_۴>r_۳$.

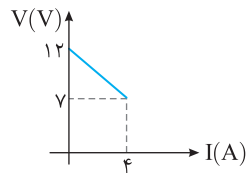


در شکل (ب) نیروی محرکهٔ مولد (۱) از نیروی محرکهٔ مولد (۲) بیشتر است، اما مقاومت درونی آن‌ها یکسان است، زیرا شیب نمودار آن‌ها یکی است، بنابراین $\varepsilon_۱>\varepsilon_۲$ و $r_۱=r_۲$.

B ۱۷۵۳ ۴

بازی با سؤال نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولد برحسب جریانی که از آن می‌گذرد مطابق شکل است. نیروی محرکهٔ مولد و مقاومت درونی آن به‌ترتیب برابر است با:

کنکور دهه‌های گذشته



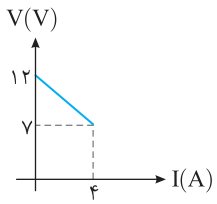
۱) ۷V ، ۰/۷۵ Ω

۲) ۷V ، $\frac{۱}{۳}\Omega$

۳) ۱۲V ، ۰/۳ Ω

۴) ۱۲V ، ۱/۲۵ Ω

پاسخ معادلهٔ ولتاژ دو سر باتری برحسب نیروی محرکهٔ آن به‌صورت $V=\varepsilon-Ir$ است که نمودار آن یک خط راست مایل با شیب $-r$ و عرض از مبدأ آن ε است.

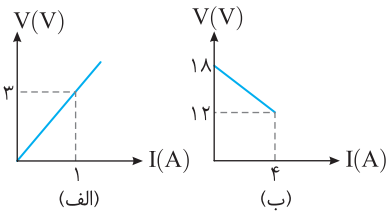


با توجه به خط فکری نیروی محرکهٔ این باتری $\varepsilon=۱۲V$ است و مقاومت درونی آن برابر است با:

$$-r=\frac{۷-۱۲}{۴-۰}\Rightarrow r=\frac{۵}{۴}=۱/۲۵\,\Omega$$

B ۱۷۵۴ ۱

بازی با سؤال نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برحسب جریان عبوری از آن به‌صورت شکل (الف) و نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری برحسب جریان خروجی از آن به‌صورت شکل (ب) است. اگر دو سر این باتری را به دو سر مقاومت R وصل کنیم، جریان عبوری از مقاومت چند آمپر خواهد بود؟



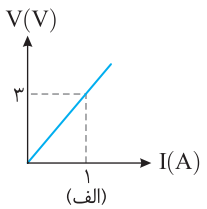
۱) ۳

۲) ۴/۵

۳) ۴

۴) ۱/۵

پاسخ **خط فکری** **۱** شیب نمودار $V-I$ یک مقاومت اهمی برابر مقدار مقاومت است و می‌توان به کمک قانون اهم و داده‌های روی نمودار، مقدار مقاومت را به‌دست آورد.

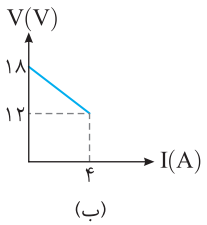


۲ شیب نمودار $V-I$ برای یک باتری که در آن V ولتاژ دو سر باتری و I جریان عبوری از باتری است برابر $-r$ (r مقاومت درونی) می‌باشد و عرض از مبدأ نمودار $V-I$ هم برابر نیروی محرکهٔ باتری است.

از روی نمودار (الف) مقدار مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$R=\frac{V}{I}\xrightarrow{V=۳V,I=۱A}R=\frac{۳}{۱}\Rightarrow R=۳\Omega$$

عرض از مبدأ نمودار (ب)، عدد ۱۸ است، بنابراین نیروی محرکهٔ باتری، $\varepsilon=۱۸V$ است. شیب خط را حساب کرده و برابر $-r$ قرار می‌دهیم.



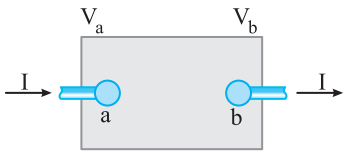
$$-r=\frac{۱۲-۱۸}{۴-۰}\Rightarrow r=۱/۵\Omega$$

اکنون جریان مدار شامل این مقاومت و باتری را به‌دست می‌آوریم.

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۸}{۳+۱/۵}\Rightarrow I=۴A$$

A ۱۷۵۷

بازی با سؤال در شکل داده شده انرژی مصرفی جعبهٔ رسم شده که بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، در هر دقیقه برابر ۴/۸kJ است و در این مدت ۲۴۰ کولن بار از این بخش مدار شارش شده است. اگر پتانسیل نقطهٔ a برابر ۱۰V باشد، پتانسیل نقطهٔ b چند ولت است؟



پاسخ انرژی ۴/۸kJ مصرف شده است، بنابراین:

$$\Delta U=۴/۸\times۱۰^{۳}J\xrightarrow{\Delta U=q\Delta V}۲۴۰\times\Delta V=۴/۸\times۱۰^{۳}\Rightarrow\Delta V=۲۰V$$

در مقاومت انرژی مصرف می‌شود، بنابراین جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است، پس:

$$V_a-V_b=۲۰\Rightarrow۱۰-V_b=۲۰\Rightarrow V_b=-۱۰V$$

B ۱۷۶۳ ۲

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 هزینهٔ 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:

$$P=VI\xrightarrow{V=۲۲۰V,I=۱۰A}P=۲۲۰\times۱۰=۲۲۰۰W$$

۲ انرژی مصرفی در مدت ۳h در هر روز خواهد شد.

$$U=Pt\Rightarrow U=\frac{۲۲۰۰}{۱۰۰۰}kW\times۳\Rightarrow U=۶/۶kWh$$

۳ انرژی مصرفی از ابتدا تا انتهای فصل پاییز یعنی به مدت ۹۰ روز برابر است با:

$$U_t=۶/۶\times۹۰=۵۹۴kWh$$

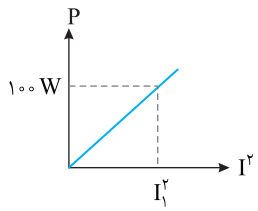
۴ بهای برق مصرفی خواهد شد:

۱kWh	۵۰ تومان
۵۹۴kWh	?

$\Rightarrow ?=۲۹۷۰۰$ تومان

B ۲ ۱۷۷۲

بازی با سوال نمودار توان مصرفی یک مقاومت ۲۵Ω بر حسب مربع جریان به صورت مقابل است. جریان I_1 چند آمپر است؟



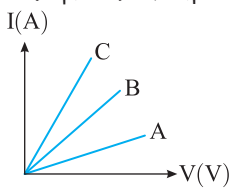
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ **خط فکری** با تغییر جریان مقدار مقاومت ثابت و برابر ۲۵Ω باقی می‌ماند. مسأله جریان I_1 را خواسته است. با توجه به نمودار در جریان عبوری I_1 از مقاومت، توان مصرفی ۱۰۰W است، پس از رابطهٔ $P=RI^2$ می‌توانیم I_1 را به‌دست آوریم.

$$P=RI^2 \Rightarrow 100=25I_1^2 \Rightarrow I_1^2=4 \Rightarrow I_1=2A$$

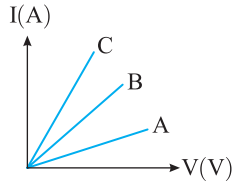
B ۳ ۱۷۷۳

بازی با سوال شخصی برای ساختن یک گرمکن برقی که قرار است به پریز یک اتاق وصل شود، می‌تواند از سه سیم A، B و C استفاده کند. اگر نمودار I−V این سیم‌ها به‌صورت روبه‌رو باشد، کدام‌یک به‌عنوان سیم گرمادهٔ مناسب‌تر است؟

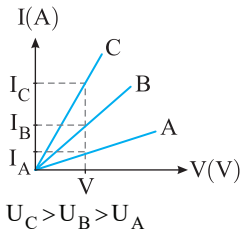


۱) A
۲) B
۳) C
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ دستگاه گرمکن برقی برای اتصال به برق شهر ساخته می‌شود و تمام وسایل برقی با برق ۲۲۰V شهر کار می کنند و پریز اتاق این شخص نیز دارای ولتاژ ۲۲۰V است. بنابراین این سیم‌ها قرار است با ولتاژ یکسان کار کنند و برای مقایسه انرژی گرمایی تولید شده توسط آن‌ها باید از رابطهٔ $U=\frac{V^2}{R}t$ استفاده کرد که نشان می‌دهد هرچه مقاومت کمتر باشد، انرژی گرمایی تولید شده بیشتر است، اکنون باید مشخص کرد کدام سیم دارای مقاومت کمتری است. در نمودار I−V شیب نمودار برابر وارون مقاومت $(\frac{1}{R})$ است. شیب نمودار سیم C از دو سیم دیگر بیشتر، پس مقاومت آن کمتر است. از این رو، سیم C برای قسمت گرماده دستگاه مناسب‌تر است.



روش دوم: با توجه به شکل روبه‌رو برای ولتاژ یکسان داریم:



در V یکسان $\Rightarrow I_C > I_B > I_A$

حال با توجه به رابطهٔ $U=VIt$، سیم C گرماده‌تر است.

C ۳ ۱۷۷۵

بازی با سوال از یک گرمکن الکتریکی جریان ۱۰A می‌گذرد. اگر این گرمکن را درون ۴kg آب ۲۰°C قرار دهیم، پس از ۵۶ دقیقه آب را به نقطهٔ جوش می‌رساند. اگر فرض کنیم ۲۰ درصد انرژی گرمکن تلف می‌شود، مقاومت الکتریکی گرمکن چند اهم است؟ $(c_{آب}=4200 J/kg\,°C)$

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۵ ۴) ۲۵

پاسخ مسیر حل کردن دقیقاً شبیه مسئلهٔ قبلی است، تنها به‌جای بازده، درصد اتلاف انرژی (۲۰٪) بیان شده که یعنی بازده ۸۰٪ است.

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow Q=4\times4200\times(100-20) \Rightarrow Q=4\times4200\times80$$

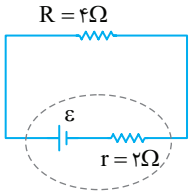
$$Ra=\frac{Q}{U} \Rightarrow \frac{80}{100}=\frac{4\times4200\times80}{U} \Rightarrow U=4\times42\times10^4 J$$

این بار از رابطهٔ $U=RI^2t$ استفاده می‌کنیم، زیرا جریان را در اختیار داریم.

$$U=RI^2t \Rightarrow 4\times42\times10^4=R\times(10)^2\times56\times60 \Rightarrow R=5\Omega$$

A ۳ ۱۷۷۸

بازی با سوال در مدار شکل زیر، اگر توان مصرفی در مقاومت R برابر با ۳۶W باشد، نیروی محرکهٔ 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.

$$P=RI^2 \Rightarrow 36=4I^2 \Rightarrow I=3A$$

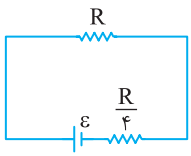
نیروی محرکهٔ باتری را به کمک جریان به‌دست می‌آوریم.

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 3=\frac{\varepsilon}{4+2} \Rightarrow \varepsilon=18V$$

افت پتانسیل در باتری برابر خواهد شد با: $rI=2\times3=6V$

A ۳ ۱۷۸۰

بازی با سوال در مدار شکل روبه‌رو اگر توان مصرفی مقاومت R برابر ۱۶W باشد، توان تولیدی باتری چند وات است؟ تجربی - ۹۳



۱) ۱۸
۲) ۱۶
۳) ۲۰
۴) ۲۴

پاسخ **خط فکری** توان تولیدی باتری توسط مقاومت داخلی و خارجی مصرف می‌شود، بنابراین توان تولیدی برابر مجموع توان‌های مصرفی در مقاومت داخلی و خارجی است، از طرفی جریان در کل مدار مقدار ثابتی است.

۱ توان مصرفی در مقاومت R برابر ۱۶W است از این رو:

$$P_R=RI^2 \Rightarrow 16=RI^2$$

۲ توان مصرفی در مقاومت درونی r برابر است با:

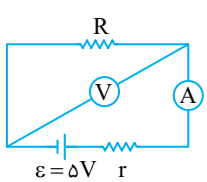
$$P_r=rI^2 \xrightarrow{r=\frac{R}{4}} P_r=\frac{R}{4}I^2 \Rightarrow P_r=\frac{1}{4}RI^2 \xrightarrow{RI^2=16W}$$

$$P_r=\frac{1}{4}\times16=4W$$

۳ توان کل باتری خواهد شد: $P_{کل}=P_R+P_r=16+4=20W$

B ۳ ۱۷۸۶

بازی با سوال 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 قیافهٔ 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 محرکهٔ باتری، توان کل باتری εI و با داشتن ولتاژ دو سر مقاومت R و جریان مدار توان خروجی باتری $P=VI$ به‌دست می‌آید.

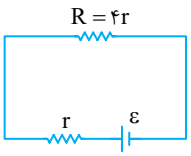
توان کل برابر است با: $P_{\text{کل}}=\varepsilon I=۵\times۱=۵W$

توان خروجی برابر است با: $P=VI=۴\times۱=۴W$

بنابراین توان کل $۵-۴=۱W$ 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 $\varepsilon-V=۵-۴=۱V$ را به‌دست آورید و در جریان مدار $(۱A)$ ضرب کنید تا اتلاف توان را حساب کنید $(۱\times۱=۱W)$

B ۱۷۸۷ ۲

بازی با سؤال در مدار زیر 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 $P=RI^۲$ و در مقاومت داخلی برابر $P'=rI^۲$ است:

$$\frac{P}{P'}=\frac{RI^۲}{rI^۲}\xrightarrow{R=۴r}\frac{P}{P'}=۴$$

C ۱۷۸۸ ۳

بازی با سؤال در این تست اگر $\varepsilon_۲>\varepsilon_۱$ باشد، توان خروجی باتری (۲) چند وات می‌شود؟

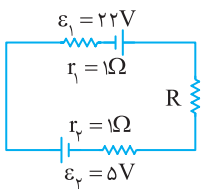
۱) ۵۰ ۲) ۴۲ ۳) ۵۸ ۴) ۴۸

پاسخ چون $\varepsilon_۲>\varepsilon_۱$ است پس جریان در جهت جریان باتری (۲) یعنی پادساعتگرد می‌شود و در این حالت باتری (۲) که از آن جریان خارج می‌شود مولد بوده و به مدار جریان می‌دهد و باتری (۱) که به آن جریان وارد شده در حال شارژ است. یعنی توان از باتری (۲) خارج می‌شود، بخشی از این توان در باتری (۱) و بخشی دیگر آن در مقاومت R مصرف می‌شود:

$$P_۲=P_۱+P_R\xrightarrow[P_۱=V_۱I=۵۰W]{P_R=RI^۲=۸W}P_۲=۵۸W$$

C ۱۷۹۰ ۳

بازی با سؤال مقاومت R چند اهم باشد تا توان ورودی باتری (۲) نصف توان خروجی از باتری (۱) شود؟

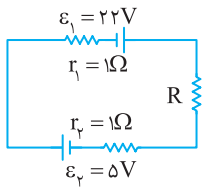


۱) ۱/۵
۲) ۲
۳) ۲/۲۵
۴) ۲/۵

پاسخ با توجه به نسبت توان‌ها داریم:

$$\begin{cases}P_۱=I(\varepsilon_۱-Ir_۱)\\P_۲=I(\varepsilon_۲+Ir_۲)\end{cases}\Rightarrow P_۱=۲P_۲\Rightarrow I(\varepsilon_۱-Ir_۱)=۲I(\varepsilon_۲+Ir_۲)\Rightarrow ۲۲-I=(۵+I)۲$$

$$۲۲-I=۱۰+۲I\Rightarrow ۳I=۱۲\Rightarrow I=۴A$$

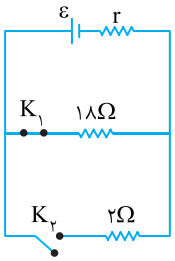


اکنون به کمک جریان، مقاومت R را حساب می‌کنیم

$$I=\frac{\varepsilon_۱-\varepsilon_۲}{r_۱+r_۲+R}=۴\Rightarrow\frac{۲۲-۵}{۱+۱+R}=۴\Rightarrow ۱۷=۸+۴R\Rightarrow R=\frac{۹}{۴}\Rightarrow R=۲/۲۵\Omega$$

B ۱۷۹۶ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر اگر کلید $K_۱$ را باز و کلید $K_۲$ را ببندیم، توان خروجی باتری تغییر نمی‌کند. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ آزمون مدارس برتر



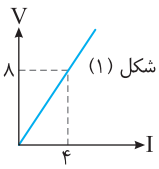
۱) ۲/۵
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۸

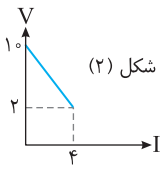
پاسخ در حالت اول مقاومت $R_۱=۱۸\Omega$ در مدار است و در حالت دوم مقاومت $R_۲=۲\Omega$ در مدار قرار دارد و در دو حالت توان خروجی باتری برابر است. از این رو:

$$r=\sqrt{R_۱R_۲}\Rightarrow r=\sqrt{۱۸\times۲}\Rightarrow r=۶\Omega$$

A ۱۷۹۹ ۳

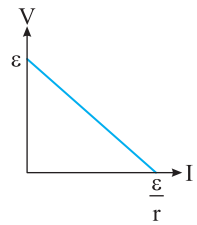
بازی با سؤال یک مقاومت را که نمودار V−I آن مطابق شکل (۱) است، به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم. اگر نمودار V−I باتری به‌صورت شکل (۲) باشد، توان تولیدی باتری چند وات خواهد شد؟

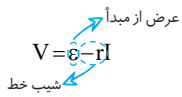




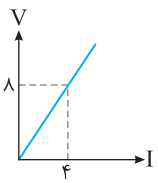
۱) ۶/۲۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۲۵
۴) ۸

پاسخ **یادآوری** در نمودار V−I باتری داریم:





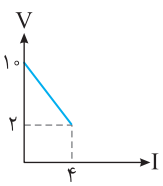
۱ از روی نمودار شکل (۱) مقاومت خارجی مدار (R) قابل محاسبه است.



شکل (۱)

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow R=\frac{۸}{۴}=۲\Omega$$

۲ در شکل (۲) مشخص است که نیروی محرکهٔ باتری عرض از مبدأ نمودار یعنی $\varepsilon=۱۰V$ است و با محاسبهٔ شیب خط نمودار V−I باتری، مقاومت درونی آن به‌دست می‌آید.



شکل (۲)

$$V_{\text{باتری}}=\varepsilon-Ir$$

$$\text{شیب خط}=-r\Rightarrow\frac{۱۰-۲}{۰-۴}=-r\Rightarrow r=۲\Omega$$

۳ جریان مدار را حساب می‌کنیم.

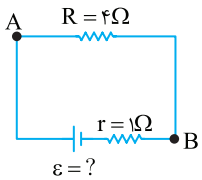
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۲+۲}\Rightarrow I=۲/۵A$$

۴ توان تولیدی باتری برابر εI است:

$$P=\varepsilon I\Rightarrow P=۱۰\times۲/۵\Rightarrow P=۲۵W$$

B ۱۸۰۵ — ۱

بازی با سؤال خازنی به ظرفیت $5\mu F$ را به ولتاژی برابر اختلاف پتانسیل بین A و B متصل می‌کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن برابر $250\mu J$ می‌شود، نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟



۱) ۱۲/۵
۲) ۱۰
۳) ۲/۵
۴) ۲۰

پاسخ ۱ به کمک انرژی خازن، ولتاژ دو سر خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$U=\frac{1}{2}CV^2\Rightarrow 250=\frac{1}{2}\times 5\times V^2\Rightarrow V^2=100\Rightarrow V=10V$$

۲ ولتاژ دو سر خازن با اختلاف پتانسیل بین A و B برابر است، بنابراین جریان مدار خواهد شد:

$$V_{AB}=IR\Rightarrow 10=I\times 4\Rightarrow I=2/5A$$

۳ نیروی محرکهٔ باتری برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow 2/5=\frac{\varepsilon}{4+1}\Rightarrow \varepsilon=12/5V$$

B ۱۸۱۵ — ۲

بازی با سؤال سیم رسانایی به اختلاف پتانسیل V وصل است. اگر در دمای ثابت سیم را بکشیم به طوری که طول سیم بدون تغییر جرم n برابر شود و آن را دوباره به همان اختلاف پتانسیل وصل کنیم، توان مصرفی مقاومت چند برابر می‌شود؟

۱) n^2 ۲) $\frac{1}{n^2}$ ۳) n ۴) $\frac{1}{n}$

پاسخ **خط فکری** اول باید یادمان باشد که اختلاف پتانسیل در دو حالت V است، یعنی برای مقایسه توان‌ها باید از رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ استفاده کنیم، بعد از آن باید بدانیم که با ثابت بودن جرم، حجم سیم ثابت می‌ماند و اگر طول آن زیاد شود، مساحت سطح مقطع آن کوچک می‌شود.

۱ طول سیم n برابر شده است $(\frac{L_2}{L_1}=n)$ بنابراین:

$$V_1=V_2\Rightarrow A_1L_1=A_2L_2\Rightarrow\frac{A_1}{A_2}=\frac{L_2}{L_1}\Rightarrow\frac{A_1}{A_2}=n$$

۲ اکنون بررسی می‌کنیم که مقاومت سیم بعد از کشیدگی چند برابر شده است.

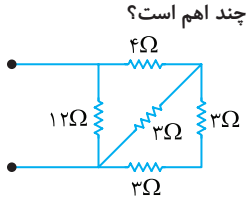
$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{\rho_2}{\rho_1}\times\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=1\times n\times n\Rightarrow R_2=n^2R_1$$

۳ نسبت توان مصرفی در حالت دوم خواهد شد:

$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{\frac{V^2}{R_2}}{\frac{V^2}{R_1}}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{R_1}{R_2}\Rightarrow\frac{P_2}{P_1}=\frac{1}{n^2}$$

A ۱۸۱۷ — ۲

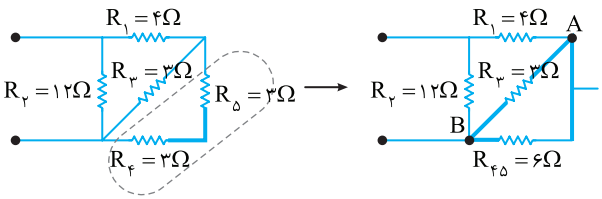
بازی با سؤال مقاومت معادل مدار زیر چند اهم است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ دوباره از جایی شروع می‌کنیم که قابل تشخیص است. مقاومت‌های R_4 و R_5 پشت سرهم هستند، بنابراین:

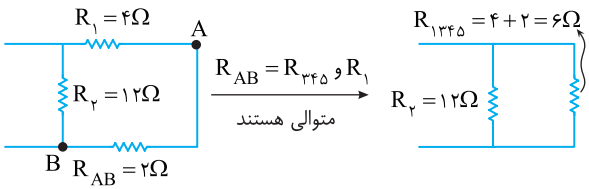
$$R_{45}=R_4+R_5=3+3=6\,\Omega$$



مقاومت R_3 و R_{45} از نقاط A و B دست‌شان در دست هم است و موازی‌اند.

$$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{6}+\frac{1}{3}\Rightarrow R_{AB}=2\,\Omega$$

پس مدار به صورت شکل زیر است:

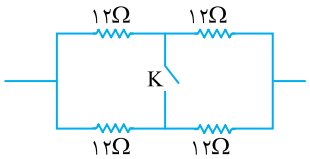


اکنون این دو مقاومت R_{1345} و R_2 موازی هستند.

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{12}+\frac{1}{6}=\frac{1+2}{12}\Rightarrow R_{eq}=4\,\Omega$$

A ۱۸۱۹ — ۴

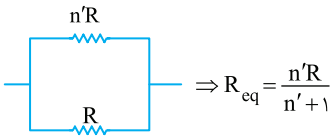
بازی با سؤال در مدار شکل زیر اگر کلید K بسته شود، مقاومت مدار چند برابر می‌شود؟



۱) ۲ ۲) ۴/۵ ۳) ۳/۵ ۴) ۱

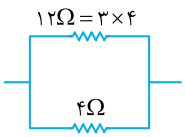
پاسخ دقت کنید وقتی کلید باز است مدار شبیه شکل (الف) است و وقتی کلید بسته است مدار شبیه شکل (ب) است و حل آن با آنچه انجام شد فرقی نمی‌کند.

میانبر اگر دو مقاومت موازی داشتیم که نسبت مقدار مقاومت‌های آن‌ها برابر n' باشد، مقاومت معادل برابر است با:



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{n'R}{n'+1}$$

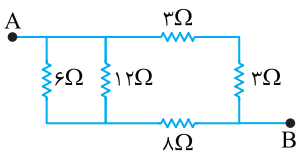
به‌طور مثال:



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{12}{3+1}=\frac{12}{4}=3\Omega$$

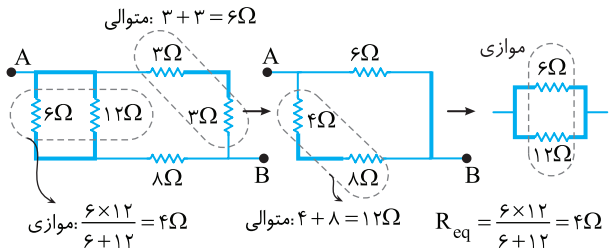
B ۱۸۲۰ — ۲

بازی با سؤال در شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟ ریاضی - ۸۷



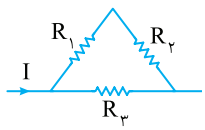
۱) ۳
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ این بار روی خود مدار مسئله را حل می‌کنیم.



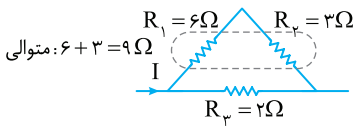
B ۱ ۱۸۲۴

بازی با سؤال در مدار زیر مطابق شکل می‌توان سه مقاومت ۲Ω، ۳Ω، ۶Ω قرار داد. کمترین مقاومت معادل مدار چند اهم می‌تواند باشد؟



۱) $\frac{۱۸}{۱۱}$ ۲) $\frac{۳۰}{۱۱}$ ۳) $\frac{۲۴}{۱۱}$ ۴) ۲

پاسخ مقاومت معادل این سه مقاومت از $R_۳$ کوچک‌تر است زیرا $R_۳$ با دو مقاومت دیگر موازی است، می‌خواهیم مقاومت کل کمینه باشد بنابراین کافی است مقاومت $R_۳$ را مقاومت ۲Ω قرار دهیم:

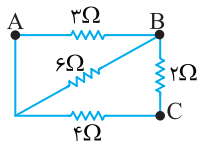


در این صورت مقاومت معادل خواهد شد:

$$R_{eq}=\frac{R_{۱۲}\times R_۳}{R_{۱۲}+R_۳}=\frac{۹\times۲}{۹+۲}=\frac{۱۸}{۱۱}\Omega$$

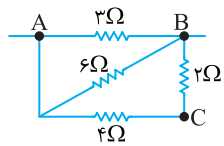
B ۲ ۱۸۲۸

بازی با سؤال در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و C است؟



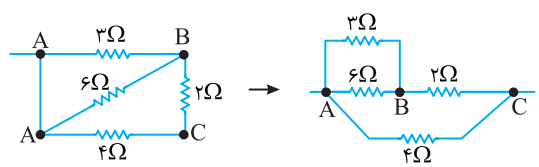
۱) ۱ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

پاسخ در حالت اول مقاومت‌های ۲Ω و ۴Ω متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω موازی است از این‌رو:



$$\frac{۱}{R_{AB}}=\frac{۱}{۴+۲}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳}\Rightarrow R_{AB}=۱/۵\Omega$$

در حالتی که مقاومت بین A و C را می‌خواهیم، ابتدا مدار را ساده می‌کنیم.



مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها با ۲Ω متوالی است و مقاومت معادل کل آن‌ها موازی ۴Ω است.

$$R_{AB}=\frac{۶\times۳}{۶+۳}=۲\Omega\Rightarrow R'=۲+۲=۴\,\Omega, R_{AC}=\frac{۴}{۲}=۲\Omega$$

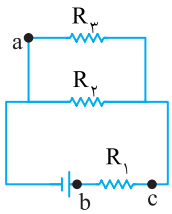
بنابراین:

$$\frac{R_{AB}}{R_{AC}}=\frac{۱/۵}{۲}=\frac{۳}{۴}$$

B ۱ ۱۸۲۹

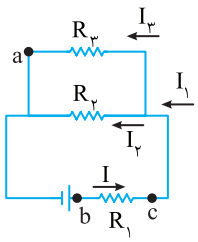
بازی با سؤال در شکل مقابل اگر بار شارش شده در بازه‌های زمانی یکسان از مقاطع a، b و c به ترتیب q_a، q_b و q_c باشد. کدام گزینه درست است؟

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 نقطهٔ b و c برابر بوده از این‌رو بار گذرنده $(q=It)$ از نقطهٔ b و c یکسان است $(q_b=q_c)$ اما جریان مدار بین دو مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ تقسیم می‌شود در واقع بار الکتریکی بین دو مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ تقسیم می‌شود، بنابراین بار گذرنده از نقطهٔ a از بار گذرنده از b و c کمتر است.

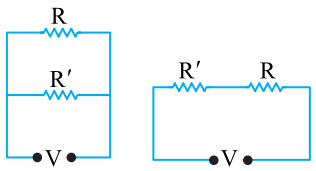


$q_b=q_c>q_a$

B ۱ ۱۸۳۵

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)، ۱/۵ برابر جریان عبوری از مقاومت R' در شکل (۲) باشد، $\frac{R}{R'}$ کدام است؟

ریاضی - ۸۸



شکل (۱) شکل (۲)

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

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:

$$I=۱/۵I'\Rightarrow\frac{V}{R'}=۱/۵\frac{V}{R+R'}\Rightarrow ۱/۵R'=R+R'\Rightarrow ۰/۵R'=R\Rightarrow\frac{R}{R'}=\frac{۱}{۲}$$

B ۱ ۱۸۳۶

بازی با سؤال قطر مقطع دو سیم مسی A و B به ترتیب ۰/۲mm و ۰/۳mm و طول این دو سیم باهم برابر است. این دو سیم به‌طور موازی به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شده‌اند و از مجموعه جریان ۲/۶ آمپر می‌گذرد. جریان عبوری از سیم A چند آمپر است؟

خارج تجربی - ۸۸

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۱۴ ۳) ۱/۵۶ ۴) ۱/۸

پاسخ دو سیم مسی بوده و مقاومت ویژه آن‌ها یکسان است و طول دو سیم برابر بوده و قطر سیم B، $\frac{۳}{۲}$ برابر قطر سیم A است. در شاخه‌هایی که مقاومت‌ها موازی‌اند، ولتاژ دو سر آن‌ها باهم برابر است از این‌رو:

$$V_A=V_B\Rightarrow I_AR_A=I_BR_B\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\frac{R_A}{R_B}\quad (۱)$$

با توجه به رابطهٔ ساختمانی مقاومت چون دو سیم مسی بوده، مقاومت ویژهٔ آن‌ها برابر است از طرفی طول دو سیم یکسان است بنابراین:

$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow{A=\pi(\frac{D}{2})^2}\frac{R_A}{R_B}=(\frac{D_B}{D_A})^2\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=(\frac{3}{2})^2\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{9}{4}\qquad(2)$$

از رابطه‌های (۱) و (۲) خواهیم داشت:

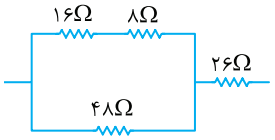
$$\frac{I_B}{I_A}=\frac{9}{4}\Rightarrow I_B=\frac{9}{4}I_A$$

جریان کل مدار یعنی مجموع جریان‌های I_A و I_B برابر $2/6A$ است $(I_A+I_B=2/6)$ در نتیجه:

$$I_A+\frac{9}{4}I_A=2/6\Rightarrow\frac{13I_A}{4}=2/6\Rightarrow I_A=0/8A$$

B ۱ ۱۸۳۸

بازی با سؤال در شکل زیر که بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، جریان عبوری از مقاومت 8Ω چند برابر جریان عبوری از مقاومت 48Ω است؟

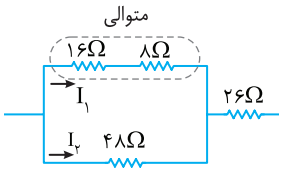


۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۶ ۴) $\frac{1}{6}$

پاسخ مسئلهٔ ساده‌ای است، کافی است مقاومت شاخه بالایی که در آن دو مقاومت 8Ω و 16Ω وجود دارد را حساب کنیم.

$$R_{\text{بالایی}}=16+8=24\,\Omega$$

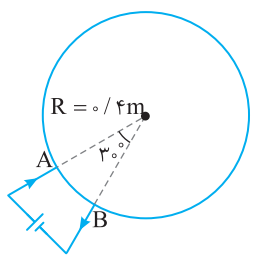


دو مقاومت 8Ω و 16Ω با هم متوالی بوده و جریان آن‌ها یکسان و برابر I_1 است. مقاومت 24Ω با مقاومت 48Ω موازی است و در مقاومت‌های موازی جریان‌ها با مقاومت نسبت وارون دارند، بنابراین:

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{R_{\text{پایینی}}}{R_{\text{بالایی}}}=\frac{48}{24}=2$$

B ۱ ۱۸۴۲

بازی با سؤال مقاومت هر متر از طول یک سیم رسانا 50Ω است. آن را مطابق شکل به‌صورت یک حلقه درمی‌آوریم و در مدار قرار می‌دهیم، مقاومت معادل مدار چند اهم می‌شود؟ $(\pi=3)$



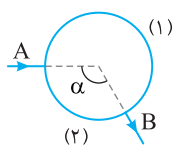
۱) $\frac{55}{6}$

۲) $\frac{35}{6}$

۳) $\frac{25}{6}$

۴) $\frac{15}{6}$

پاسخ **خط فکری** اگر سیمی را به شکل دایره درآوریم مقاومت هر قسمت برابر می‌شود با:



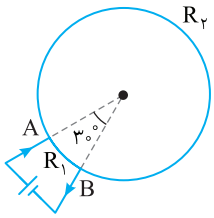
$$R_{AB,1}=\frac{360-\alpha}{360}R_{\text{کل}}$$

$$R_{AB,2}=\frac{\alpha}{360}R_{\text{کل}}$$

ابتدا محیط دایره را به‌دست می‌آوریم:

$$l=2\pi r\Rightarrow l=2\times3\times0/4=2/4m$$

مقاومت هر متر سیم 50Ω است، بنابراین مقاومت کل این حلقه $2/4\times50=120\Omega$ است. حلقه به‌گونه‌ای در مدار است که به دو مقاومت موازی R_1 و R_2 تبدیل شده است.



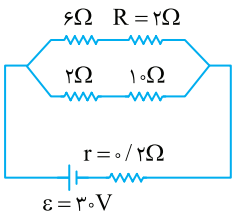
مقاومت R_1، $\frac{30}{360}=\frac{1}{12}$ مقاومت کل حلقه است بنابراین:

$$R_1=\frac{1}{12}\times120\Rightarrow R_1=10\Omega\quad,\quad R_2=\frac{11}{12}\times120\Rightarrow R_2=110\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{10\times110}{120}=\frac{55}{6}\Omega$$

B ۲ ۱۸۴۴

بازی با سؤال در مدار شکل زیر افت پتانسیل دو مقاومت R چند ولت است؟



۱) ۴/۸

۲) ۷/۲

۳) ۲/۴

۴) ۳/۶

پاسخ مقاومت 2Ω و 6Ω در شاخهٔ بالایی متوالی بوده و مقاومت معادل آن خواهد شد:

$$R_{\text{بالایی}}=6+2=8\,\Omega$$

همچنین در شاخهٔ پایینی، مقاومت‌های 2Ω و 10Ω متوالی هستند، بنابراین:

$$R_{\text{پایینی}}=2+10=12\,\Omega$$

شاخهٔ بالایی و پایینی موازی هستند و مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{12}+\frac{1}{8}=\frac{2+3}{24}\Rightarrow R_{eq}=4/8\,\Omega$$

جریان مدار را حساب می‌کنیم:

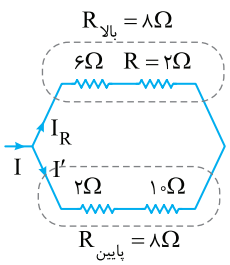
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{30}{4/8+0/2}=6A$$

جریان کل مدار را در مقاومت کل مدار ضرب می‌کنیم تا ولتاژ دو سر مدار به‌دست آید:

$$V=IR'=6\times4/8=28/8V$$

با تقسیم ولتاژ به مقاومت شاخهٔ بالایی، جریان مقاومت $R=2\Omega$ به‌دست می‌آید.

$$I_R=\frac{V}{R_{\text{بالا}}}=\frac{28/8}{8}=3/6A$$



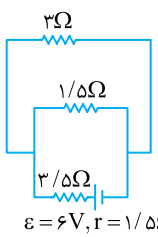
افت پتانسیل از رابطهٔ $V=RI$ به‌دست می‌آید.

$$V_R=RI_R\Rightarrow V_R=3/6\times2=7/2V$$

B ۲ ۱۸۴۵

بازی با سؤال در مدار زیر جریانی که از مقاومت $1/5\Omega$ می‌گذرد، چند آمپر است؟

ریاضی - ۸۷



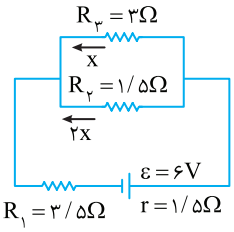
۱) $\frac{1}{3}$

۲) $\frac{2}{3}$

۳) $\frac{2}{5}$

۴) $\frac{3}{5}$

پاسخ ابتدا مدار را ساده‌تر رسم می‌کنیم:



مقاومت‌های R_2 و R_3 موازی هستند:

$$R_{23}=\frac{R_2\times R_3}{R_2+R_3}=\frac{1/5\times 3}{1/5+3}=1\,\Omega$$

مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq}=R_{23}+R_1=1+3/5=4/5\,\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{6}{4/5+1/5}=1A$$

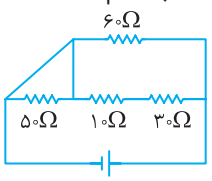
اگر جریان مقاومت $3\,\Omega$، x باشد، جریان مقاومت $1/5\,\Omega$ موازی با آن $2x$ است، از این‌رو:

$$x+2x=1\Rightarrow x=\frac{1}{3}A\,,\,2x=2\times\frac{1}{3}\Rightarrow I_2=\frac{2}{3}A$$

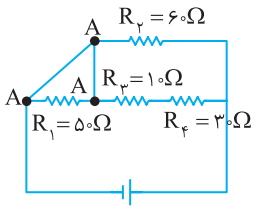
B ۲ ۱۸۵۲

بازی با سؤال در مدار شکل زیر مقاومت معادل چند اهم است؟

۱) ۷۴
۲) ۲۴
۳) ۱۸
۴) ۵۲

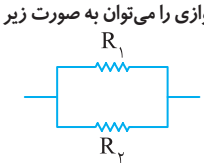


پاسخ **خط فکری** هر گاه دو نقطه از مدار با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل شوند آن دو نقطه هم‌پتانسیل‌اند و در حکم یک نقطه از مدار هستند و می‌توانیم آن‌ها را با یک حرف مشخص کنیم.



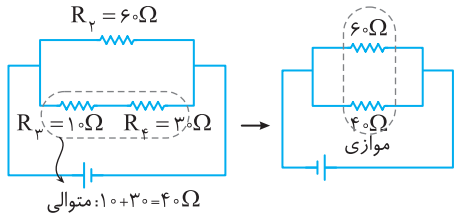
به شکل نگاه کنید دو سر مقاومت $R_1=50\,\Omega$ به یک نقطه وصل است. اصطلاحاً می‌گوییم مقاومت $50\,\Omega$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود.

یادآوری مقاومت معادل دو مقاومت موازی را می‌توان به صورت زیر به‌دست آورد:



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

با اتصال کوتاه شدن مقاومت $50\,\Omega$، این مقاومت از مدار حذف می‌شود و مدار به صورت شکل زیر خواهد بود.

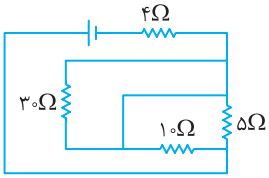


$$R_{eq}=\frac{40\times 60}{40+60}\Rightarrow R_{eq}=24\Omega$$

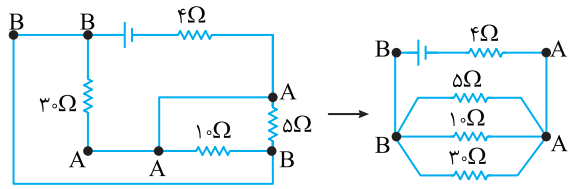
A ۳ ۱۸۵۵

بازی با سؤال مقاومت معادل در شکل زیر چند اهم است؟

۱) ۴
۲) صفر
۳) ۷
۴) ۱۲



پاسخ مدار را نام‌گذاری کرده و مجدداً آن را رسم می‌کنیم.



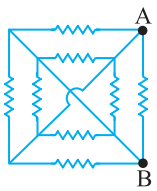
مشاهده می‌شود که هر سه مقاومت $5\,\Omega$، $10\,\Omega$ و $30\,\Omega$ بین دو نقطهٔ A و B بسته شده است و با هم موازی هستند:

$$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{10}+\frac{1}{5}+\frac{1}{30}=\frac{3+6+1}{30}\Rightarrow R_{AB}=3\,\Omega\,,R_{eq}=4+3=7\,\Omega$$

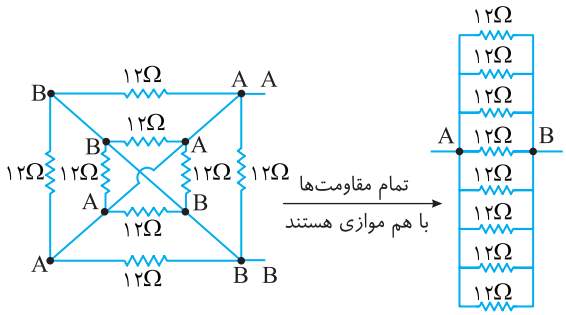
B ۲ ۱۸۵۷

بازی با سؤال در مدار زیر مقاومت معادل بین A و B چند اهم است؟

۱) ۲
۲) ۱/۵
۳) ۶
۴) ۴



پاسخ حال شکل دیگری از مقاومت را رسم می‌کنیم:

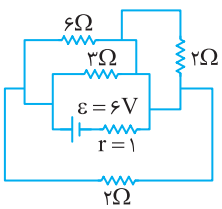


$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{12}{8}=1/5\Omega$$

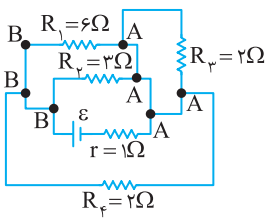
B ۲ ۱۸۶۲

بازی با سؤال در مدار زیر، افت پتانسیل درونی باتری چند ولت است؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۱
۴) ۴



پاسخ **خط فکری** از شکل مدار نترسید، نام‌گذاری نقاطی که با سیم‌های بدون مقاومت به هم وصل شده‌اند را شروع کنید تا بتوانید مقاومت معادل را بیابید. به شکل نگاه کنید، هر سه مقاومت R_1، R_2 و R_4 بین دو نقطهٔ A و B بسته شده و باهم موازی‌اند، اما به دو سر مقاومت R_3 نگاه کنید، در دو سر آن حرف یکسان A قرار دارد بنابراین R_3 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود و مقاومت معادل خواهد شد:



$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{3}+\frac{1}{6}+\frac{1}{2}=\frac{2+1+3}{6}=\frac{1}{1}\Rightarrow R_{eq}=1\,\Omega$$

جریان مدار برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{6}{1+1}=3A$$

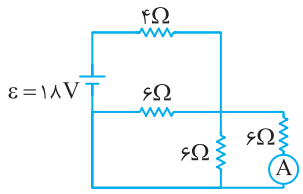
افت پتانسیل باتری یعنی $V'=Ir$ بنابراین:

$$V'=3\times 1=3V$$

B ۱ ۱۸۶۴

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو، آمپرسنج A چند آمپر را نشان خواهد داد؟

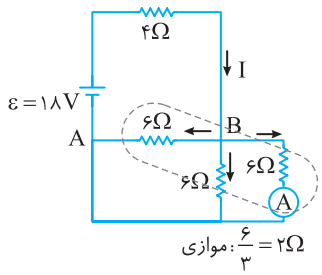
۱) ۱
۲) ۱/۵
۳) ۳
۴) ۲



پاسخ مسئلهٔ ساده‌ای است.

۱ سه مقاومت ۶Ω باهم موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت ۴Ω متوالی است بنابراین مقاومت معادل خواهد شد:

$R_{eq}=۴+۲=۶\Omega$

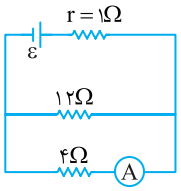


۲ جریان کل مدار را حساب می‌کنیم. $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۸}{۶+۰}\Rightarrow I=۳A$

۳ جریان کل مدار به سه شاخه مساوی تقسیم می‌شود و از هر مقاومت ۶Ω جریان $\frac{۳}{۳}=۱A$ می‌گذرد و آمپرسنج عدد ۱A را نشان می‌دهد.

B ۲ ۱۸۶۹

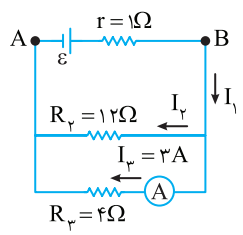
بازی با سؤال در شکل زیر، آمپرسنج ۳A را نشان می‌دهد. در این صورت نیروی محرکه مولد (ε) چند ولت است؟



کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۲
۲) ۱۶
۳) ۲۰
۴) ۲۴

پاسخ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۲$ و مقاومت $R_۳$ و اختلاف پتانسیل دو سر باتری (V) باهم برابر است، زیرا هر سه بین دو نقطهٔ A و B بسته شده و باهم موازی هستند، بنابراین:



$V_{AB}=V_۲=V_۳\Rightarrow I_۲R_۲=I_۳R_۳$

$\Rightarrow ۱۲I_۲=۳\times۴\Rightarrow I_۲=۱A$

جریان کل مدار برابر مجموع جریان $I_۲$ و $I_۳$ است از این‌رو:

$I_۱=I_۲+I_۳\Rightarrow I_۱=۱+۳\Rightarrow I=۴A$

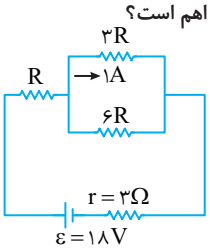
اختلاف پتانسیل دو سر $R_۳$ برابر است با: $V_۳=I_۳R_۳=۴\times۳=۱۲V$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری را می‌نویسیم: $V=\varepsilon-Ir\Rightarrow ۱۲=\varepsilon-۴\times۱\Rightarrow\varepsilon=۱۶V$

B ۲ ۱۸۷۲

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو R چند اهم است؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶



پاسخ ۱ مقاومت‌های $۳R$ و $۶R$ موازی هستند و در مقاومت‌های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد، یعنی وقتی از مقاومت $۳R$ جریان ۱A می‌گذرد از مقاومت $۶R$ جریان $\frac{۱}{۲}A$ می‌گذرد. در این صورت جریان کل مدار خواهد شد:

$I=۱+\frac{۱}{۲}=۱/۵A$

۲ مقاومت معادل $۳R$ و $۶R$ که با هم موازی هستند خواهد شد: $\frac{۳R\times۶R}{۳R+۶R}=۲R$

مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_{eq}=R+۲R=۳R$

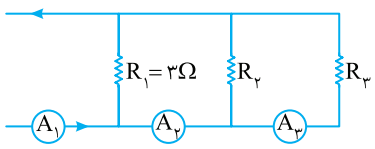
۳ اکنون به کمک رابطهٔ جریان مسئله قابل حل است.

$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow ۱/۵=\frac{۱۸}{۳R+۳}\Rightarrow ۴/۵R+۴/۵=۱۸\Rightarrow ۴/۵R=۱۳/۵\Rightarrow R=۳\Omega$

B ۳ ۱۸۷۳

بازی با سؤال شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. آمپرسنج‌های ایده‌آل $A_۱$، $A_۲$ و $A_۳$ به‌ترتیب ۵، ۳ و ۲/۵ آمپر را نشان می‌دهند. اگر $R_۱=۳\Omega$ باشد، مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ به‌ترتیب از راست به چپ چند اُهم هستند؟

قلم‌چی

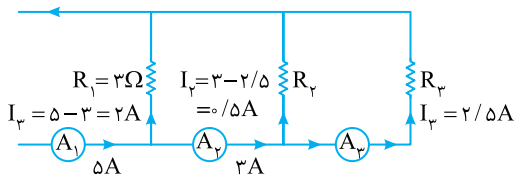


۱) ۲ و ۶
۲) ۲ و ۳
۳) ۱۲ و ۲/۴
۴) ۶ و ۳

پاسخ **خط فکری** در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است، بنابراین می‌توان اختلاف پتانسیل دو سر $R_۱$ را حساب کرد و به کمک آن مقاومت شاخه‌های موازی دیگر را به‌دست آورد.

$V_۱=R_۱I_۱=۳\times۲=۶V$

تقسیم جریان‌ها را بررسی می‌کنیم. آمپرسنج $A_۱$ جریان کل مدار یعنی ۵A، آمپرسنج $A_۲$ جریان ۳A را نشان می‌دهد بنابراین جریان مقاومت $R_۱$ برابر $۵-۳=۲A$ می‌شود. جریان ۳A بین مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ تقسیم می‌شود، آمپرسنج $A_۳$، جریان عبوری از $R_۳$ را نشان می‌دهد پس جریان مقاومت $R_۳$، برابر ۲/۵A است و سهم $R_۲$ از جریان $I_۲=۳-۲/۵=۰/۵A$ است.



بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ هر کدام ۶V می‌شود. از این‌رو:

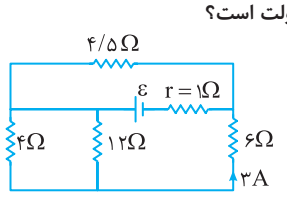
$V_۲=I_۲R_۲\Rightarrow ۶=۰/۵R_۲\Rightarrow R_۲=۱۲\Omega$

$V_۳=I_۳R_۳\Rightarrow ۶=۲/۵R_۳\Rightarrow R_۳=۲/۴\Omega$

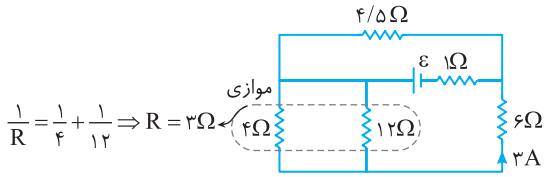
B ۳ ۱۸۷۵

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو جریان عبوری از مقاومت ۶Ω برابر ۳A است. نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟

۱) ۱۸
۲) ۲۴
۳) ۳۶
۴) ۴۸

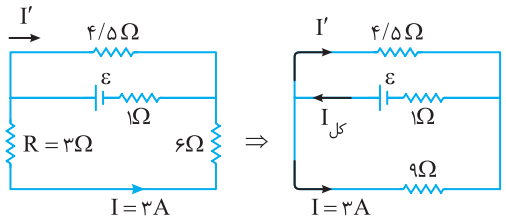


پاسخ مقاومت‌های ۴Ω و ۱۲Ω با هم موازی‌اند:



$\frac{1}{R}=\frac{1}{4}+\frac{1}{12}\Rightarrow R=3\Omega$

مدار به‌صورت زیر می‌شود و دو مقاومت ۶Ω و R متوالی‌اند و جریان عبوری از آن‌ها یکسان و برابر ۳A است.



دو مقاومت ۹Ω و ۴/۵Ω موازی‌اند و در مقاومت‌های موازی جریان هر شاخه با مقدار مقاومت‌ها رابطه عکس دارد.

$\frac{I'}{I}=\frac{9}{4/5}\Rightarrow I'=2I \xrightarrow{I=3A} I'=6A$

$I_{کل}=I+I'\Rightarrow I_{کل}=3+6=9A$

مقاومت معادل را با توجه به اینکه دو مقاومت ۴/۵Ω و ۹Ω موازی‌اند حساب می‌کنیم:

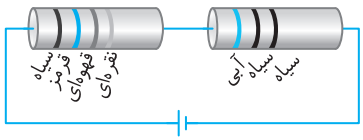
$R_{eq}=\frac{9\times 4/5}{9+4/5}=3\Omega$

جریان کل برابر است با: $I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow 9=\frac{\varepsilon}{3+1}\Rightarrow \varepsilon=36V$

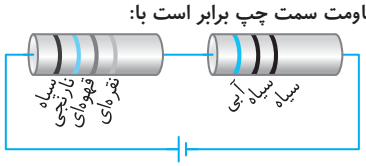
C ۱۸۸۵ ۴

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو مقاومت معادل کدام گزینه می‌تواند باشد؟ (سیاه = صفر، قهوه‌ای = ۱، قرمز = ۲، آبی = ۶ نقره‌ای ۱۰٪)

۱) ۵۵
۲) ۶۳
۳) ۹۵
۴) ۹۰



پاسخ مقاومت سمت چپ برابر است با:



$\overline{ab}\times 10^{n}=2\times 10^{1}=20\Omega$

$20-0/1\times 20\le R\le 20+0/1\times 20\Rightarrow 18\Omega\le R\le 22\Omega$

مقاومت سمت راست برابر است با: $\overline{ab}\times 10^{n}=60\times 10^{0}=60\Omega$

وقتی حلقهٔ چهارم وجود ندارد و بی‌رنگ است. تلرانس ۲۰٪ است.

$60-60\times 0/2\le R'\le 60+60\times 0/2\Rightarrow 48\Omega\le R'\le 72\Omega$

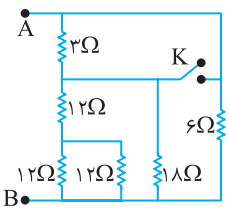
مقاومت معادل خواهد شد:

$R_{eq}=R+R'\Rightarrow 18+48\le R_{eq}\le 22+72\Rightarrow 66\Omega\le R_{eq}\le 94\Omega$

تنها گزینهٔ (۴) بین این دو مقدار است.

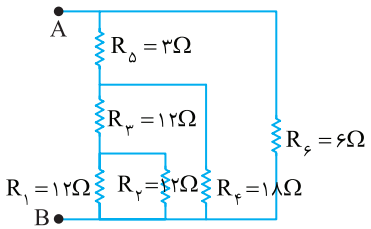
B ۱ ۱۸۸۷

بازی با سؤال در مدار زیر ابتدا کلید باز است. اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟ خارج ریاضی - ۹۲



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_2 موازی‌اند: $R_{12}=\frac{12}{2}=6\Omega$

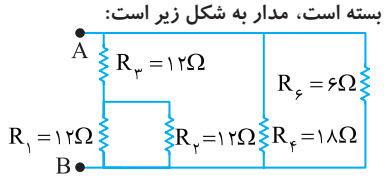
R_{12} با R_3 متوالی است: $R_{123}=12+6=18\Omega$

R_{123} با R_4 موازی است: $R_{1234}=\frac{18}{2}=9\Omega$

R_{1234} با R_5 متوالی است: $R_{12345}=3+9=12\Omega$

R_{12345} با R_6 موازی است: $R_{eq}=\frac{12\times 6}{12+6}\Rightarrow R_{eq}=4\Omega$

وقتی کلید K بسته است، مدار به شکل زیر است:

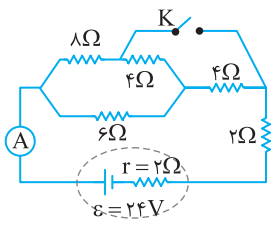


$R_5=3\Omega$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت معادل R_1، R_2 و R_3 مانند قبل بوده و برابر ۱۸Ω است و مقاومت‌های R_4 و R_6 و R_{123} با هم موازی‌اند: $\frac{1}{R'_{eq}}=\frac{1}{18}+\frac{1}{18}+\frac{1}{6}\Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}}=\frac{1+1+3}{18}\Rightarrow R'_{eq}=3/6\Omega$

تغییر مقاومت برابر خواهد شد با: $R_{eq}-R'_{eq}=4-3/6=0/4\Omega$

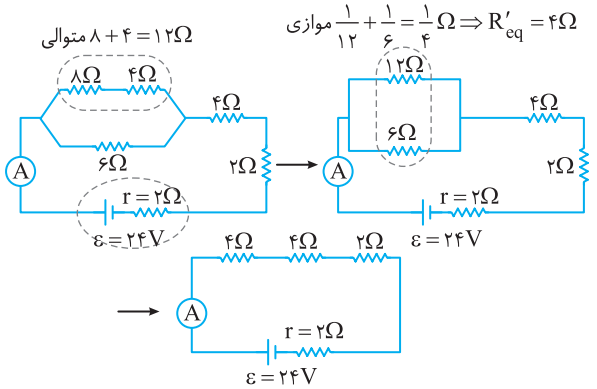
B ۱ ۱۸۸۸

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو، اگر کلید K بسته شود، عددی که آمپرسنج ایده‌آل (آرمانی) نشان می‌دهد چند برابر می‌شود؟ قلم‌چی



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

پاسخ حالت اول: اگر کلید باز باشد، مدار به صورت زیر است:

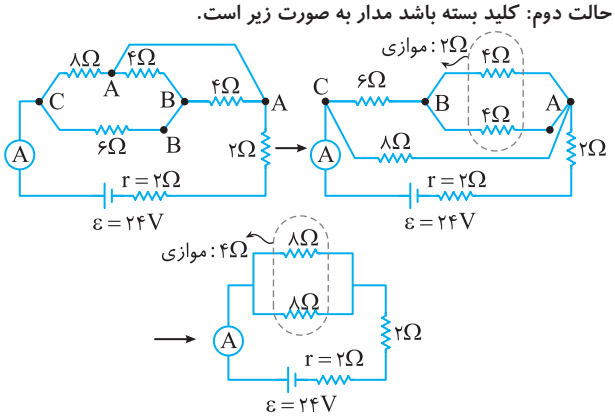


بنابراین مقاومت معادل برابر است با: $R_{eq}=4+4+2=10\Omega$

آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد، از این‌رو:

$I_1=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I_1=\frac{24}{10+2}\Rightarrow I_1=2A$

حالت دوم: کلید بسته باشد مدار به صورت زیر است.



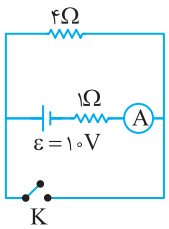
مقاومت معادل در این حالت خواهد شد: $R_{eq}=۴+۲=۶\Omega$

جریان مدار خواهد شد: $I_۲=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۲۴}{۶+۲}=۳A$

نسبت جریان در حالت دوم به حالت اول برابر است با: $\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۳}{۲}$

۳ ۱۸۸۹ B

بازی با سوال در مدار شکل زیر 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
۴) ۵/۲

پاسخ وقتی کلید باز است جریان مدار برابر است با:

$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۴+۱}=۲A$

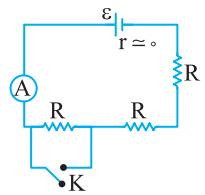
وقتی کلید بسته می‌شود، جریانی از مقاومت ۴Ω نمی‌گذرد و تمام جریان از سیم بدون مقاومت می‌گذرد و جریان مدار برابر است با: $I'=\frac{\varepsilon}{r}\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۱}=۱۰A$

بنابراین $\frac{I'}{I}=\frac{۱۰}{۲}=۵$

۱ ۱۸۹۱ B

بازی با سوال در مدار شکل زیر با بستن کلید K جریان عبوری از آمپرسنج چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

کنکور دهه‌های گذشته



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 $R_{eq}=R+R+R=۳R$ است و جریان مدار برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{\varepsilon}{۳R}$

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 $R'_{eq}=۲R$ می‌شود و جریان مدار خواهد شد: $I'=\frac{\varepsilon}{۲R}$

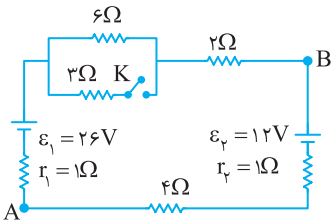
۳ نسبت I' به I خواهد شد: $\frac{I'}{I}=\frac{\frac{\varepsilon}{۲R}}{\frac{\varepsilon}{۳R}}=\frac{۳}{۲}=۱/۵\Rightarrow I'=۱/۵I$

۴ درصد تغییرات جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، برابر است با:

افزایش $\frac{\Delta I}{I}\times ۱۰۰=\frac{۱/۵I-I}{I}\times ۱۰۰=۰/۵\times ۱۰۰=۵۰٪$

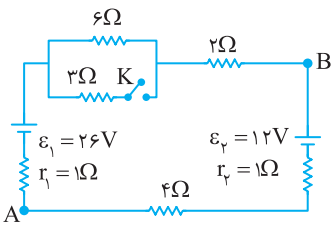
۱ ۱۸۹۲ C

بازی با سوال در مدار شکل زیر با بستن کلید K جریان مدار چند آمپر تغییر می‌کند؟



۱) ۰/۴، افزایش
۲) ۰/۴، کاهش
۳) ۰/۲، افزایش
۴) ۰/۲، کاهش

پاسخ ۱ هنگام باز بودن کلید، مقاومت ۳Ω در مدار نبوده و مقاومت معادل مدار خواهد شد: $R_{eq}=۶+۲+۴=۱۲\Omega$



۲ باداشتن مقاومت معادل، جریان را حساب می‌کنیم

$I=\frac{\varepsilon_۱-\varepsilon_۲}{R_{eq}+r_۱+r_۲}\Rightarrow I=\frac{۲۶-۱۲}{۱۲+۱+۱}=\frac{۱۴}{۱۴}=۱A$

۳ هنگام بسته بودن کلید مقاومت ۳Ω وارد مدار شده و مقاومت ۳Ω با مقاومت ۶Ω موازی می‌شود و مقاومت معادل برابر است با:

$R_{eq}=\frac{۳\times ۶}{۳+۶}+۴+۲=۸\Omega$

۴ جریان مدار در این حالت خواهد شد: $I'=\frac{۲۶-۱۲}{۸+۱+۱}=\frac{۱۴}{۱۰}=۱/۴A$

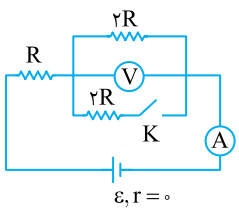
۵ بنابراین جریان به اندازه ۰/۴A افزایش می‌یابد.

$۱/۴-۱=۰/۴A$

۴ ۱۸۹۴ B

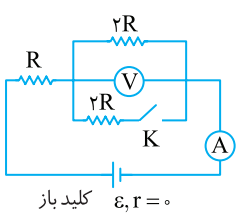
بازی با سوال در مدار شکل زیر در ابتدا کلید K باز است. اگر کلید را ببندیم، اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

کنکور دهه‌های گذشته



۱) صفر، ۲
۲) $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۴}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۴}$ ، $\frac{۲}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۳}{۴}$

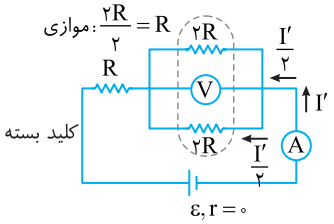
پاسخ حالت اول زمانی که کلید باز است، مقاومت‌های متوالی R و ۲R در مدار قرار دارند و مقاومت معادل مدار برابر $R+۲R=۳R$ می‌شود و جریان مدار (عدد آمپرسنج) $I=\frac{\varepsilon}{۳R}$ است. ولت‌سنج ولتاژ دو سر مقاومت ۲R را نشان می‌دهد، پس ولت‌سنج عدد $V=I(۲R)=\frac{۲\varepsilon}{۳}$ را نمایش می‌دهد.



حالت دوم زمانی که کلید بسته است، مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$R'_{eq}=R+R=2R$

و جریان مدار (عدد آمپرسنج) برابر با $I'=\frac{\varepsilon}{2R}$ است و

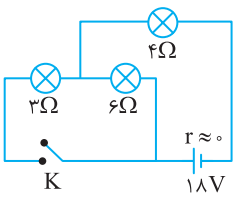


چون دو مقاومت موازی‌اند و با هم برابرند جریان هر یک نصف جریان کل مدار است. بنابراین ولت‌سنج عدد $V'=\frac{I'}{2}\times 2R=\frac{\varepsilon}{2}$ را نشان می‌دهد، بنابراین $\frac{V'}{V}=\frac{3}{4}$ و $\frac{I'}{I}=\frac{3}{2}$ است.

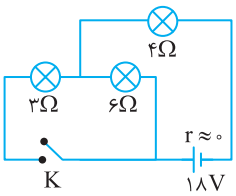
B ۱۸۹۵ ۲

بازی با سؤال در شکل مقابل با بستن کلید K جریان عبوری از لامپ ۴ اهمی چند آمپر تغییر می‌کند؟ از کتاب درسی

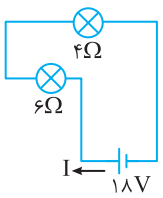
۱) ۲، افزایش
۲) ۱/۲، افزایش
۳) ۲، کاهش
۴) ۱/۲، کاهش



پاسخ تذکر! لامپ ۴Ω با باتری متوالی است و در هر حالتی جریان عبوری از آن، جریان خروجی از باتری یا همان $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ است.



حالت اول کلید باز است، بنابراین یک سر مقاومت ۳Ω به مدار متصل نیست و مقاومت ۳Ω در مدار حضور ندارد و مدار به شکل روبه‌روست که در آن دو مقاومت ۴Ω و ۶Ω متوالی هستند و مقاومت معادل مدار خواهد شد:

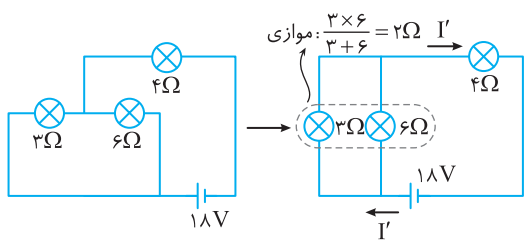


$R=4+6=10\Omega$

جریان مدار وقتی کلید باز است برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{18}{10}\Rightarrow I=1/8A$

حالت دوم کلید بسته است.

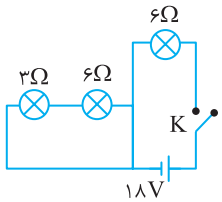
وقتی کلید را می‌بندیم مقاومت ۳Ω به مدار وصل شده و با مقاومت ۶Ω موازی می‌شود و مقاومت معادل آن‌ها ۲Ω است که مقاومت ۲Ω با مقاومت ۴Ω متوالی است و مقاومت معادل مدار $4+2=6\Omega$ می‌شود. جریان مدار در این حالت برابر خواهد شد با: $I'=\frac{18}{6}=3A$



در نتیجه جریان $\Delta I=3-1/8=1/2A$ افزایش می‌یابد.

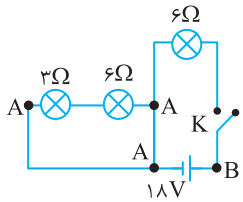
C ۱۸۹۶ ۴

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اگر کلید K وصل شود، چه جریانی از لامپ ۳Ω می‌گذرد؟



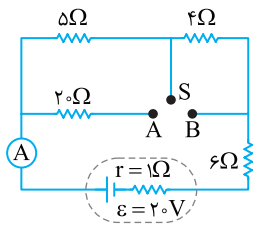
۱) ۱A
۲) ۲A
۳) ۳A
۴) صفر

پاسخ در شکل روبه‌رو اگر کلید بسته و یا باز باشد مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω اتصال کوتاه هستند و از آن‌ها جریانی نمی‌گذرد. دقت کنید دو سر مجموعه ۳Ω و ۶Ω دارای حرف یکسان A است.



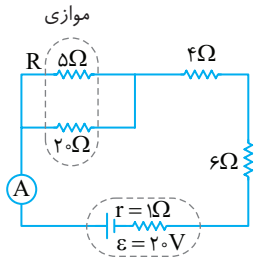
C ۱۸۹۸ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر ابتدا کلید S به نقطهٔ A وصل است. اگر کلید S به نقطهٔ 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 نقطهٔ A وصل است، مدار به صورت شکل روبه‌رو است. مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم:



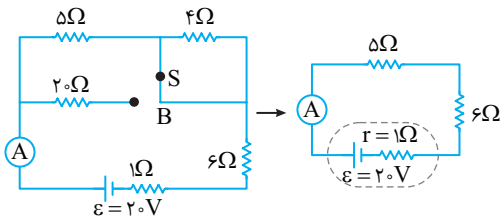
$R=\frac{5\times 20}{5+20}=4\Omega$

$R_{eq}=4+4+6=14\Omega$

جریان مدار خواهد شد:

$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{20}{14+1}=\frac{20}{15}=\frac{4}{3}A$

وقتی کلید S به نقطهٔ B وصل است، مطابق شکل مقاومت ۲۰Ω به مدار وصل نیست و مقاومت ۴Ω اتصال کوتاه می‌شود، بنابراین مدار به صورت شکل زیر است. در این صورت مقاومت‌های ۵Ω و ۶Ω در مدار با هم متوالی هستند.



$\Rightarrow R_{eq}=5+6=11\Omega$

جریان مدار خواهد شد:

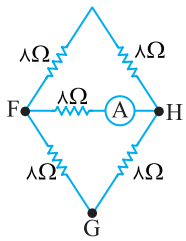
$I'=\frac{20}{11+1}=\frac{5}{3}A$

بنابراین تغییر جریان مدار برابر است با:

$\Delta I=I'-I=\frac{5}{3}-\frac{4}{3}=\frac{1}{3}A$

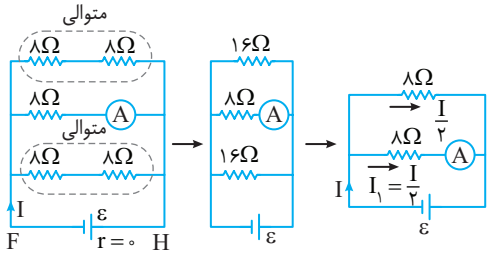
C ۱۹۰۹ ۴

بازی با سوال در شکل زیر هنگامی که نقاط H و F به یک باتری آرمانی وصل باشند، آمپرسنج عدد A_1 را نشان می‌دهد و هنگامی که نقاط F و G را به همان باتری وصل کنیم، آمپرسنج عدد A_2 را نشان می‌دهد، $\frac{A_1}{A_2}$ برابر کدام گزینه است؟



۱) ۱
۲) ۱/۵
۳) ۲
۴) ۲/۵

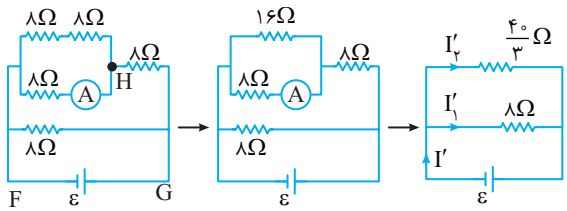
پاسخ هنگامی که مدار، در نقاط H و F به باتری آرمانی وصل شود، داریم:



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 ۸Ω که جریان $\frac{I}{2}$ از آن می‌گذرد با نیروی محرکهٔ باتری آرمانی برابر است از این‌رو:

$$I_1=\frac{I}{2}=\frac{\varepsilon}{8}$$

زمانی که مدار در نقاط F و G به پتانسیل وصل شود، شکل مدار به صورت زیر است:

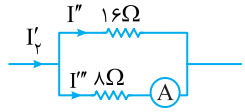


$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{3}{40}+\frac{1}{8}=\frac{8}{40}=\frac{1}{5}\Rightarrow R_{eq}=5\Omega\Rightarrow I'=\frac{\varepsilon}{5}\quad (1)$$

مقاومت‌های ۸Ω و $\frac{40}{3}\Omega$ با هم موازی‌اند و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر است از این‌رو:

$$V_1=V_2\Rightarrow 8I'_1=\frac{40}{3}I'_2\Rightarrow I'_1=\frac{5}{3}I'_2\ ,\ I'_1+I'_2=I'\Rightarrow\frac{8}{3}I'_2=I'\Rightarrow I'_2=\frac{3}{8}I'$$

حال مقاومت‌های ۱۶Ω و ۸Ω با هم موازی‌اند و جریان I'_2 بین آن‌ها تقسیم می‌شود.



$$8I'''=16I''\Rightarrow I''=\frac{1}{2}I'''$$

جریان I'_2 برابر مجموع جریان I'' و I''' است از این‌رو:

$$I''+I'''=I'_2\Rightarrow\frac{3}{2}I'''=\frac{3}{8}I'\Rightarrow I'''=\frac{1}{4}I'\qquad (2)$$

آمپرسنج جریان I''' را نشان می‌دهد که با توجه به رابطه (۱) و (۲)، جریان I''' خواهد شد:

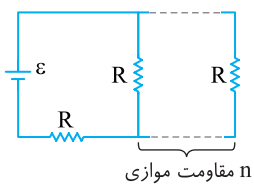
$$A_2=I'''=\frac{\varepsilon}{20}$$

در این صورت نسبت $\frac{A_1}{A_2}$ خواهد شد:

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{I_1}{I'''}=\frac{\frac{\varepsilon}{8}}{\frac{\varepsilon}{20}}=\frac{20}{8}=\frac{5}{2}=2/5$$

C ۱۹۱۰ ۳

بازی با سوال 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 اندازهٔ ۱/۲۵ درصد تغییر می‌کند، n کدام است؟ قلم‌چی



۱) ۱
۲) ۳۲
۳) ۸
۴) ۴

پاسخ **نکته** 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 $I_1=\frac{n}{n+1}\frac{\varepsilon}{R}$ به $I_2=\frac{n+1}{n+2}\frac{\varepsilon}{R}$ می‌رسد:

$$I_2=I_1+\frac{1/25}{100}I_1\Rightarrow I_2=\frac{101/25}{100}I_1$$

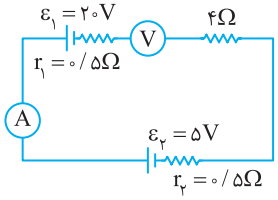
$$\Rightarrow\frac{n+1}{n+2}\frac{\varepsilon}{R}=\frac{101/25}{100}\frac{n}{n+1}\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow\frac{n+1}{n+2}=\frac{4/05}{4}\frac{n}{n+1}$$

$$4n^2+8n+4=4/05n^2+8/1n\Rightarrow 0/05n^2+0/1n-4=0$$

$$\xrightarrow{\times 20} n^2+2n-80=0\Rightarrow(n+10)(n-8)=0\Rightarrow n=8$$

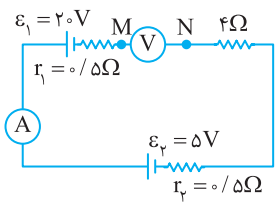
B ۱۹۱۸ ۳

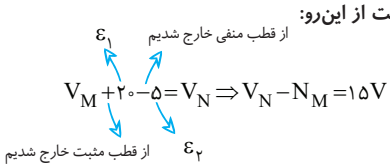
بازی با سوال در شکل روبه‌رو وسایل اندازه‌گیری آرمانی هستند. به‌ترتیب از راست به چپ ولت‌سنج چند ولت و آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟



۱) ۱۵، ۳
۲) ۲۵، ۵
۳) ۱۵، صفر
۴) ۲۵، صفر

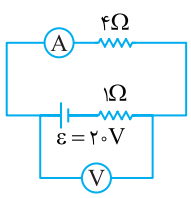
پاسخ ولت‌سنج ایده‌آل است و از آن جریانی نمی‌گذرد پس جریان مدار صفر است، بنابراین آمپرسنج عدد صفر را نشان می‌دهد. اکنون ولتاژ در دو سر ولت‌سنج را با قاعده حلقه به‌دست می‌آوریم و به صورت پادساعتگرد از M به N قدم می‌زنیم. البته چون جریان مدار صفر است، ولتاژ دو سر تمام مقاومت‌ها صفر است از این‌رو:





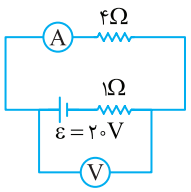
B ۱۹۱۹ ۳

بازی با سوال در مدار شکل زیر با جابه‌جا کردن جای آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی، به ترتیب از راست به چپ اعدادی که نشان می‌دهند چقدر تغییر می‌کند؟ (با فرض آسیب نرسیدن به آمپرسنج)



۱) ۴ و ۱۶
۲) ۱۶ و ۴
۳) ۱۶ و ۱۶
۴) ۴ و ۴

پاسخ در حالت اول آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد:

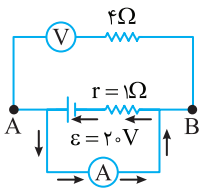


$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۲۰}{۴+۱}=\frac{۲۰}{۵}=۴A$$

و ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را:

$$V=\varepsilon-Ir=۲۰-۴=۱۶V$$

در حالت دوم چون مقاومت ولت‌سنج بسیار بالا است، جریانی از مقاومت ۴Ω عبور نمی‌کند و تمام جریان در مسیر نشان داده شده شارش می‌کند



$$I'=\frac{\varepsilon}{r}\Rightarrow I'=\frac{۲۰}{۱}=۲۰A$$

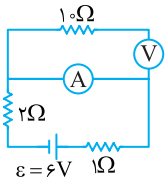
ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین A و B که همان اختلاف پتانسیل دو سر باتری است را نشان می‌دهد که برابر است با:

$$V'=\varepsilon-Ir=۲۰-۲۰=۰$$

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.

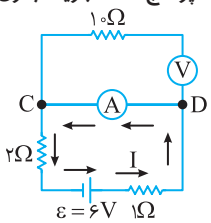
B ۱۹۲۰ ۱

بازی با سؤال در مدار زیر اگر آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی باشند، به ترتیب از راست به چپ چه عددی را نشان می‌دهند؟ آزمون مدارس برتر



۱) ۲، صفر
۲) ۲، ۴
۳) صفر، صفر
۴) صفر، ۴

پاسخ ولت‌سنج با مقاومت ۱۰Ω متوالی بسته شده است، بنابراین از شاخهٔ بالایی جریانی نمی‌گذرد. جریان گذرنده از آمپرسنج همان جریان باتری است از این‌رو:

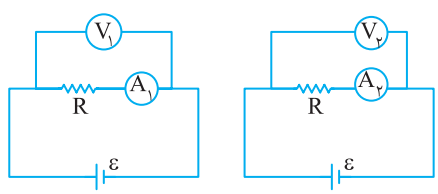


$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۶}{۲+۱}=۲A$$

آمپرسنج ۲A را نشان می‌دهد. اما ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین C و D را نشان می‌دهد که برابر صفر است.

B ۱۹۲۲ ۳

بازی با سؤال در مدارهای شکل زیر ولت‌سنج $V_۱$ و آمپرسنج $A_۱$ آرمانی هستند و به ترتیب اختلاف پتانسیل $V_۱$ و جریان $I_۱$ را نشان می‌دهند. ولت‌سنج $V_۲$ و آمپرسنج $A_۲$ آرمانی نیستند و به ترتیب اختلاف پتانسیل $V_۲$ و جریان $I_۲$ را نشان می‌دهند. کدام گزینه درست است؟

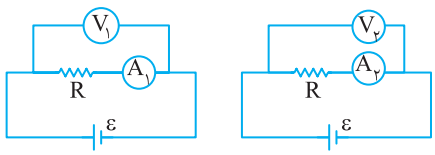


شکل (۱) شکل (۲)

۱) $V_۲>V_۱$ ، $I_۲<I_۱$
۲) $V_۲<V_۱$ ، $I_۲<I_۱$
۳) $V_۲=V_۱$ ، $I_۲<I_۱$
۴) $V_۲=V_۱$ ، $I_۲>I_۱$

پاسخ در حالت اول (شکل (۱)) ولت‌سنج نیروی محرکهٔ باتری $V_۱=\varepsilon$ و آمپرسنج جریان مدار یعنی $I_۱=\frac{\varepsilon}{R}$ را نشان می‌دهد.

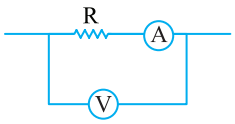
در حالت دوم (شکل (۲)) وقتی که ولت‌سنج آرمانی نیست و دارای مقاومت بوده و از شاخهٔ آن نیز جریان عبور می‌کند پس از شاخه شامل آمپرسنج جریان کمتری می‌گذرد و آمپرسنج عدد کمتری نمایش می‌دهد. $(I_۲<I_۱)$ اما در این حالت ولت‌سنج همچنان نیروی محرکهٔ باتری $(V_۲=\varepsilon)$ را نشان می‌دهد زیرا باتری بدون مقاومت درونی است و افت پتانسیل (Ir) آن صفر است و همواره ولتاژ آن برابر نیروی محرکه باتری (ε) است.



شکل (۱) شکل (۲)

A ۱۹۲۳ ۴

بازی با سؤال در مدار شکل زیر ولت‌سنج آرمانی ۲۰V و آمپرسنج ۲A را نشان می‌دهند. اگر مقاومت آمپرسنج ۱Ω باشد، مقاومت R چند اهم است؟



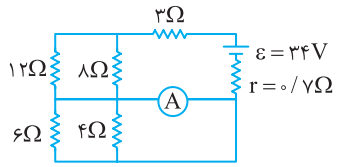
۱) ۴
۲) ۴/۵
۳) ۸
۴) ۹

پاسخ ولت‌سنج آرمانی بوده و مجموع اختلاف پتانسیل مقاومت و آمپرسنج را نشان می‌دهد؟

$$V=V_R+V_A \xrightarrow[V_A=R_AI]{V_R=RI} ۲۰=۲R+۲\Rightarrow ۲R=۱۸\Rightarrow R=۹\Omega$$

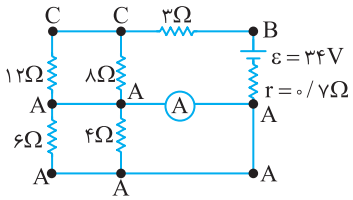
B ۱۹۲۵ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟

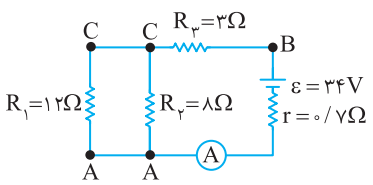


۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ **خط فکری** مقاومت آمپرسنج ناچیز است و رفتار آمپرسنج در مدار شبیه یک سیم بدون مقاومت است. برای حل مسئله، ابتدا باید با نام‌گذاری مدار را ساده کنیم تا بتوانیم مقاومت معادل آن، جریان مدار و جریان آمپرسنج را حساب کنیم.



۱ نقاط را نام‌گذاری کردیم و متوجه شدیم نقاط دو سر هر یک از مقاومت‌های ۴Ω و ۶Ω با یک حرف مشخص شده، بنابراین مقاومت‌های ۴Ω و ۶Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شوند و مدار به صورت زیر خواهد شد:



۲ مقاومت‌های ۸Ω و ۱۲Ω موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها خواهد شد:

$$R_{۱۲}=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}\Rightarrow R_{۱۲}=\frac{۱۲\times۸}{۱۲+۸}\Rightarrow R_{۱۲}=۴/۸\Omega$$

مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{eq}=R_{12}+R_3=۴/۸+۳\Rightarrow R_{eq}=۷/۸\Omega$$

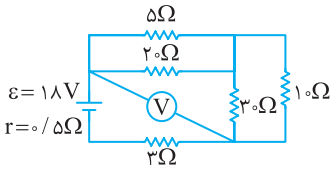
آمپرسنج با باتری متوالی است و جریان کل را نشان می‌دهد.

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۳۴}{۷/۸+۰/۷}\Rightarrow I=\frac{۳۴}{۸/۵}\Rightarrow I=۴A$$

۴ B ۱۹۲۷

بازی با سؤال در شکل زیر ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟

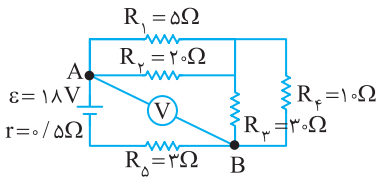
ریاضی - ۹۸



۱) ۱۵
۲) ۱/۲
۳) ۱۲/۴
۴) ۱۳/۸

پاسخ ابتدا مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم. مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی هستند.

$$R_{12}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{۵\times۲۰}{۵+۲۰}\Rightarrow R_{12}=۴\Omega$$



مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی هستند.

$$R_{34}=\frac{R_3R_4}{R_3+R_4}=\frac{۳۰\times۱۰}{۳۰+۱۰}=۷/۵\Omega$$

مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{eq}=R_{12}+R_{34}+R_5=۴+۷/۵+۳=۱۴/۵\Omega$$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم.

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۸}{۱۴/۵+۰/۵}\Rightarrow I=\frac{۶}{۵}A$$

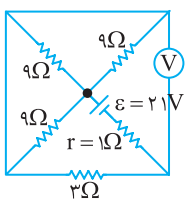
ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B را نشان می‌دهد که برای به‌دست آوردن عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، باید جریان مدار را در مقاومت بین دو نقطهٔ A و B ضرب کرد.

$$V_{AB}=IR_{AB}\Rightarrow V_{AB}=\frac{۶}{۵}\times(۴+۷/۵)=\frac{۶}{۵}\times۱۱/۵=\frac{۶}{۵}\times\frac{۲۳}{۲}$$

$$\Rightarrow V_{AB}=\frac{۱۳۸}{۱۰}=۱۳/۸V$$

۲ B ۱۹۲۹

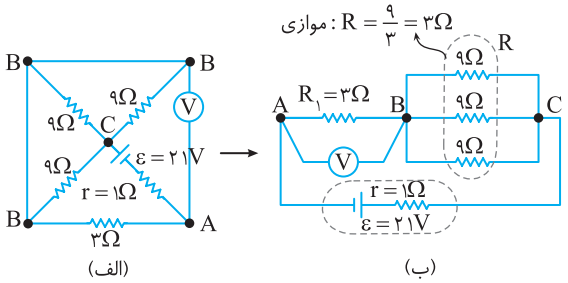
بازی با سؤال در مدار زیر ولت‌سنج آرمانی چه عددی را نشان می‌دهد؟



۱) ۱۸
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۶

پاسخ **خط فکری** راهی به جز نام‌گذاری و ساده کردن مدار نداریم، تا تشخیص دهیم کدام مقاومت‌ها متوالی و کدام مقاومت‌ها موازی هستند و بتوانیم مقاومت معادل، جریان مدار و در آخر عدد ولت‌سنج را حساب کنیم.

۱ ابتدا مدار را با نام‌گذاری ساده می‌کنیم. مقاومت‌های ۹Ω بین B و C قرار دارد و مقاومت ۳Ω بین A و B قرار گرفته است، دقت کنید که ولت‌سنج هم بین A و B قرار دارد و در واقع اختلاف پتانسیل مقاومت ۳Ω را نشان می‌دهد.



۲ هر سه مقاومت ۹Ω بین دو نقطه B و C بسته شده و موازی بوده و معادل آن‌ها با مقاومت ۳Ω متوالی است. در نتیجه:

$$R_{eq}=R_1+۳=۶\Omega$$

۳ جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

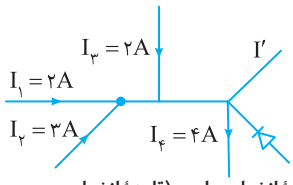
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۲۱}{۶+۱}=۳A$$

۴ ولت‌سنج، ولتاژ بین A و B یا همان اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 (در مدار ب) را نشان می‌دهد. از مقاومت R_1 که با باتری متوالی است جریان باتری یعنی ۳Ω می‌گذرد، بنابراین:

$$V=R_1I=۳\times۳=۹V$$

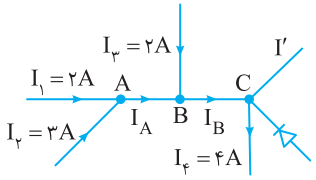
۱ B ۱۹۳۳

بازی با سؤال در شکل مقابل جریان I′ چند آمپر است؟



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۷
۴) اطلاعات مدار کافی نیست.

پاسخ در نقاط انشعاب با توجه با قاعدهٔ انشعاب داریم: (قاعدهٔ انشعاب: مجموع جریان‌های ورودی به نقطهٔ انشعاب برابر مجموع جریان‌های خروجی از آن است.)



$$A:I_A=I_1+I_2\Rightarrow I_A=۲+۳=۵A\ ,\quad B:I_3+I_A=I_B=۲+۵=۷A$$

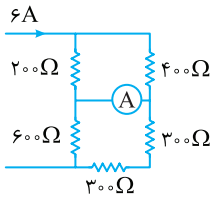
در نقطهٔ C از شاخه‌ای که دیود بسته شده به دلیل جهت قرارگیری دیود از آن جریانی عبور نمی‌کند، بنابراین داریم:

$$C:I_B=I_2+I'\Rightarrow ۷=۴+I'\Rightarrow I'=۳A$$

۲ B ۱۹۳۵

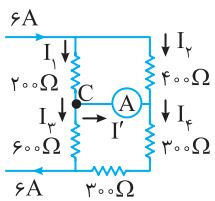
بازی با سؤال در مدار زیر، جریان عبوری از آمپرسنج چند آمپر است؟

ریاضی - ۹۰



۱) صفر
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ این مسئله ساده‌تر است، شما تنها کاری که باید بکنید تقسیم جریان ۶A بین شاخه‌های موازی است.



جریان ۶A بین مقاومت‌های ۲۰۰Ω و ۴۰۰Ω به نسبت ۲ به ۱ تقسیم می‌شود، یعنی از مقاومت ۲۰۰Ω جریان $I_1=۴A$ و از مقاومت ۴۰۰Ω، جریان $I_2=۲A$ می‌گذرد. مقاومت ۶۰۰Ω با مقاومت ۶۰۰=۳۰۰+۳۰۰Ω (دو مقاومت متوالی ۳۰۰Ω) موازی است و جریان ۶A به دو قسمت مساوی تقسیم شده است:

$$I_3=I_4=\frac{۶}{۲}=۳A$$

اکنون به نقطهٔ C دقت کنید و برای آن رابطهٔ جریان را بنویسید.

$$I_1=I'+I_2\Rightarrow ۴=I'+۳\Rightarrow I'=۱A$$

۱ ۱۹۳۷ C

بازی با سؤال در مدار شکل زیر جریان I چند آمپر است؟

ریاضی - ۹۷

۱) ۱۵
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۱۴

پاسخ به نقطهٔ A دقت کنید. جریان ۹A وارد نقطهٔ A شده و جریان ۶A به سمت راست رفته بنابراین جریان مقاومت R″ به سمت راست خواهد شد. اکنون به نقطهٔ B بنگرید، از سمت راست جریان ۱۲A و از سمت چپ جریان I″=۳A به سوی B می‌روند و جریان I از آن خارج می‌شود از این‌رو:

$$I=۳+۱۲=۱۵A$$

۴ ۱۹۳۹ B

بازی با سؤال در شکل زیر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ A و B چند ولت است؟

خارج تجربی - ۸۵

۱) ۱/۵
۲) ۴/۵
۳) ۶
۴) ۷/۵

پاسخ **۱** با توجه به قاعده انشعاب برای گره C می‌توان نوشت:

$$I=۲+۱=۳A$$

۲ قاعده حلقه را می‌نویسیم:

$$V_B-\varepsilon_۱-Ir=V_A\Rightarrow V_B-V_A=\varepsilon+Ir$$

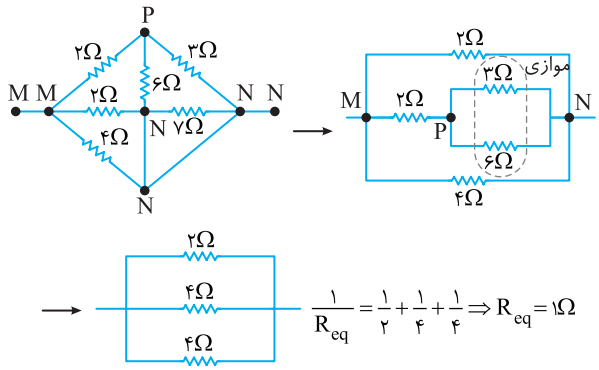
$$V_B-V_A=۶+۳\times ۰/۵\Rightarrow V_B-V_A=۷/۵V$$

۱ ۱۹۴۰ B

بازی با سؤال در شکل زیر مقاومت معادل بین M و N چند اهم است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ با توجه به نام‌گذاری دو سر مقاومت ۷Ω همنام شده و این مقاومت اتصال کوتاه می‌شود:



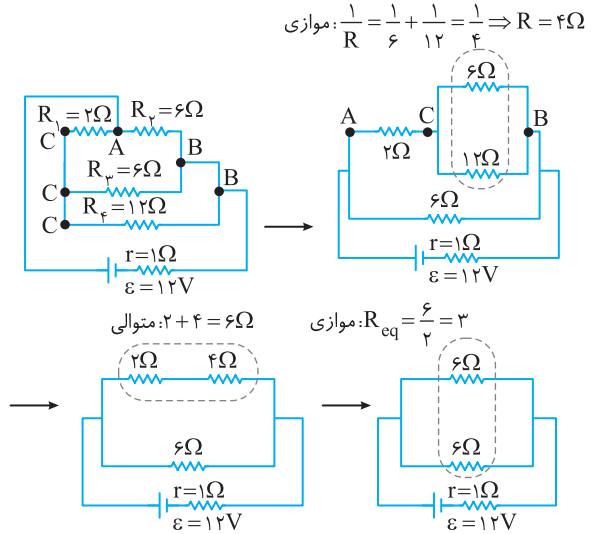
$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۴}\Rightarrow R_{eq}=۱\Omega$$

۱ ۱۹۴۴ B

بازی با سؤال در مدار زیر جریان عبوری از مقاومت $R_۱$ برابر ۱A است. ولتاژ دو سر باتری برابر چند ولت می‌شود؟

۱) ۹
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۱۰

پاسخ با نام‌گذاری نقاط هم‌پتانسیل مشخص می‌شود که مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۳$ بین دو نقطه B و C بسته شده و موازی هستند، مقاومت $R_۱$ بین A و C و مقاومت $R_۲$ بین A و B بسته شده است. اکنون شکل ساده‌تر مدار را رسم می‌کنیم و مقاومت معادل را حساب می‌کنیم.



$$\text{موازی: } \frac{۱}{R}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow R=۴\Omega$$

$$\text{متوالی: } ۲+۴=۶\Omega \qquad \text{موازی: } R_{eq}=\frac{۶}{۲}=۳$$

با داشتن مقاومت معادل جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۱۲}{۳+۱}=۳A$$

ولتاژ دو سر باتری خواهد شد:

$$V=\varepsilon-Ir=۱۲-۳\times ۱=۹V$$

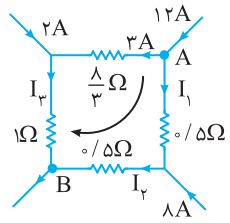
۲ ۱۹۵۹ C

بازی با سؤال شکل زیر بخشی از یک مدار می‌باشد. V_A-V_B چند ولت است؟

۱) ۸
۲) ۱۳
۳) ۹
۴) ۱۴

پاسخ ابتدا با استفاده از قانون انشعاب جریان هر شاخه را به‌دست می‌آوریم:

$$۱۲=۳+I_۱\Rightarrow I_۱=۹A\ ,\ I_۱+۸=I_۲\Rightarrow I_۲=۱۷A\ ,\ ۳+۲=I_۳\Rightarrow I_۳=۵A$$



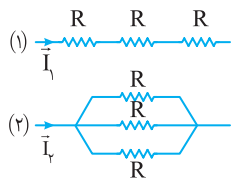
حال در جهت نشان داده شده از A به B می‌رویم:

$$V_A-۰/۵I_۱-۰/۵I_۲=V_B\Rightarrow V_A-V_B=(۰/۵)(۹)+(۰/۵)(۱۷)=۱۳V$$

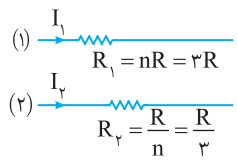
۱ ۱۹۶۳ A

بازی با سؤال در شکل‌های زیر، اگر $I_۱=I_۲$ باشد توان گرمایی شکل (۱) چند برابر توان گرمایی شکل (۲) است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۹
۲) ۳
۳) $\frac{۱}{۳}$
۴) $\frac{۱}{۹}$



پاسخ مقاومت معادل هر دو مدار را می‌نویسیم:



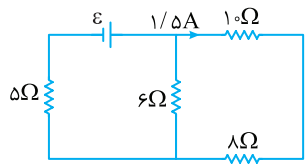
حال با توجه به رابطهٔ $P=RI^۲$ نسبت خواسته شده را حساب می‌کنیم

$$\frac{P_۱}{P_۲}=\frac{R_۱}{R_۲}\times\left(\frac{I_۱}{I_۲}\right)^۲\Rightarrow\frac{P_۱}{P_۲}=\frac{۳R}{\frac{R}{۳}}=۹$$

۴ ۱۹۶۴ B

بازی با سؤال در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی چند وات است؟ خارج تجربی - ۸۶

۱) ۲۰
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۸۰



پاسخ **۱** مقاومت‌های $R_۱=۱۰\Omega$ و $R_۲=۸\Omega$ متوالی بوده و مقاومت معادل آن‌ها ۱۸Ω است، مقاومت $R_۳=۶\Omega$ با مقاومت ۱۸Ω موازی است و مقدار آن $\frac{۱}{۳}$ مقاومت $R_{۱۲}$ بوده، پس جریان آن ۳ برابر جریان مقاومت $R_{۱۲}$ یعنی $I_۲=۳\times۱/۵=۴/۵A$ است.

۲ جریان مدار برابر مجموع جریان $I_۱$ و $I_۲$ است، بنابراین:

$$I=I_۱+I_۲\Rightarrow I=۱/۵+۴/۵\Rightarrow I=۶A$$

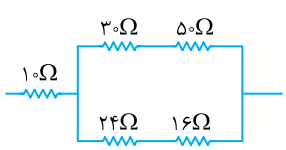
۳ توان مصرفی در مقاومت $R_۴=۵\Omega$ برابر است با:

$$P=I^۲R_۴\Rightarrow P=۳۶\times۵\Rightarrow P=۱۸۰W$$

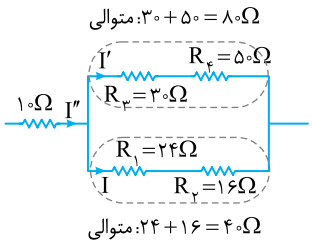
۳ ۱۹۶۶ B

بازی با سؤال در شکل زیر توان مصرفی در مقاومت ۱۶ اهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت ۱۰ اهمی است؟

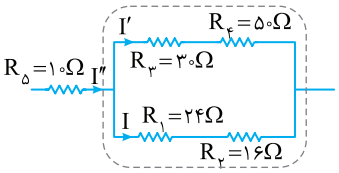
۱) $\frac{۱۶}{۹}$
۲) $\frac{۹}{۱۶}$
۳) $\frac{۳۲}{۴۵}$
۴) $\frac{۴۵}{۳۲}$



پاسخ جریان عبوری از مقاومت ۱۶Ω را I در نظر می‌گیریم. مقاومت‌های ۲۴Ω و ۱۶Ω با هم متوالی و جریان عبوری از آن‌ها با هم یکسان و برابر I است. مقاومت‌های ۳۰Ω و ۵۰Ω با مقاومت‌های ۱۶Ω و ۲۴Ω موازی‌اند. پس اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است. مقاومت معادل شاخهٔ بالایی دو برابر مقاومت معادل شاخهٔ پایینی است. از این رو جریان شاخهٔ بالایی نصف جریان شاخهٔ پایینی است. $(I'=\frac{I}{۲})$



مقاومت ۱۰Ω با مقاومت معادل مقاومت‌های $R_{۱۲}$ و $R_{۳۴}$ متوالی است و جریان I'' برابر مجموع جریان‌های I و I' است.



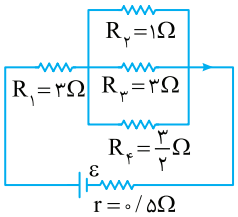
$$I''=I+I'=I+\frac{I}{۲}=\frac{۳I}{۲}$$

$$\begin{cases}P_۲=R_۲I^۲\\P_۵=R_۵I''^۲\end{cases}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۵}=\frac{R_۲I^۲}{R_۵I''^۲}=\frac{۱۶\times I^۲}{۱۰\times\frac{۹I^۲}{۴}}=\frac{۱۶}{۱۰}\times\frac{۴}{۹}=\frac{۳۲}{۴۵}$$

۴ ۱۹۶۸ A

بازی با سؤال در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند برابر توان مصرفی مقاومت $R_۳$ است؟ خارج ریاضی - ۹۷

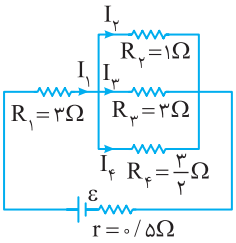
۱) ۱
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۳۶



پاسخ **خط فکری** از شما خواسته شده که نسبت توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ به توان مصرفی در مقاومت $R_۳$ را به‌دست بیاورید، برای این کار، شما باید نسبت جریان‌های مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۳$ را حساب کنید. البته یادتان هست که در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

۱ سه مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ و $R_۴$ با هم موازی‌اند. اگر جریان مقاومت $R_۳=۳\Omega$ را با $I_۳=x$ نشان دهیم، جریان مقاومت $R_۲=۱\Omega$ که مقدار مقاومت آن $\frac{۱}{۳}$ مقدار مقاومت $R_۳$ است، برابر $I_۲=۳x$ می‌شود. مقاومت $R_۴=\frac{۳}{۲}\Omega$ نصف مقاومت $R_۳=۳\Omega$ است و جریان آن دو برابر جریان مقاومت $R_۳$ یعنی $I_۴=۲x$ است.

۲ جریـان $I_۱$ برابر مجموع جریان $I_۲$، $I_۳$ و $I_۴$ است، از این رو:



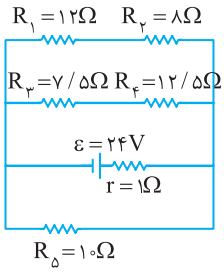
$$I_۱=I_۲+I_۳+I_۴\Rightarrow I_۱=۳x+x+۲x$$
$$\Rightarrow I_۱=۶x$$

۳ اکنـون می‌توان نسـبت توان‌هـا را از رابطهٔ $P=RI^۲$ به دست آورد:

$$\frac{P_۱}{P_۳}=\frac{R_۱I_۱^۲}{R_۳I_۳^۲}\Rightarrow\frac{P_۱}{P_۳}=\frac{۳\times(۶x)^۲}{۳\times(x^۲)}\Rightarrow\frac{P_۱}{P_۳}=۳۶$$

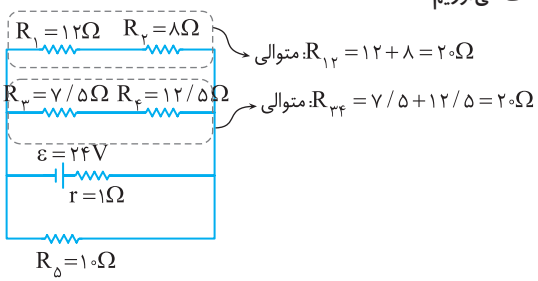
B ۱۹۶۹ ۱

بازی با سؤال در مدار زیر توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند وات است؟



۱) ۱۲
۲) ۶
۳) ۱۸
۴) ۲۴

پاسخ ابتدا مقاومـت معادل مدار را به دست می‌آوریم:



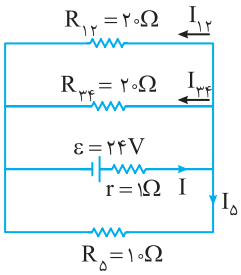
مـدار دارای سـه شـاخه مـوازی بـا مقاومت‌هـای $R_{۱۲}=۲۰\Omega$، $R_{۳۴}=۲۰\Omega$ و $R_۵=۱۰\Omega$ است و مقاومت معادل آن خواهد شد:

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۲۰}+\frac{۱}{۲۰}+\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow R_{eq}=۵\Omega$$

جریان مدار را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۲۴}{۵+۱}=۴A$$

جریان ۴A بین سـه شاخهٔ موازی تقسیم می‌شود. اگر جریان شاخه‌های ۲۰ اهمی را x فرض کنیم، جریان شـاخهٔ $R_۵=۱۰\Omega$ کـه مقاومتـش نصـف آن‌هاسـت، ۲x می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:



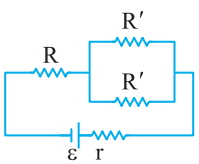
$$I_{کل}=x+x+۲x\Rightarrow ۴=۴x$$
$$\Rightarrow x=۱A\Rightarrow I_{۱۲}=۱A$$

از مقاومـت $R_۱=۱۲\Omega$ جریـان ۱A می‌گذرد و توان مصرفی آن خواهد شد.

$$P=R_۱I_۱^۲\Rightarrow P=۱۲\times۱=۱۲W$$

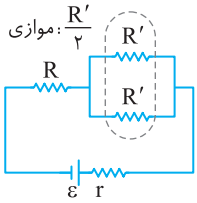
B ۱۹۷۹ ۲

بازی با سؤال در مـدار روبه‌رو اگر توان خروجی باتری سـه برابر توان مصرفی R باشـد، نسبت $\frac{R}{R'}$ برابر چند است؟



۱) ۴
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) ۲
۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ بنـا بر فرض مسـئله، توان خروجی باتـری، ۳ برابر توان مصرفی در مقاومت R $(RI^۲)$ است. در این صورت:



موازی: $\frac{R'}{۲}$

$$\frac{R_{eq}I^۲}{RI^۲}=۳\Rightarrow R_{eq}=۳R \quad (۱)$$

مقاومت معادل را حساب می‌کنیم.

$$R_{eq}=R+\frac{R'}{۲} \quad (۲)$$

از رابطه‌های (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$R+\frac{R'}{۲}=۳R\Rightarrow ۲R=\frac{R'}{۲}\Rightarrow\frac{R}{R'}=\frac{۱}{۴}$$

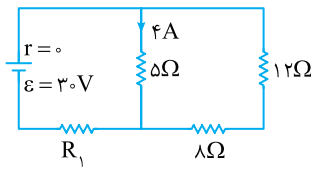
یادآوری توان خروجی باتری یعنی توان مصرفی در مقاومت خارجی مدار:

$$P_{خروجی}=R_{eq}I^۲$$

B ۱۹۸۰ ۳

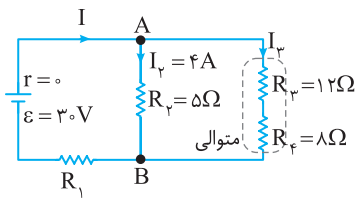
بازی با سؤال در مدار شـکل زیر، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند وات است؟

خارج تجربی - ۸۷



۱) ۲۵
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۶۰

پاسخ **۱** جریان مقاومت ۵Ω برابر ۴A است، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن را می‌توان به دست آورد. $V_{AB}=V_{R_۲}=I_۲R_۲\Rightarrow V_{AB}=۴\times۵=۲۰V$



۲ مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{۳۴}=R_۳+R_۴=۱۲+۸=۲۰\Omega$$

اختلاف پتانسـیل دو سـر مقاومت $R_{۳۴}=۲۰\Omega$ با اختلاف پتانسیل V_{AB} برابر است، زیرا $R_{۳۴}$ و $R_۲$ موازی هستند.

$$V_۳=I_۳R_{۳۴}\Rightarrow ۲۰=I_۳\times۲۰\Rightarrow I_۳=۱A$$

۳ مجموع جریان‌های $I_۲$ و $I_۳$ برابر جریان مقاومت $R_۱$ است.

$$I=I_۱+I_۲\Rightarrow I=۴+۱=۵A$$

۴ نکتهٔ مهم در حل این مسـئله این اسـت که بدانیم اختلاف پتانسیل دو سر منبع نیروی محرکه برابر جمع اختلاف پتانسیل مدار خارجی است:

$$V_{R_۱}+V_{AB}=\varepsilon\Rightarrow V_{R_۱}+۲۰=۳۰\Rightarrow V_{R_۱}=۱۰V$$

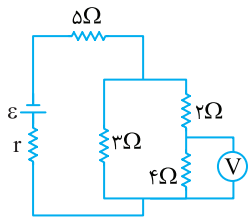
۵ توان مقاومت $R_۱$ را به کمک رابطهٔ $P=VI$ حساب می‌کنیم.

$$P=۱۰\times۵\Rightarrow P=۵۰W$$

B ۱۹۸۵ ۴

بازی با سؤال در مـدار شـکل زیـر، ولت‌سـنج آرمانی ۴V را نشـان می‌دهد. تـوان خروجی باتـری چند وات است؟

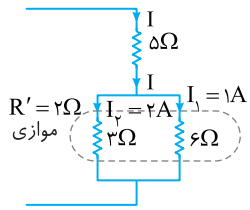
قلم چی



۱) ۱۴
۲) ۲۸
۳) ۲۱
۴) ۶۳

پاسخ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۴Ω را نشان می‌دهد، جریان این مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$V=RI\Rightarrow ۴=۴I\Rightarrow I=۱A$$



جریان شاخهٔ سمت راست که دو مقاومت متوالی ۲Ω و ۴Ω روی آن بسته شده برابر $۱A$ است، مقاومت شاخهٔ سمت چپ نصف ۶Ω است، پس جریان این شاخه دو برابر جریان $I_۱$ یعنی $۲A$ است:

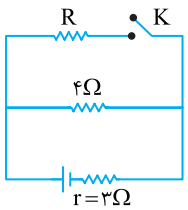
$$I=I_۱+I_۲=۳A$$

توان خروجی از باتری برابر توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار است:

$$R_{eq}=۵+\frac{۶\times ۳}{۶+۳}=۷\Omega\ ,\ P=R_{eq}I^۲\Rightarrow P=۷\times(۳)^۲=۶۳\Omega$$

B ۱۹۹۰ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر با بسته شدن کلید K توان خروجی باتری تغییر نمی‌کند، R چند اهم است؟



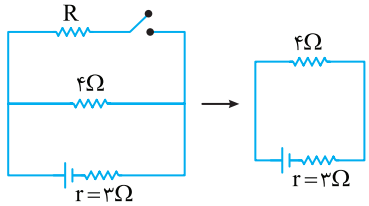
۱) ۱۲

۲) $\frac{۳۶}{۷}$

۳) ۶

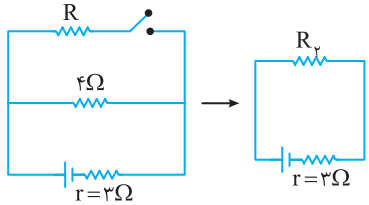
۴) $\frac{۲۵}{۳}$

پاسخ حالت اول کلید باز: مقاومت خارجی مدار تنها مقاومت ۴Ω است و مقاومت R در مدار حضور ندارد. $R_۱=۴\Omega$



حالت دوم کلید بسته: مقاومت خارجی مدار، مقاومت معادل دو مقاومت موازی ۴Ω و R است.

$$R_۲=\frac{۴\times R}{۴+R}$$

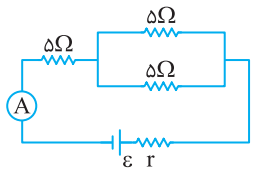


با توجه به رابطهٔ $r=\sqrt{R_۱R_۲}$ خواهیم داشت:

$$۳=\sqrt{۴\times\frac{۴R}{۴+R}}\Rightarrow ۹=\frac{۱۶R}{۴+R}\Rightarrow ۳۶+۹R=۱۶R\Rightarrow ۳۶=۷R\Rightarrow R=\frac{۳۶}{۷}\Omega$$

B ۱۹۹۶ ۳

بازی با سؤال در مدار زیر بیشینه توان قابل تحمل هر مقاومت $۱۸۰W$ است. برای آنکه بیشینه توان در مدار مصرف شود و هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، بیشترین عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند آمپر است؟ (با فرض آسیب ندیدن آمپرسنج)



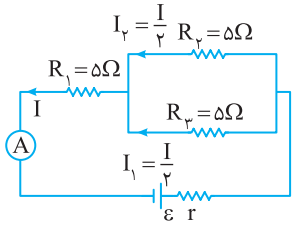
۱) ۲

۲) ۳

۳) ۶

۴) ۸

پاسخ مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ موازی و با مقاومت $R_۱$ متوالی هستند. از طرفی آمپرسنج به طور متوالی با باتری قرار دارد، بنابراین اگر جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، برابر I باشد، جریان



$R_۱$ نیز I و جریان هر یک از مقاومت‌های موازی $R_۲$ و $R_۳$ برابر $I_۲=I_۳=\frac{I}{۲}$ است. در این صورت توان هر مقاومت را به کمک رابطهٔ $P=RI^۲$ به‌دست می‌آوریم:

$$P_۱=R_۱I_۱^۲=RI^۲\ ,\ P_۲=R_۲I_۲^۲=\frac{RI^۲}{۴}\ ,\ P_۳=R_۳I_۳^۲=\frac{RI^۲}{۴}$$

به توان‌ها نگاه کنید، توان $P_۱$ از همه بزرگ‌تر است، بنابراین این توان $۱۸۰W$ است. از این‌رو:

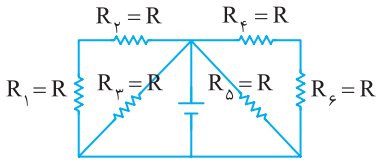
$$P_۱=RI^۲=۱۸۰W\Rightarrow ۵I^۲=۱۸۰\Rightarrow I^۲=۳۶A\Rightarrow I=۶A$$

روش دیگر: وقتی مقاومت‌ها یکسان هستند، مقاومتی که به طور متوالی به باتری وصل شده است، جریان بیشینه از آن عبور کرده و با توجه به $P=RI^۲$ دارای توان مصرفی بیشتری است، برابر $۱۸۰W$ است. جریانی که از این مقاومت می‌گذرد، برابر جریانی است که آمپرسنج نشان می‌دهد، پس:

$$P_۱=RI^۲\Rightarrow ۱۸۰=۵I^۲\Rightarrow I=۶A$$

B ۱۹۹۷ ۴

بازی با سؤال در مدار شکل زیر، اگر بیشینه توان قابل تحمل برای هر یک از مقاومت‌ها $۴۰W$ باشد، بیشترین توانی که مجموعه می‌تواند تحمل کند به شرطی که هیچ کدام از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند وات است؟



۱) ۴۰

۲) ۶۰

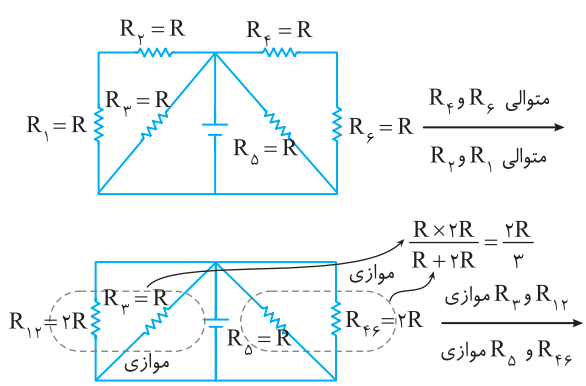
۳) ۸۰

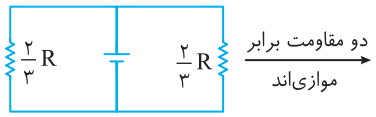
۴) ۱۲۰

پاسخ مقاومت‌های مدار یکسان‌اند، مقاومت‌های $R_۵$ و $R_۳$ به دو سر باتری وصل شده و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر اختلاف پتانسیل دو سر باتری و بیشینه است. با توجه به رابطهٔ $P=\frac{V^۲}{R}$، توان مصرفی این دو مقاومت بیشینه است:

$$P_۵=P_۳=\frac{V^۲}{R}\Rightarrow\frac{V^۲}{R}=۴۰W$$

برای به دست آوردن توان مصرفی کل مدار $P_{کل}=\frac{V_{کل}^۲}{R_{eq}}$، مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم: (منظور از $V_{کل}$ همان اختلاف پتانسیل دو سر باتری یا V است.)





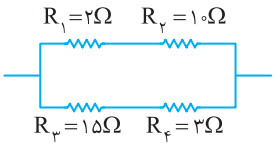
$$R_{eq}=\frac{R'}{n}=\frac{\frac{۲}{۳}R}{۲}\Rightarrow R_{eq}=\frac{۱}{۳}R$$

بنابراین توان کل برابر است با:

$$P_{کل}=\frac{V^۲}{R_{eq}}\Rightarrow P_{کل}=\frac{V^۲}{\frac{R}{۳}}\Rightarrow P_{کل}=۳\frac{V^۲}{R}\Rightarrow P_{کل}=۳\times۴۰=۱۲۰W$$

C ۲ ۱۹۹۸

بازی با سؤال در مدار شکل زیر بیشینه توان قابل تحمل هر مقاومت ۲۰ وات است. بیشینه توان مصرفی این مدار چند وات باشد تا هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند؟

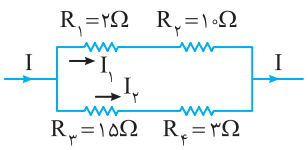


۱) ۸۰
۲) ۴۰
۳) ۲۰
۴) ۲۴

پاسخ **خط فکری** در گام اول باید بررسی کنید که توان مصرفی کدام مقاومت از بقیه بیشتر است برای این کار باید جریان مقاومت‌ها را به دست بیاورید. البته ابتدا مشخص کنید که مقاومت کدام شاخه بزرگ‌تر است.

۱ مقاومت شاخهٔ بالایی که دو مقاومت متوالی دارد برابر است با:

$$R_{۱۲}=R_۱+R_۲\Rightarrow R_{۱۲}=۲+۱۰=۱۲\Omega$$



در شاخهٔ پایینی نیز دو مقاومت $R_۳$ و $R_۴$ متوالی هستند.

$$R_{۳۴}=R_۳+R_۴=۱۵+۳=۱۸\Omega$$

۲ مقاومت‌های شاخهٔ بالایی و پایینی با هم موازی و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است.

$$V_{۱۲}=V_{۳۴}\Rightarrow I_۱(R_{۱۲})=I_۲(R_{۳۴})\Rightarrow I_۱\times۱۲=I_۲\times۱۸\Rightarrow I_۲=\frac{۲}{۳}I_۱$$

۳ توان هر مقاومت را برحسب جریان $I_۱$ به‌دست می‌آوریم.

$$P=RI^۲\begin{cases}\xrightarrow{R_۱}P_۱=۲I_۱^۲\\ \xrightarrow{R_۲}P_۲=۱۰I_۱^۲\\ \xrightarrow{R_۳}P_۳=۱۵\times(\frac{۲}{۳}I_۱)^۲\Rightarrow P_۳=\frac{۲۰}{۳}I_۱^۲\\ \xrightarrow{R_۴}P_۴=۳\times(\frac{۲}{۳}I_۱)^۲\Rightarrow P_۴=\frac{۴}{۳}I_۱^۲\end{cases}$$

۴ مشخص است که توان مصرفی $P_۲$ از بقیه بیشتر است و مقاومت $R_۲$ می‌تواند بیشینه توان را بدون آسیب دیدن دیگر مقاومت‌ها مصرف کند، بنابراین $P_۲=۲۰W$ است.

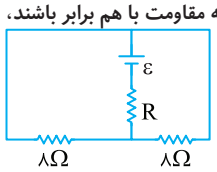
$$P_۲=۱۰I_۱^۲\Rightarrow ۲۰=۱۰I_۱^۲\Rightarrow I_۱^۲=۲\Rightarrow\begin{cases}P_۱=۲\times۲=۴W\\ P_۳=\frac{۲۰}{۳}\times۲=\frac{۴۰}{۳}W\\ P_۴=\frac{۴}{۳}\times۲=\frac{۸}{۳}W\end{cases}$$

۵ توان کل برابر جمع این توان‌هاست.

$$P_t=۲۰+۴+\frac{۴۰}{۳}+\frac{۸}{۳}=۲۰+۴+۱۶=۴۰W$$

B ۲ ۲۰۰۰

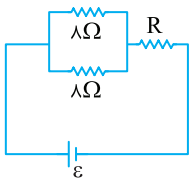
بازی با سؤال اگر در مدار زیر توان هر سه مقاومت با هم برابر باشند، R چند اهم است؟



کنکور دهه‌های گذشته

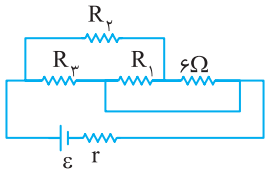
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۱۶

پاسخ اگر با نام‌گذاری مدار را مجدداً رسم کنید خواهید دید که مدار دقیقاً شبیه مدار مسئلهٔ اصلی است و حل آن نیز مشابه آن است و گزینهٔ (۲) درست است.



B ۳ ۲۰۰۱

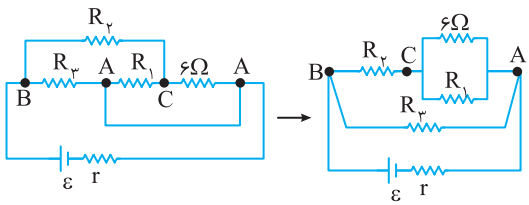
بازی با سؤال در مدار شکل زیر اگر توان مصرفی همهٔ مقاومت‌ها با هم برابر باشد $R_۳$ چند اهم است؟



ریاضی خارج - ۹۹

۱) ۴/۵
۲) ۱/۵
۳) ۱۳/۵
۴) ۷/۵

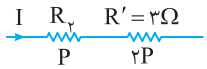
پاسخ **خط فکری** توان مصرفی هر مقاومت را P در نظر می‌گیریم. با استفاده از نام‌گذاری شکل ساده شده مدار را رسم می‌کنیم و پله پله سه مقاومت مجهول را به‌دست می‌آوریم.



۱ مقاومت $R_۱$ و مقاومت ۶Ω موازی‌اند و اختلاف پتانسیل یکسانی دارند، همچنین توان آن‌ها با هم برابر است.

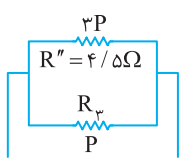
$$\begin{cases}P_{R_۱}=P\\ P_{۶\Omega}=P\end{cases}\Rightarrow P_{R_۱}=P_{۶\Omega}\xrightarrow{\text{Vها یکسان}}\frac{V^۲}{R_۱}=\frac{V^۲}{۶}\Rightarrow R_۱=۶\Omega$$

۲ مقاومت معادل $R_۱=۶\Omega$ و ۶Ω برابر $R'=\frac{۶}{۲}=۳\Omega$ است و در مجموع این دو مقاومت توان $۲P$ را مصرف می‌کند. مقاومت R' با مقاومت $R_۲$ متوالی است و دارای جریان یکسانی‌اند:



$$\begin{cases}P'=۲P\\ P_{R_۲}=P\end{cases}\Rightarrow P'=۲P_{R_۲}\xrightarrow{\text{Iها یکسان}}۳I^۲=۲R_۲I^۲\Rightarrow R_۲=۱/۵\Omega$$

۳ مقاومت معادل $R_۲$ و R' برابر $R''=۱/۵+۳=۴/۵\Omega$ است و توان مصرفی آن برابر مجموع توان مصرفی مقاومت $R_۲$ و R' یعنی $۳P$ است. R'' با مقاومت $R_۳$ موازی بوده و دارای اختلاف پتانسیل یکسانی‌اند:

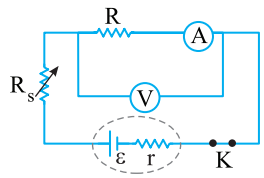


$$\begin{cases}P_{R_۳}=P\\ P_{R''}=۳P\end{cases}\Rightarrow P_{R''}=۳P\xrightarrow{\text{Vها یکسان}}\frac{V^۲}{R_۳}=۳\frac{V^۲}{۴/۵}\Rightarrow R_۳=۱۳/۵\Omega$$

B ۲۰۰۴ ۱

بازی با سؤال در شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل عدد ۲۴V و آمپرسنج ۰/۲A را نشان می‌دهند. اگر مقاومت آمپرسنج $R_A=1\Omega$ باشد، توان مصرفی مقاومت R چند برابر توان مصرفی آمپرسنج خواهد بود؟ قلم‌چی

۱) ۱۱۹ ۲) ۱۲۰ ۳) ۲۴ ۴) ۴۶



پاسخ اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج که از آن جریان ۰/۲A می‌گذرد برابر است با:

$$V_A=IR_A\Rightarrow V_A=0/2\times1\Rightarrow V_A=0/2V$$

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ مقاومت R و آمپرسنج را ۲۴V نشان می‌دهد بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R خواهد شد:

$$V_V=V_A+V_R\Rightarrow 24=0/2+V_R\Rightarrow V_R=23/8V$$

اکنون نسبت توان مصرفی در مقاومت R به توان مصرفی در آمپرسنج را به‌دست می‌آوریم. برای این کار از رابطهٔ $P=VI$ استفاده می‌کنیم زیرا جریان مقاومت و آمپرسنج برابر است، بنابراین:

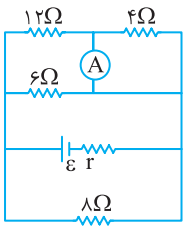
$$\frac{P_R}{P_A}=\frac{V_RI}{V_AI}=\frac{23/8}{0/2}\Rightarrow\frac{P_R}{P_A}=119$$

B ۲۰۰۵ ۴

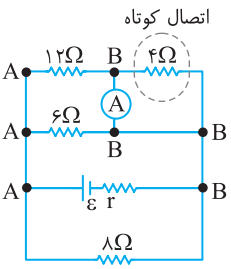
بازی با سؤال در مدار روبه‌رو اگر آمپرسنج آرمانی ۲A را نشان دهد، توان خروجی از باتری چند وات است؟

ریاضی - ۹۹

۱) ۲۷
۲) ۵۴
۳) ۱۰۸
۴) ۲۱۶



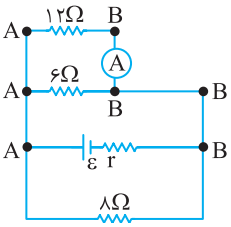
پاسخ آمپرسنج آرمانی شبیه یک سیم بدون مقاومت است. مدار را با نام‌گذاری ساده می‌کنیم. دو سر مقاومت ۴Ω دارای حرف یکسان است و این مقاومت اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. دو مقاومت ۶Ω و ۱۲Ω بین دو نقطهٔ A و B بسته شده و موازی‌اند. از طرفی مقاومت ۸Ω نیز بین A و B بسته شده و با دو مقاومت دیگر موازی است و مدار به شکل زیر است.



آمپرسنج جریان مقاومت ۱۲Ω را ۲A نشان می‌دهد، بنابراین ولتاژ دو سر آن برابر است با:

$$V_1=I_1R_1=2\times12=24V\Rightarrow V_{AB}=24V$$

مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم، سه مقاومت با هم موازی هستند.



$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$$

$$\Rightarrow\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{12}+\frac{1}{6}+\frac{1}{8}=\frac{2+4+3}{24}$$

$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{24}{9}=\frac{8}{3}\Omega$$

یادآوری توان خروجی از باتری با توان مصرفی در مقاومت‌ها برابر است.

توان خروجی مدار خواهد شد:

$$P_{کل}=\frac{V_{AB}^2}{R_{eq}}=\frac{24\times24}{\frac{8}{3}}\Rightarrow P=216W$$

B ۲۰۱۱ ۲

بازی با سؤال چند لامپ ۱۰V و ۲W را به طور موازی به هم ببندیم و آن‌ها را به یک باتری با نیروی محرکهٔ ۱۲V و مقاومت درونی ۱Ω وصل کنیم تا با نور عادی روشن شوند؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۰ ۳) ۸ ۴) ۵

پاسخ قرار است لامپ‌های ۱۰V به دو سر باتری ۱۲V به طور موازی متصل شوند. بنابراین برای آنکه روشنایی لامپ‌ها عادی باشد، یعنی با همان توان ۲W روشن شوند، باید درون باتری افت پتانسیل $Ir=2V$ رخ دهد تا ولتاژ دو سر باتری ۱۰V شده و با ولتاژ دو سر هر لامپ برابر شود. اکنون که این مطلب را می‌دانید باید ابتدا جریان هر لامپ را به کمک توان و ولتاژ حساب کنید. سپس جریان کل مدار را وقتی ولتاژ دو سر باتری ۱۰V می‌شود به‌دست بیاورید تا بتوانید تعداد لامپ‌های موازی را حساب کنید. یادمان باشد که در مقاومت‌های (لامپ‌های) موازی یکسان همواره جریان کل مدار برابر تعداد لامپ ضربدر جریان هر لامپ است: $I_{کل}=nI_{لامپ}$

۱ جریان هر لامپ را به‌دست می‌آوریم.

$$P=VI\Rightarrow2=10I\Rightarrow I_{لامپ}=0/2A$$

۲ باید ولتاژ دو سر باتری ۱۰V شود، در این صورت جریان کل مدار خواهد شد:

$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow10=12-I\times1\Rightarrow I=2A$$

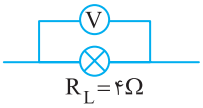
لامپ‌ها با هم موازی هستند، از این‌رو تعداد لامپ‌ها خواهد شد:

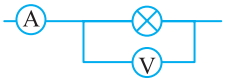
$$I_{کل}=nI_{لامپ}\Rightarrow2=n\times0/2\Rightarrow n=10$$

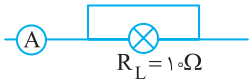
B ۲۰۱۲ ۳

بازی با سؤال در تمام گزینه‌ها آمپرسنج آرمانی ۲A و ولت‌سنج آرمانی ۶V را نشان می‌دهد. در کدام گزینه روشنایی لامپ بیشتر است؟

۱)

۲) 

۳) 

۴) 

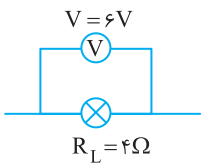
پاسخ باید توان هر لامپ را به‌دست آورده و با هم مقایسه کنیم، لامپی که توانش بیشتر باشد، روشنایی آن بیشتر است.

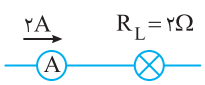
گزینهٔ (۱):

$$P=RI^2=2\times(2)^2=8W$$

گزینهٔ (۲):

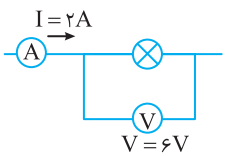
$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow P=\frac{36}{4}=9W$$



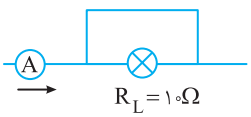


گزینهٔ (۳):

$$P=VI\Rightarrow P=6\times2=12W$$



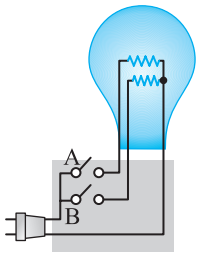
گزینهٔ (۴): در این گزینه لامپ اتصال کوتاه شده بنابراین خاموش است.



بنابراین در مدار گزینهٔ (۳) لامپ روشنایی بیشتر دارد.

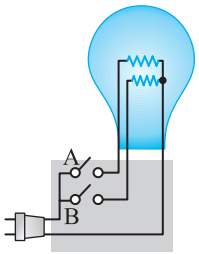
B ۲۰۱۶ ۲

بازی با سؤال یک لامپ سه راهه ۲۰۰V در اختیار داریم. اگر مقاومت کوچک‌تر رشته‌های لامپ، ۱۲Ω باشد و نسبت کمترین و بیشترین توان این لامپ در حالتی که آن را به ولتاژ ۲۰۰V وصل می‌کنیم $\frac{1}{3}$ باشد، مقاومت رشتهٔ دیگر لامپ چند اهم است؟



۱) ۱۲ ۲) ۲۴
۳) ۱۴ ۴) ۱۸

پاسخ با ثابت بودن ولتاژ با توجه به رابطهٔ توان $(P=\frac{V^2}{R})$ کمترین مقدار توان وقتی است که مقاومت بیشینه و بیشینهٔ مقدار توان وقتی است که مقاومت کمترین مقدار باشد:



$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow P_{min}=\frac{V^2}{R_{max}}\ ,\ P_{max}=\frac{V^2}{R_{min}}$$

کمینهٔ 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 R_{max} مربوط به حالتی است که تنها کلید مقاومتی که بیشترین مقدار را دارد وصل باشد.

$$\begin{cases} P_{min}=\frac{V^2}{R_{max}} \\ P_{max}=\frac{V^2}{R_{eq}} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_{min}}{P_{max}}=\frac{R_{eq}}{R_{max}}=\frac{1}{3}\Rightarrow R_{eq}=\frac{1}{3}R_{max}$$

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_{max}}+\frac{1}{12}\Rightarrow\frac{3}{R_{max}}=\frac{1}{R_{max}}+\frac{1}{12}\Rightarrow\frac{2}{R_{max}}=\frac{1}{12}\Rightarrow R_{max}=24\Omega$$

B ۲۰۱۸ ۳

بازی با سؤال اختلاف پتانسیل دو سر مداری ۲۲۰V است. اگر در این مدار یک فیوز ۰/۱A قرار داده باشیم، حداکثر چند وسیلهٔ برقی یکسان با مشخصات $(220V,110W)$ را می‌توان به‌صورت متوالی در مدار قرار داد تا فیوز نپرد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۷

پاسخ با توجه به مشخصات داده شده وسیله‌های برقی $(220V,110W)$

مقاومت آن‌ها را به‌دست می‌آوریم: $P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\frac{220\times220}{110}=R\Rightarrow R=440\Omega$

جریان عبوری از مدار می‌تواند تا ۰/۱ آمپر باشد. پس:

$$I=\frac{V}{R_{eq}}\Rightarrow 0/1=\frac{220}{n\times440}\Rightarrow n=5$$

A ۲۰۱۹ ۱

بازی با سؤال در سیم‌کشی منازل، همهٔ مصرف‌کننده‌ها به طور موازی متصل می‌شوند. اگر در یک خانه یک اتوی ۱۲۰۰W، یک نان برشته‌کن (توستر) ۱۸۰۰W و شش لامپ رشته‌ای ۱۰۰W به پریزهای ۲۲۰ ولت وصل شوند، حداقل فیوز چند آمپر را باید در مدار ورودی این خانه قرار داد که با کار کردن همهٔ وسیله‌ها فیوز نپرد؟

۱) ۱۶/۳۶ ۲) ۳/۳ ۳) ۵/۲۱ ۴) ۵/۵۲

پاسخ **خط فکری** باید جریان تک‌تک وسیله‌های برقی را به‌دست 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 رابطهٔ $P=VI$ به‌دست می‌آوریم.

اتو: $1200=220I_{اتو}\Rightarrow I_{اتو}=\frac{1200}{220}A$

توستر: $1800=220I_{توستر}\Rightarrow I_{توستر}=\frac{1800}{220}A$

۶ لامپ رشته‌ای ۱۰۰W: $600=220I_{لامپ‌ها}\Rightarrow I_{لامپ‌ها}=\frac{600}{220}A$

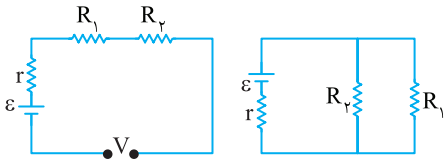
جریان کل مدار خواهد شد:

$$I_{کل}=\frac{1200}{220}+\frac{1800}{220}+\frac{600}{220}\Rightarrow I_{کل}=\frac{3600}{220}\Rightarrow I_{کل}=16/36A$$

البته می‌توانستید از ابتدا تمام توان‌ها را با هم جمع کنید، سپس جریان کل را از رابطهٔ $P_t=VI_t$ به‌دست بیاورید.

B ۲۰۲۸ ۱

بازی با سؤال مقاومت‌های R_1 و R_2 هر کدام ۱۰ اهم هستند. اگر توان مصرفی در مقاومت R_1 در دو مدار برابر باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

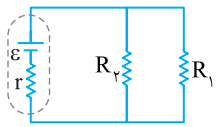


۱) ۱۰ ۲) ۲ ۳) $\frac{5}{2}$ ۴) ۵

پاسخ ابتدا مدار (الف) را تحلیل می‌کنیم و توان مصرفی مقاومت R_1 را به‌دست می‌آوریم:

مدار (الف): $\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{10}+\frac{1}{10}=\frac{1}{5}\Rightarrow R_{eq}=5\Omega$

جریان کل را حساب می‌کنیم:



(الف)

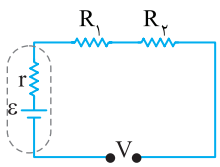
$$I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{\varepsilon}{5+r}$$

جریان کل بین دو مقاومت یکسان و موازی به طور برابر تقسیم می‌شود:

$$R_1=R_2\Rightarrow I_1=I_2=\frac{I_{کل}}{2}=\frac{\varepsilon}{10+2r}$$

بنابراین توان مصرفی در R_1 خواهد شد: $P_{R_1}=R_1I_1^2=R_1\times\frac{(\varepsilon)^2}{(10+2r)^2}$

حال مدار (ب) را تحلیل کرده و توان مصرفی مقاومت R_1 را به‌دست می‌آوریم.



مدار (ب): $R'_{eq}=R_1+R_2=20\Omega$

$$\Rightarrow I'_{کل}=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{\varepsilon}{20+r}$$

مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی هستند و جریان آن‌ها برابر جریان کل مدار است، از این‌رو توان مقاومت R_1 خواهد شد: $P'_{R_1}=R_1I_1'^2=R_1\times\frac{(\varepsilon)^2}{(20+r)^2}$

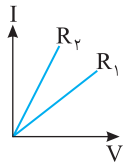
با توجه به فرض مسأله، توان مصرفی مقاومت R_1 در دو مدار با هم برابر است:

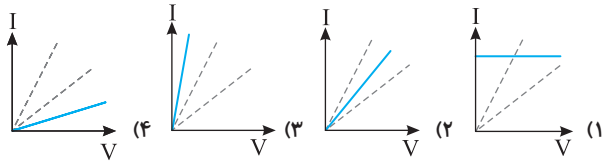
$$P_{R_1}=P'_{R_1}\Rightarrow R_1\times\frac{(\varepsilon)^2}{(10+2r)^2}=R_1\times\frac{(\varepsilon)^2}{(20+r)^2}$$

$$\Rightarrow(20+r)^2=(10+2r)^2\Rightarrow 20+r=10+2r\Rightarrow r=10\Omega$$

B ۲۰۲۸ ۳

۵ بازی با سوال 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 مجموعهٔ دو مقاومت درست نشان می‌دهد؟





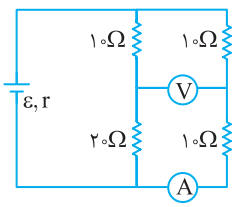
پاسخ **خط فکری**

۱ شیب نمودار I-V برابر وارون مقاومت است و هرچه مقاومت کمتر باشد، شیب خط بیشتر است.

۲ 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 گزینهٔ (۳) درست است.

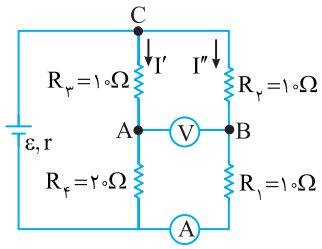
C ۲۰۲۸ ۳

۹ بازی با سوال در مدار روبه‌رو اگر ولت‌سنج آرمانی ۱۰V را نشان دهد، 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.



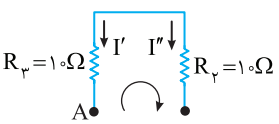
مقاومت معادل $R_{34}=30\Omega$ و مقاومت معادل $R_{12}=20\Omega$ است و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود بنابراین:

$$\frac{I''}{I'}=\frac{R_{34}}{R_{12}}\Rightarrow\frac{I''}{I'}=\frac{30}{20}\Rightarrow I'=\frac{2}{3}I''$$

با توجه به قاعدهٔ حلقه در جهت نشان داده شده از A به B می‌رویم:

$$V_A+10I'-10I''=V_B\Rightarrow V_A-V_B=10I''-10I'$$

$$\Rightarrow 10=10I''-10I'\Rightarrow I''-I'=1A$$

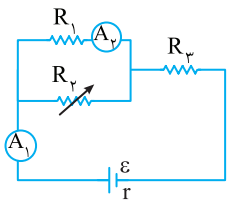


اکنون $I'=\frac{2}{3}I''$ را در رابطهٔ بالا قرار می‌دهیم.

$$I''-\frac{2}{3}I''=1\Rightarrow I''=3A$$

B ۲۰۳۶ ۲

بازی با سوال در شکل زیر با کاهش مقاومت R_2 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_2، مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد.

۲ جریان کل مدار افزایش می‌یابد $(\uparrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R_{eq}+r})$ و آمپرسنج A_1 عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

۳ با افزایش جریان مدار ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد.

$(\downarrow V=\varepsilon-\uparrow Ir)$

۴ ولتاژ دو سر مقاومت R_3 افزایش می‌یابد. $(\uparrow V_3=\uparrow IR_3)$

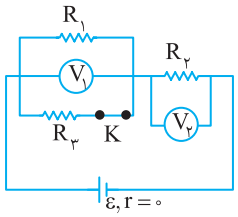
۵ ولتاژ دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 کاهش می‌یابد.

$(\downarrow V_{12}=V_{\text{باتری}}-V_3\uparrow)$

۶ جریان مقاومت R_1 کاهش می‌یابد $(\downarrow I_1=\frac{\downarrow V_1}{R_{1\text{ثابت}}})$ و آمپرسنج A_2 عدد کمتری نشان می‌دهد.

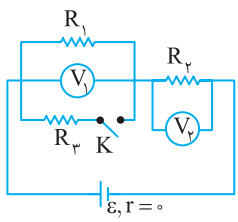
B ۲۰۳۷ ۱

بازی با سوال در مدار شکل روبه‌رو 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 $V_2=R_2I$ نیز کم می‌شود.

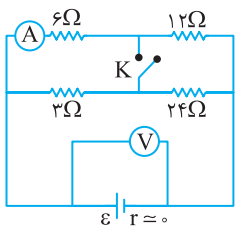
۴ مولد مقاومت درونی ندارد، بنابراین ولتاژ دو سر آن برابر با ε و ثابت است.

۵ از این‌رو با کاهش V_2، V_1 افزایش می‌یابد، زیرا:

$$\varepsilon=V_1+V_2\Rightarrow\uparrow V_1=\underset{\text{ثابت}}{\varepsilon}-V_2\downarrow$$

B ۲۰۴۰ ۱

بازی با سوال در مدار زیر اگر کلید K بسته شود اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند، به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ تجربی - ۹۸

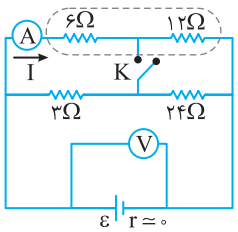


۱) کاهش - ثابت
۲) ثابت - افزایش
۳) کاهش - کاهش
۴) کاهش - افزایش

پاسخ باتری آرمانی است و مقاومت درونی آن صفر است بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر باتری همواره برابر نیروی محرکهٔ آن است یعنی ولت‌سنج همواره ε را نشان می‌دهد و عدد آن تغییر نمی‌کند.

حالت اول (کلید باز): در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر شاخهٔ بالایی و شاخهٔ پایینی برابر نیروی محرکهٔ باتری است. آمپرسنج به شاخهٔ بالایی وصل شده و جریان آن شاخه را نشان می‌دهد. اختلاف پتانسیل دو سر این شاخه ε و مقاومت این شاخه $۶+۱۲=۸\Omega$ است،

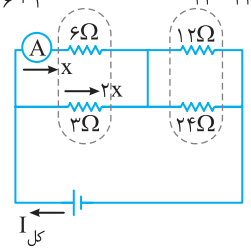
متوالی: $۶+۱۲=۱۸\Omega$



بنابراین جریان این شاخه برابر است با: $I=\frac{\varepsilon}{۶+۱۲}=\frac{\varepsilon}{۱۸}$

حالت دوم (کلید بسته):

موازی: $\frac{۱۲\times۲۴}{۱۲+۲۴}=۸\Omega$ ، موازی: $\frac{۶\times۳}{۶+۳}=۲\Omega$



مقاومت معادل مدار برابر خواهد شد با: $R_{eq}=۲\Omega+۸\Omega=۱۰\Omega$

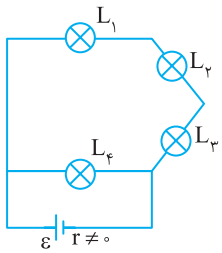
جریان کل مدار برابر است با: $I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}}=\frac{\varepsilon}{۱۰}$

مقاومت‌های ۶Ω و ۳Ω موازی هستند و جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود یعنی اگر جریان مقاومت ۶Ω برابر x باشد، جریان مقاومت ۳Ω برابر $۲x$ و جریان کل برابر است با: $I_{کل}=۳x+x\Rightarrow\frac{\varepsilon}{۱۰}=۳x\Rightarrow x=\frac{\varepsilon}{۳۰}$

بنابراین آمپرسنج جریان $\frac{\varepsilon}{۳۰}$ را نشان می‌دهد که از جریان $\frac{\varepsilon}{۱۸}$ کمتر است.

B ۱ ۲۰۴۹

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو با سوختن لامپ $L_۲$ روشنایی لامپ $L_۴$ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ ۱ با سوختن لامپ $L_۲$، شاخهٔ بالایی که در آن لامپ‌های $L_۱$، $L_۳$ و $L_۴$ متوالی هستند به‌طور کامل از مدار حذف می‌شود و با حذف شاخهٔ موازی، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد.

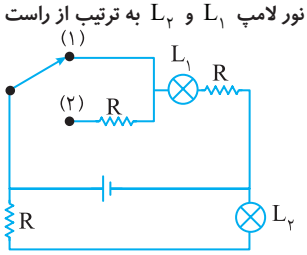
۲ با افزایش مقاومت مدار، جریان مدار کاهش می‌یابد. $\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r}$

۳ با کاهش جریان، ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد. $\uparrow V_{باتری}=\varepsilon-\downarrow Ir$

۴ لامپ $L_۴$ با باتری موازی بسته شده و ولتاژ دو سر آن با ولتاژ دو سر باتری برابر است و با افزایش ولتاژ دو سر باتری، ولتاژ دو سر $L_۴$ زیاد شده و توان مصرفی آن (روشنایی آن) افزایش می‌یابد. $\uparrow P=\frac{\uparrow V^۲}{R_{ثابت ۴}}$

B ۱ ۲۰۶۱

بازی با سؤال در مدار شکل زیر اگر باتری آرمانی باشد و کلید را از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، نور لامپ $L_۱$ و $L_۲$ به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



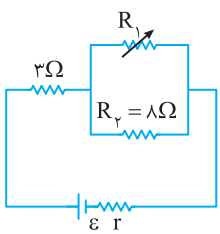
۱) کاهش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.
۲) افزایش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.
۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

پاسخ باتری آرمانی است و ولتاژ دو سر آن همواره برابر نیروی محرکهٔ آن است. شاخهٔ پایینی شامل مقاومت R و لامپ $L_۲$ است این شاخه با باتری موازی است. و ولتاژ دو سر آن ثابت و برابر نیروی محرکهٔ باتری است بنابراین هر تغییری در شاخهٔ بالایی، تأثیری در نور لامپ $L_۲$ ندارد و نور آن بدون تغییر می‌ماند.

با وصل کلید به وضعیت (۲) مقاومت R به‌طور متوالی به شاخهٔ بالایی اضافه شده و مقاومت شاخه بالایی و در نتیجه جریان آن کاهش می‌یابد و با کاهش جریان، نور لامپ $L_۱$ کاهش می‌یابد.

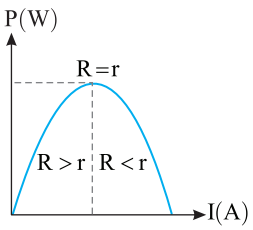
C ۳ ۲۰۶۲

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو مقاومت رئوستا $(R_۱)$ را به تدریج از ۱۲Ω به ۸Ω کاهش می‌دهیم. اگر توان مصرفی ابتدا افزایش و سپس کاهش یابد، مقاومت r کدام‌یک 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 بیشینهٔ توان، زمانی است که مقاومت معادل برابر مقاومت درونی مولد باشد. مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ موازی بوده و با کاهش مقاومت، مقاومت معادل آن پیوسته کاهش می‌یابد بنابراین:

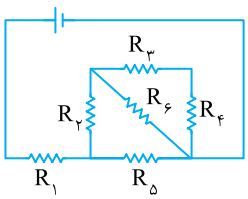


$$(R_{۱۲})_{min}=\frac{۱}{\frac{۱}{۸}+\frac{۱}{۸}}=۴\,\Omega\ ,\ (R_{۱۲})_{max}=\frac{۱}{\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۸}}=۴/۸\,\Omega$$

مقاومت معادل کل مدار باید $۳+۴/۸<R_{eq}<۳+۴$ باشد و مقاومت درونی نیز بین این دو عدد است در نتیجه تنها گزینهٔ (۳) درست است.

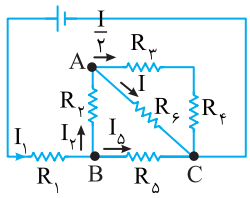
B ۱ ۲۰۶۴

بازی با سؤال ۱ در شکل زیر همهٔ مقاومت‌ها یکسان هستند، توان مصرفی در مقاومت $R_۶$ چند برابر توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ است؟



۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$
۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۲}{۷}$

پاسخ جریان مقاومت $R_۶$ را برابر I می‌گیریم. در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت تقسیم می‌شود، پس جریان شاخه شامل $R_۳$ و $R_۴$ که مقاومتش دو برابر مقاومت $R_۶$ است، برابر $\frac{I}{۲}$ می‌شود. برای جریان $I_۲$ می‌توان نوشت:



$$I_۲=I+\frac{I}{۲}\Rightarrow I_۲=\frac{۳I}{۲}$$

مقاومت معادل مقاومت‌های $R_۲$، $R_۳$، $R_۴$ و $R_۶$ را به‌دست می‌آوریم.

مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ باهم متوالی هستند. $R_{۳۴}=R+R=۲R$

مقاومت $R_{۳۴}$ با مقاومت $R_۶$ موازی است: $R_{۳۴۶}=\frac{۲R\times R}{۲R+R}=\frac{۲}{۳}R$

و مقاومت $R_{۳۴۶}$ با مقاومت $R_۲$ متوالی است: $R_{۲۳۴۶}=R+\frac{۲}{۳}R=\frac{۵}{۳}R$

این مقاومت با مقاومت $R_۵$ موازی است و ولتاژ دو سر آن‌ها باهم برابر است، از این‌رو می‌توان نوشت:

$$I_۵R_۵=I_۲(R_{۲۳۴۶})\Rightarrow I_۵R=I_۲\frac{۵}{۳}R\Rightarrow I_۵=\frac{۵}{۳}I_۲$$

$$\Rightarrow I_۵=\frac{۵}{۳}\times\frac{۳}{۲}I\Rightarrow I_۵=\frac{۵}{۲}I$$

با داشتن جریان‌های $I_۲$ و $I_۵$، جریان $I_۱$ را به‌دست می‌آوریم:

$$I_۱=I_۲+I_۵=\frac{۳}{۲}I+\frac{۵}{۲}I=۴I$$

اکنون نسبت توان‌ها را حساب می‌کنیم:

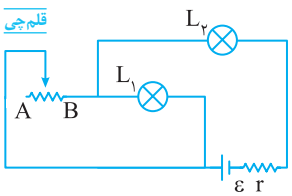
$$\frac{P_۶}{P_۱}=\frac{R_۶I_۶^۲}{R_۱I_۱^۲}=\frac{R(I)^۲}{R(۴I)^۲}=\frac{۱}{۱۶}$$

B ۲۰۶۴ ۳

۶

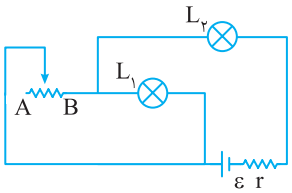
بازی با سؤال در مدار شکل زیر، چنانچه لغزندهٔ رئوستا به سمت نقطهٔ A حرکت کند، نور لامپ‌های $L_۱$ و $L_۲$ به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

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 نقطهٔ A برود، مقاومت بزرگ‌تری از AB در مدار قرار می‌گیرد. با افزایش مقاومت AB، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد.

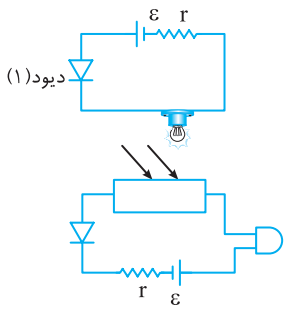


می‌توان نشان داد که با افزایش یک مقاومت مدار، ولتاژ دو سر آن مقاومت افزایش می‌یابد. مقاومت AB با لامپ $L_۱$ موازی است، بنابراین ولتاژ دو سر لامپ $L_۱$ نیز افزایش یافته است و نور لامپ $L_۱$ زیاد می‌شود. اما با افزایش مقاومت AB، مقاومت معادل مدار افزایش و جریان کل مدار کاهش می‌یابد، یعنی جریان عبوری از لامپ $L_۲$ که با باتری متوالی است، کاهش می‌یابد و نور لامپ $L_۲$ کم می‌شود.

C ۲۰۶۵ ۲

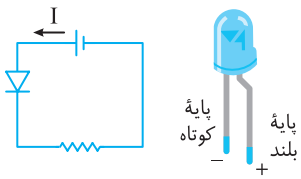
۱۵

بازی با سؤال درمدار زیر برای اینکه LED روشن شود، .....

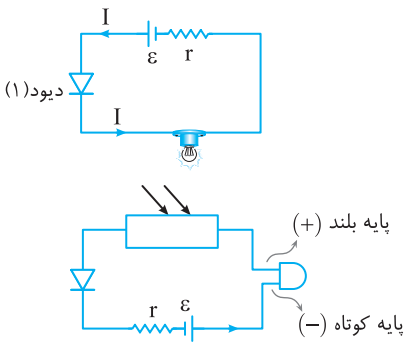


۱) باید جهت قرارگیری دیود (۱) تغییر کند.
۲) باید جهت قرارگیری دیود LED تغییر کند.
۳) باید جهت قرارگیری هر دو دیود تغییر کند.
۴) در این حالت LED روشن است و نیازی به تغییر جهت دیودها نیست.

پاسخ خط فکری هر گاه یک دیود مطابق شکل در مدار باشد از آن جریان می‌گذرد. در یک دیود نوری یا LED مطابق شکل، این دیود هنگامی اجازهٔ عبور جریان را می‌دهد که پایهٔ بلند آن به پایانه مثبت و پایهٔ کوتاه آن به پایانهٔ منفی باتری متصل شود.



در مدار بالایی دیود (۱) به گونه‌ای است که در مدار جریان برقرار و لامپ روشن بوده که سبب می‌گردد مقاومت نوری LDR کاهش یابد اما در مدار پایینی جهت دیود نوری (LED) به گونه‌ای است که اجازهٔ عبور جریان را نمی‌دهد، بنابراین باید جهت LED را تغییر داد تا از آن جریان بگذرد و LED روشن شود.

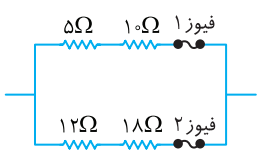


B ۲۰۶۵ ۱

۱۹

بازی با سؤال در مدار زیر توان کل مصرفی در مقاومت‌ها در یک لحظه برابر ۹۰۰۰W است. اگر فیوزهای (۱) و (۲) هر دو یکسان و ۱۵A باشند، کدام گزینه درست است؟

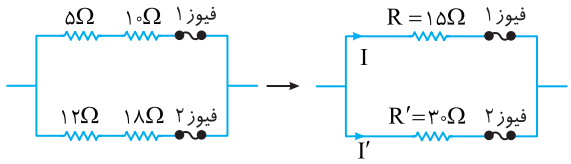
آزمون مدارس برتر



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) هیچ‌کدام از فیوزها نمی‌پرد.

پاسخ مقاومت‌های 5Ω و 10Ω باهم متوالی و مقاومت‌های 12Ω و 18Ω نیز باهم 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 30Ω است از این‌رو:

$$P_R=2P_{R'}, P_R+P_{R'}=9000W \Rightarrow 3P_{R'}=9000W$$
$$\Rightarrow P_{R'}=3000W, P_R=6000W$$



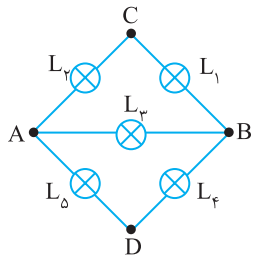
جریان هر شاخه را حساب می‌کنیم:

$$P_R=RI^2 \Rightarrow 6000=15I^2 \Rightarrow I=20A$$
$$P_{R'}=RI'^2 \Rightarrow 3000=30I'^2 \Rightarrow I'=10A$$

فیوزها $15A$ بوده و با جریان بیش از $15A$ می‌پرند، از فیوز (۱) جریان بیش از $15A$ عبور کرده و در این لحظه فیوز (۱) می‌پرد.

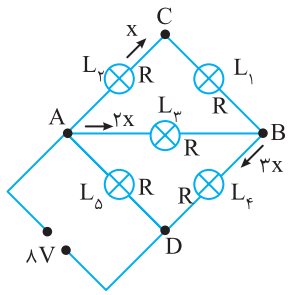
A ۲۰۶۵

بازی با سؤال ۲۴ 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.

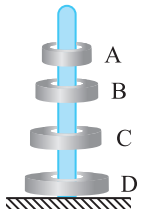
اگر جریان شاخهٔ L_1 و L_2 که دو مقاومت متوالی دارد را x فرض کنیم، جریان شاخهٔ شامل L_3 که با شاخهٔ L_1 و L_2 موازی است $2x$ می‌شود. در این صورت جریان لامپ L_4 برابر $x+2x=3x$ است بنابراین لامپ‌های L_1 و L_2 که دارای جریان کوچک‌تری هستند، توان مصرفی کمتری دارند.



فصل هشتم: مغناطیس

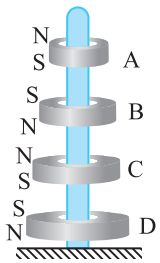
A ۲۰۷۲ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو مطابق شکل یک میلهٔ 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 به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



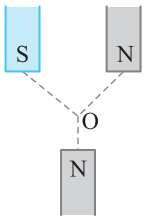
۱) N ،N ۲) S ،S ۳) S ،N ۴) N ،S

پاسخ هر چهار آهنربای حلقه‌ای یکدیگر را رانده‌اند، یعنی قطب‌های همنام آهنرباها در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و اگر قسمت بالایی آهنربای حلقه‌ای A قطب N باشد، باید قطب‌های آهنرباها به‌ترتیب به شکل روبه‌رو قرار گرفته باشند، یعنی قسمت بالایی آهنربای C قطب N و قسمت بالایی آهنربای D قطب S است.



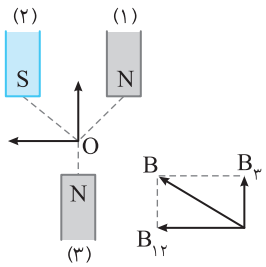
A ۲۰۸۰ ۱

بازی با سؤال سه آهنربای مشابه مطابق شکل قرار گرفته و نقطهٔ O از هر سه قطب به یک فاصله است. جهت میدان مغناطیسی خالص در نقطهٔ O کدام است؟



(۱) ↖ (۲) ↙ (۳) ↘ (۴) ↗

پاسخ میدان حاصل از آهنرباهای (۱) و (۲) در نقطهٔ O به‌سمت چپ و میدان آهنربای (۳) در نقطهٔ O رو به بالاست و جهت برایند این دو میدان خواهد شد:

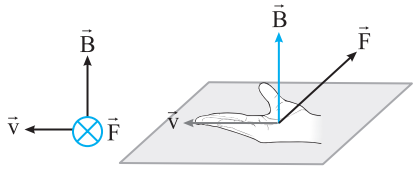


B ۲۰۸۷ ۳

بازی با سؤال الکترونی با سرعت $\vec{v}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، عمود بر میدان در حرکت است. اگر شکل مقابل نشان‌دهندهٔ جهت میدان $(\vec{B})$ و جهت نیروی وارد بر الکترون $(\vec{F})$ باشد، جهت $\vec{v}$ کدام است؟ ریاضی - ۹۸

(۱) ⊙ (۲) ⊗ (۳) → (۴) ←

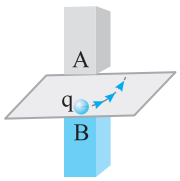
پاسخ چون ذره دارای بار منفی است، پس با توجه به قاعدهٔ دست راست هر جهتی برای $\vec{v}$ به‌دست آید، جهت $\vec{v}$ بار منفی خلاف جهت آن است: با توجه به قاعدهٔ دست راست چهار انگشت دست راست در جهت $\vec{v}$ به‌گونه‌ای که با خم کردن آن جهت میدان مغناطیسی مشخص شود. در این صورت شست دست در جهت $\vec{F}$ قرار 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.

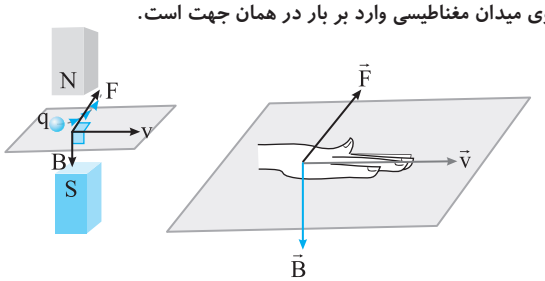
B ۲۰۸۹ ۱

بازی با سؤال جهت حرکت ذره‌ای با بار مثبت q در بین دو قطب A و B آهنرباهایی به‌صورت مقابل است. قطب‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام گزینه می‌توانند 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 ناحیهٔ A قطب N و ناحیهٔ B، قطب S است.

B ۲۰۹۰ ۴

بازی با سؤال یک ذرهٔ آلفا (هستهٔ هلیم) با تندی $۱۰^۴ m/s$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی ۵T می‌شود. بیشینه نیروی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) $۱/۶\times۱۰^{-۱۲}$ ۲) $۱/۶\times۱۰^{-۱۳}$ ۳) $۱/۶\times۱۰^{-۱۵}$ ۴) $۱/۶\times۱۰^{-۱۴}$

پاسخ ابتدا بار ذره آلفا را حساب می‌کنیم، هسته هلیم دارای دو پروتون است، یعنی بار آن $+۲e$ است. $q=ne=۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}C$

بیشینه نیرو هنگامی بر ذره وارد می‌شود که ذره به‌طور عمود بر راستای میدان وارد میدان شود.

$$\theta=۹۰^\circ\Rightarrow\sin\theta=۱\Rightarrow F=qvB$$

$$\Rightarrow F=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}\times۱۰^۴\times۵\Rightarrow F=۱/۶\times۱۰^{-۱۴}N$$

A ۲۰۹۱ ۳

بازی با سؤال ذرهٔ بارداری با بار $۲\mu C$ با تندی $۳\times۱۰^۴ m/s$ وارد میدان مغناطیسی $B=۰/۲T$ می‌شود به‌گونه‌ای که هنگام ورود جهت بار با خطوط میدان زاویهٔ ۳۷° می‌سازد. نیروی وارد بر بار چند نیوتون است؟ $(\cos۳۷^\circ=۰/۸)$

۱) $۳/۶\times۱۰^{-۳}$ ۲) $۵/۴\times۱۰^{-۳}$ ۳) $۷/۲\times۱۰^{-۳}$ ۴) $۷/۶\times۱۰^{-۳}$

پاسخ اندازهٔ نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

اندازهٔ میدان مغناطیسی — بزرگی بار الکتریکی

$$F=|q|vB\sin\theta$$

تندی (اندازهٔ سرعت) — $\vec{B}$ و بردار $\vec{v}$ زاویه بین بردار

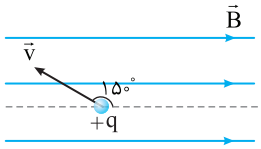
اکنون در رابطهٔ نیرو جای‌گذاری می‌کنیم:

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=۰/۲T]{|q|=۲\times۱۰^{-۶}C\ ,\ v=۳\times۱۰^۴ m/s}$$

$$F=۲\times۱۰^{-۶}\times۳\times۱۰^۴\times۰/۲\times\sin۳۷^\circ\Rightarrow F=۷/۲\times۱۰^{-۳}N$$

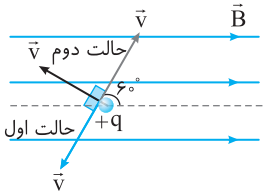
A ۲۰۹۲ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اگر جهت v در صفحهٔ شامل v و B، ۹۰° پادساعتگرد تغییر کند، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره، F_1 می‌شود و اگر ۹۰° ساعتگرد تغییر کند، نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار، $\vec{F}_2$ می‌شود. کدام گزینه درست است؟



۱) $\vec{F}_1=\vec{F}_2$ ۲) $\vec{F}_1=-\vec{F}_2$ ۳) $\vec{F}_1=\sqrt{3}\vec{F}_2$ ۴) $\vec{F}_1=-\sqrt{3}\vec{F}_2$

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 قاعدهٔ دست راست جهت F برونسو است و در حالت دوم جهت F، درونسو است، بنابراین $\vec{F}_1=-\vec{F}_2$



A ۲۰۹۸ ۱

بازی با سؤال ذره‌ای با بار الکتریکی $+2\mu C$ و جرم ۰/۰۱ گرم با سرعت $2\times10^4 m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۰۲ تسلا می‌شود. در صورتی که در لحظه ورود، راستای حرکت ذره با خطهای میدان مغناطیسی زاویه ۳۰ درجه بسازد، بزرگی شتاب حاصل از نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در لحظه ورود آن به میدان، چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

۱) ۴۰ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۸۰ ۴) ۰/۰۸

پاسخ ابتدا با توجه به داده‌ها نیروی مغناطیسی را محاسبه می‌کنیم:

$$F_B=qvB\sin\theta=(2\times10^{-6})\times(2\times10^4)\times(2\times10^{-2})\sin30^\circ$$

$$\Rightarrow F_B=4\times10^{-4}N$$

حال با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_B=ma\Rightarrow4\times10^{-4}=(1\times10^{-5})\times a\Rightarrow a=40m/s^2$$

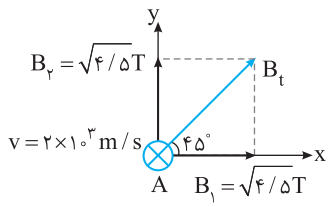
B ۲۱۰۰ ۳

بازی با سؤال ذره‌ای با بار $100\mu C$ و تندی $2\times10^3 m/s$ به صورت درونسو مطابق شکل (عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف داخل) از نقطهٔ A که در آن دو میدان مغناطیسی یکنواخت هم‌اندازه $\vec{B}_1=\sqrt{4/5}\vec{i}(T)$ و $\vec{B}_2=\sqrt{4/5}\vec{j}(T)$ وجود دارد، عبور می‌کند. در این لحظه اندازهٔ نیروی مغناطیسی چند نیوتون و جهت آن به کدام سمت است؟ (یکاها در SI)

۱) ۰/۹، ↘ ۲) ۰/۹، ↙ ۳) ۰/۶، ↖ ۴) ۰/۶، ↗

پاسخ ۱ میدان‌های B_1 و B_2 هم‌اندازه هستند و اندازهٔ برایند آن‌ها خواهد شد:

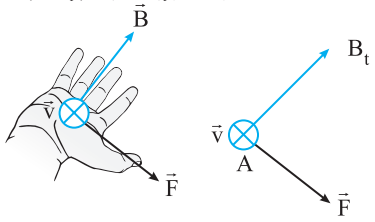
$$B_t=\sqrt{B_1^2+B_2^2}\Rightarrow B_t=\sqrt{4/5+4/5}\Rightarrow B_t=3T$$



۲ ذره عمود بر میدان به‌طور درونسو پرتاب شده است و $\theta=90^\circ$ است. نیروی وارد بر ذره را حساب می‌کنیم.

$$F=|q|vB\sin\theta\xrightarrow{q=10^{-4}C}F=10^{-4}\times2\times10^3\times3\Rightarrow F=0/6N$$

۳ با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیروی F وارد بر ذره به‌صورت زیر است.



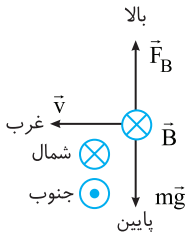
B ۲۱۰۵ ۲

بازی با سؤال ذره‌ای به جرم ۰/۵g دارای بار $-0/05\mu C$ با سرعت $2/5\times10^5 m/s$ 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؟ $(g=10N/kg)$ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{2}{5}$، به سمت جنوب ۲) $\frac{2}{5}$، به سمت شمال

۳) $\frac{5}{2}$، به سمت جنوب ۴) $\frac{5}{2}$، به سمت شمال

پاسخ ذره‌ای به سمت غرب در حرکت است $(\vec{v}\leftarrow)$. به ذره نیروی وزن به‌طرف پایین اثر می‌کند $(m\vec{g}\downarrow)$. 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 هم اندازه 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:

$$mg=qvB\Rightarrow0/5\times10^{-3}\times10=0/05\times10^{-6}\times2/5\times10^5\times B\Rightarrow B=\frac{2}{5}T$$

B ۲۱۰۶ ۲

بازی با سؤال در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی E عمود بر میدان مغناطیسی B است. ذره بارداری با جرم ناچیز و تندی v وارد این ناحیه می‌شود و در حالی که نیروی میدان مغناطیسی بیشینه است، بدون انحراف از این فضا خارج می‌شود. کدام رابطه بین v، E و B برقرار است؟

۱) $E=\frac{v}{B}$ ۲) $B=\frac{E}{v}$

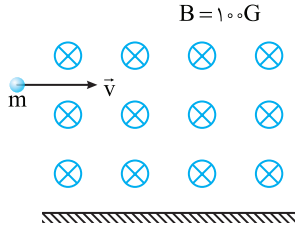
۳) $B=vE$ ۴) به مقدار بار ذره بستگی دارد.

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.

$$F_E=F_B\Rightarrow qE=qvB\Rightarrow E=vB\Rightarrow B=\frac{E}{v}$$

B ۲۱۰۹ ۴

بازی با سؤال در شکل زیر گلوله‌ای به جرم ۱۰g با بار الکتریکی $+4\mu C$ و با سرعت افقی $2\times10^6 m/s$ عمود بر راستای میدان مغناطیسی درونسوی یکنواختی با بزرگی ۱۰۰G درون میدان شلیک می‌شود. جهت و بزرگی میدان الکتریکی که سبب ثابت ماندن بردار سرعت می‌شود کدام است؟ $(g=10N/kg)$



۱) $2\times10^4 N/C$، بالاسو

۲) $2\times10^4 N/C$، پایین‌سو

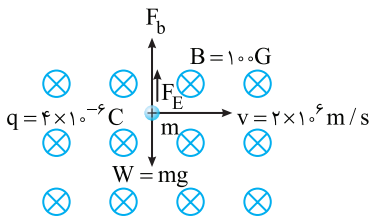
۳) $5\times10^3 N/C$، پایین‌سو

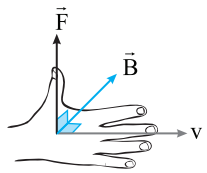
۴) $5\times10^3 N/C$، بالاسو

پاسخ برای ثابت ماندن مسیر حرکت ذره (بردار سرعت ذره) باید برایند نیروهای الکتریکی و مغناطیسی و گرانشی وارد بر ذره صفر شود.

با توجه به قاعدهٔ دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره رو به بالا و اندازهٔ آن برابر است با:

$$F_b = qvB = ۴\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{۶}\times۱۰۰\times۱۰^{-۴} = ۰/۰۸N$$





نیروی وزن را حساب می‌کنیم:

$$W = mg = ۰/۰۱\times۱۰ = ۰/۱N$$

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.

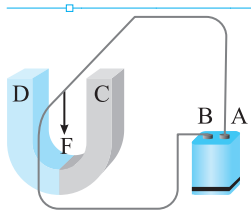
$$W = F_E + F_b \Rightarrow ۰/۱ = F_E + ۰/۰۸ \Rightarrow F_E = ۰/۰۲N$$

$$F_E = qE \Rightarrow ۰/۰۲ = ۴\times۱۰^{-۶}E \Rightarrow E = ۵\times۱۰^{۳} N/C$$

ذره دارای بار مثبت است و جهت میدان الکتریکی باید رو به بالا باشد.

A ۲ ۲۱۱۴

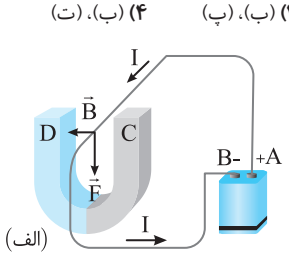
بازی با سؤال گزاره‌های زیر برای شکل زیر نوشته شده است. کدام گزینه گزاره‌های درست را بیان می‌کند؟



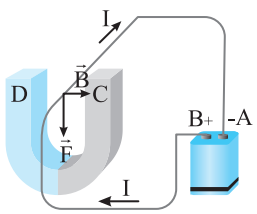
الف) اگر A قطب مثبت باشد، C باید قطب N باشد. / ب) اگر A قطب مثبت باشد، D باید قطب N باشد. / پ) اگر B قطب مثبت باشد، C باید قطب N باشد. / ت) اگر B قطب مثبت باشد، D باید قطب N باشد.

۱) (الف)، (پ) ۲) (الف)، (ت) ۳) (ب)، (پ) ۴) (ب)، (ت)

پاسخ اگر A قطب مثبت باشد جهت جریان به صورت روبه‌رو خواهد بود. اکنون به کمک قاعدهٔ 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.

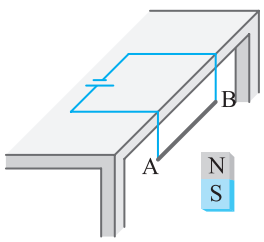


اگر B قطب مثبت باشد جهت جریان به‌صورت روبه‌رو خواهد بود، حال با داشتن جریان و نیرو طبق قاعده دست راست، جهت میدان و قطب‌ها را به‌دست می‌آوریم. میدان به سمت راست است و C قطب S و D قطب N و گزاره (ت) درست است.



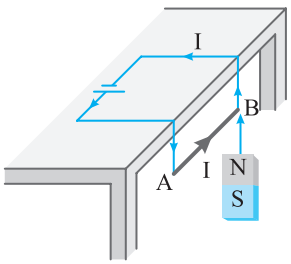
A ۲ ۲۱۱۵

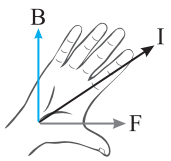
بازی با سؤال در شکل مقابل نیروی وارد بر سیم AB به کدام سمت است؟



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.





B ۲ ۲۱۱۶

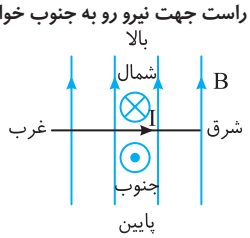
بازی با سؤال سیم راستی به طول ۲۰cm، موازی سطح افقی قرار دارد و جریان عبوری از آن ۱۰A و رو به شرق است. سیم درون میدان مغناطیسی یکنواخت ۵G قرار گرفته که جهت این میدان در راستای قائم و رو به بالاست نیروی مغناطیسی وارد بر سیم چند نیوتون و به کدام جهت است؟

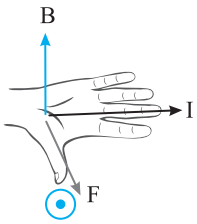
۱) $۱۰^{-۳}$، شمال ۲) $۱۰^{-۳}$، جنوب ۳) ۲×۱۰^{-۳}، بالا ۴) ۲×۱۰^{-۳}، پایین

پاسخ اندازهٔ نیرو برابر است با:

$$F = IlB\sin\theta \Rightarrow F = ۱۰\times۰/۲\times۵\times۱۰^{-۴}\times۱ \Rightarrow F = ۱۰^{-۳} N$$

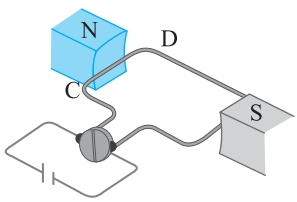
جهت شمال را درونسو در نظر می‌گیریم، میدان رو به بالا و سوی جریان از غرب به شرق است و با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیرو رو به جنوب خواهد بود.





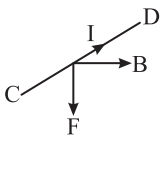
B ۲ ۲۱۲۹

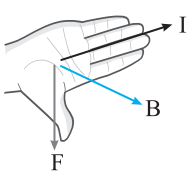
بازی با سؤال در شکل زیر که طرحی ساده از یک موتور الکتریکی است در مدت ۱s، قاب موتور ۳۶۰° می‌چرخد. پس از ۳s از لحظهٔ نشان داده شده نیروی وارد بر سیم CD به کدام سمت است؟



۱) بالا
۲) پایین
۳) چپ
۴) صفر

پاسخ در مدت ۱s قاب ۳۶۰° 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.





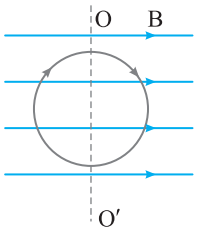
B ۳ ۲۱۳۲

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.

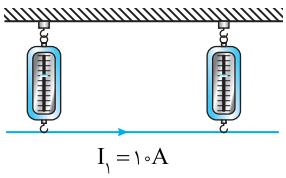
پاسخ قطعاً این دو نیروی خلاف جهت هم که در فیزیک به آن زوج نیرو می‌گویند باعث چرخش قاب می‌شود.

نتیجه ☑ اگر حلقه‌ای مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد نیروی خالص وارد بر حلقه صفر است و در لحظهٔ نشان داده شده حلقه حرکت انتقالی ندارد (جابه‌جا نمی‌شود) اما می‌تواند طول محور OO' بچرخد.



B ۲۱۳۸ | ۱

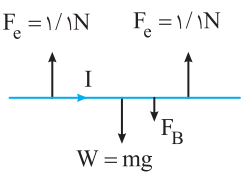
بازی با سؤال مطابق شکل سیمی به طول ۵۰cm حامل جریان ۱۰A به جرم ۲۰۰g به وسیله دو نیروسنج آویزان است. اگر با برقراری یک میدان مغناطیسی هرکدام از نیروسنج‌ها ۱/۱N را نشان دهند، کمینه اندازه میدان و جهت آن را مشخص کنید؟ $(g=10N/kg)$



۱) ۰/۰۴، برونسو ۲) ۰/۰۲، برونسو ۳) ۰/۰۴، درونسو ۴) ۰/۰۲، درونسو

پاسخ کمینه اندازهٔ میدان مغناطیسی یعنی میدان مغناطیسی بر سیم عمود بوده $(\theta=90^\circ)$ و $\sin\theta=1$ باشد.

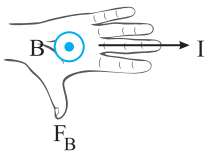
نیروی وزن رو به پایین بر میله وارد می‌شود و مقدار آن برابر است با



$$W=mg\Rightarrow W=0/2\times10=2N$$

هر فنر نیروی ۱/۱N یعنی جمعاً ۲/۲N 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.

$$F_B=IlB\sin\theta\Rightarrow0/2=10\times0/5\times B\times1\Rightarrow B=\frac{0/2}{5}\Rightarrow B=0/04T$$



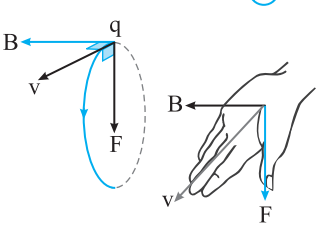
و با توجه به قاعدهٔ دست راست باید میدان مغناطیسی برونسو باشد.

B ۲۱۴۶ | ۲

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 به‌دست می‌آید.

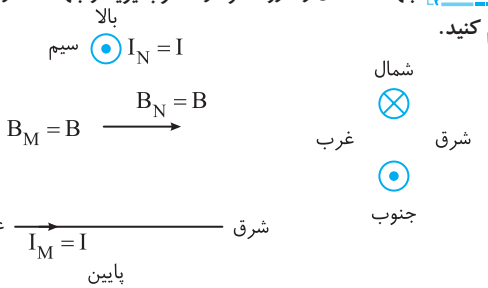
چهار انگشت دست راست را مماس بر حلقه در سوی حرکت بار قرار دهید به گونه‌ای که انگشت شست دست راست شما به سمت مرکز دایره (در جهت نیروی F) باشد در این حالت کف دست شما (خم کردن چهار انگشت) به سمت چپ شکل است یعنی جهت B به‌صورت $(\leftarrow)$ خواهد بود.

A ۲۱۵۷ | ۲

بازی با سؤال از سیم راست و افقی M جریان I به‌سوی 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.



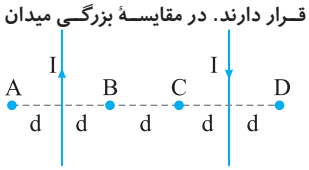
جریان سیم M به سمت راست و در نقطه‌ای بالای آن مطابق شکل میدان مغناطیسی حاصل از آن رو به جنوب (برونسو) است.

جریان سیم N رو به جنوب یعنی برونسو بوده و در نقطه‌ای زیر آن میدان مغناطیسی به سوی شرق است.

بنابراین میدان برایند دو میدان یکسان که یکی از آن‌ها به‌سوی جنوب و دیگری به سوی شرق است میدانی است در جهت جنوب شرقی.

B ۲۱۶۲ | ۱

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، دو سیم موازی و بسیار بلند و نازک حامل جریان‌های یکسان در صفحه قرار دارند. در مقایسهٔ بزرگی میدان مغناطیسی نقاط نشان داده شده، کدام رابطه درست است؟ تجربی - ۹۷



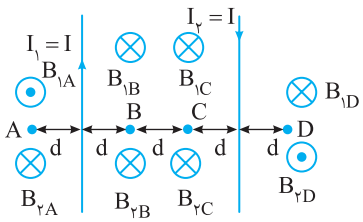
۱) $B_B=B_C>B_A=B_D$ ۲) $B_C<B_B<B_D<B_A$
۳) $B_B=B_C=B_D=B_A$ ۴) $B_C>B_B>B_D>B_A$

پاسخ در نقطهٔ A میدان B_1 برونسو و میدان B_2 درونسو است و چون $B_1>B_2$ است میدان در نقطهٔ A خواهد شد: $B_A=B_1-B_2$

در نقطهٔ B و نقطهٔ 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. $B_B=B_C$

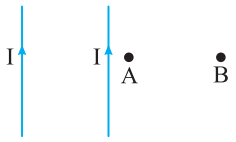
در نقطهٔ D میدان B_1 درونسو و میدان B_2 برونسوست و به همان نسبتی که میدان B_2 در این نقطه نسبت به نقطهٔ A افزایش یافته میدان B_1 کاهش یافته و برایند آن‌ها در نقاط A و D برابر است. $B_A=B_D$

در نقاط B و C میدان‌ها با هم جمع می‌شوند و در نقاط A و D میدان‌ها از کم می‌شوند بنابراین: $B_B=B_C>B_A=B_D$



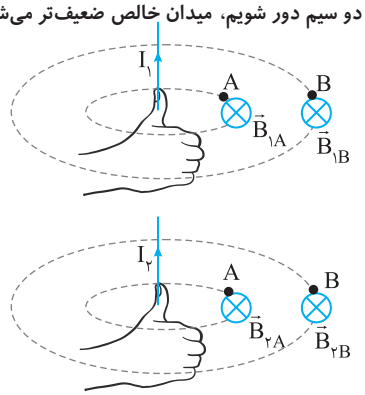
B ۱ ۲۱۷۷

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو با حرکت از نقطهٔ A تا نقطهٔ 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 نقطهٔ 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.



A ۲ ۲۱۷۹

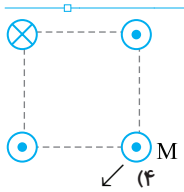
بازی با سؤال از دو سیم راست، موازی و طویل که به فاصله ۱ متر از هم قرار دارند به‌ترتیب جریان‌های $I_1=10A$ و $I_2=12A$ می‌گذرد. اگر نیرویی که سیم (۲) وارد می‌کند $\vec{F}$ باشد، بردار نیرویی که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد خواهد کرد، کدام گزینه است؟

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.

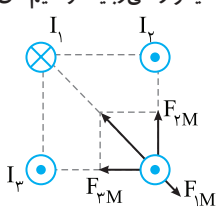
A ۳ ۲۱۸۱

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؟



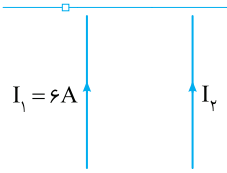
۱) ↗ ۲) ↘ ۳) ↖ ۴) ↙

پاسخ سیم‌های حامل جریان‌های همسو یکدیگر را می‌ربایند و سیم‌های حامل جریان ناهمسو یکدیگر را می‌رانند، بنابراین نیروهای وارد بر سیم M به‌صورت شکل روبه‌رو است اما برایند نیروهای F_{2M} و F_{3M} از نیروی F_{1M} بزرگ‌تر بوده و برایند نیروها مطابق گزینه (۳) است.



B ۳ ۲۱۹۰

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو دو سیم حامل جریان $I_1=6A$ و I_2 در کنار هم قرار دارند و بر هم نیروی 5N 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؟ خارج تجربی - ۹۰



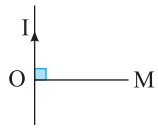
۱) ۲/۷۵ ۲) ۴
۳) ۳/۷۵ ۴) قابل محاسبه نیست.

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 5N است و این نیرو برابر $F_{21}=I_1l_1B_1$ است. یعنی نیرو با جریان رابطهٔ مستقیم دارد و وقتی جریان I_1، ۲۵٪ کاهش می‌یابد، نیروی وارد بر آن نیز ۲۵٪ کاهش می‌یابد یعنی نیرو خواهد شد:

$$F'=F-0/25F\Rightarrow F'=\frac{3}{4}\times F=\frac{3}{4}\times 5\Rightarrow F'=3/75N$$

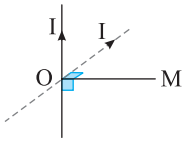
B ۳ ۲۱۹۹

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اگر سیم حامل جریان حول محور OM، ۳۰° 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 فاصلهٔ نقطهٔ O از سیم حامل جریان تغییر نمی‌کند بنابراین میدان مغناطیسی حاصل از جریان نیز تغییر نمی‌کند.



A ۱ ۲۲۰۳

بازی با سؤال از پیچهٔ مسطحی که از ۲۰ دور سیم نازک درست شده است، جریانی به بزرگی 5A می‌گذرد. اگر میدان مغناطیسی حاصل از این جریان در مرکز پیچه 4G باشد، قطر پیچه چند سانتی‌متر است؟ $(\mu_0=4\pi\times10^{-7}T.m/A)$ کنکور دهه‌های گذشته

۱) 10π ۲) $\frac{\pi}{10}$ ۳) $\frac{\pi}{5}$ ۴) 5π

پاسخ میدان در مرکز پیچه 4G یا $4\times10^{-4}T$ داده شده است.

با توجه به رابطهٔ میدان مغناطیسی $B=\frac{\mu_0 NI}{2R}$، R شعاع پیچه و 2R قطر پیچه است بنابراین

$$B=\frac{\mu_0 NI}{2R}\Rightarrow 2R=\frac{\mu_0 NI}{B}\Rightarrow 2R=\frac{4\pi\times10^{-7}\times20\times5}{4\times10^{-4}}$$

$$\Rightarrow 2R=10^{-1}\pi=\frac{\pi}{10}m\Rightarrow 2R=\frac{\pi}{10}\times100=10\pi\,cm$$

B ۱ ۲۲۱۰

بازی با سؤال سیمی با طول مشخص را یک بار به صورت پیچه‌ای مسطح به شعاع R و بار دیگر به صورت پیچه‌ای مسطح به شعاع $\frac{R}{4}$ در می‌آوریم و در هر دو حالت جریان یکسانی از آن‌ها عبور می‌دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه با شعاع R چند برابر بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه با شعاع $\frac{R}{4}$ است؟ قلم‌چی

۱) $\frac{1}{16}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{1}{2}$

پاسخ تعداد دورهای پیچه به شعاع r حاصل از یک سیم به طول L برابر است با:

$$N=\frac{L}{2\pi r}\Rightarrow\begin{cases}N_1=\frac{L}{2\pi R} & (1)\\ N_2=\frac{L}{2\pi\frac{R}{4}}=\frac{2L}{\pi R} & (2)\end{cases}\Rightarrow\frac{N_1}{N_2}=\frac{(1)}{(2)}=\frac{\frac{L}{2\pi R}}{\frac{2L}{\pi R}}=\frac{1}{4}$$

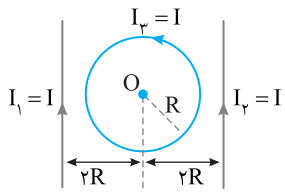
حال نسبت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه در حالت اول و دوم را حساب می‌کنیم:

$$\frac{B_1}{B_2}=\frac{\frac{\mu_0 N_1 I_1}{2R_1}}{\frac{\mu_0 N_2 I_2}{2R_2}}=\frac{N_1}{N_2}\times\frac{I_1}{I_2}\times\frac{R_2}{R_1}\xrightarrow[R_1=R,R_2=\frac{R}{4}]{I_1=I_2,\frac{N_1}{N_2}=\frac{1}{4}}\frac{1}{4}\times\frac{\frac{R}{4}}{R}=\frac{1}{16}$$

B ۲۲۱۳ ۴

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو یک حلقه به شعاع R و دو سیم بلند موازی حامل جریان I، هر سه در یک صفحه قرار دارند. میدان مغناطیس خالص در مرکز حلقه به کدام سو است؟

خارج ریاضی - ۹۰

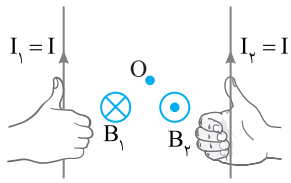


۱) درونسو ۲) برونسو

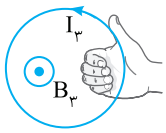
۳) به سمت پایین ۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ ۱ ابتدا میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌های راست حامل جریان را بررسی می‌کنیم و با استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت آن‌ها را در نقطهٔ O به‌دست می‌آوریم:

جهت جریان و فاصله سیم‌ها تا نقطهٔ O با یکدیگر برابر است پس میدان‌های B_1 و B_2 هم‌اندازه و خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین برایند B_1 و B_2 صفر است و میدان مغناطیسی در نقطهٔ O هم‌جهت با میدان مغناطیسی حاصل از حلقه است.



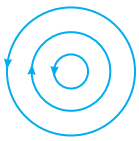
۲ با توجه به قاعدهٔ دست راست، میدان حاصل از حلقهٔ I_3 را به‌دست می‌آوریم.



این میدان برونسو بوده و بنابراین میدان خالص در نقطهٔ O برونسوست.

B ۲۲۱۸ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو هر سه حلقه هم‌مرکز بوده و دارای جریان‌های یکسانی‌اند. اگر جهت جریان حلقهٔ کوچک‌تر ساعتگرد شود، میدان مغناطیسی برایند این سه حلقه در مرکز آن‌ها چگونه تغییر می‌کند؟



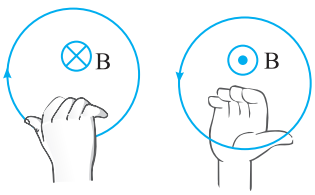
۱) جهت آن وارون شده و کاهش می‌یابد.

۲) جهت آن تغییر نمی‌کند و افزایش می‌یابد.

۳) جهت آن وارون شده و افزایش می‌یابد.

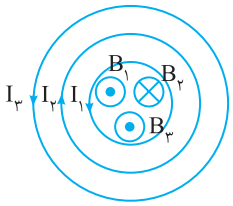
۴) جهت آن تغییر نمی‌کند و کاهش می‌یابد.

پاسخ جهت میدان حاصل از حلقه‌هایی که مطابق شکل دارای جریان‌های ساعتگرد و پادساعتگرد می‌باشد در مرکز آن‌ها با توجه به قاعدهٔ دست راست کشیده شده به‌صورت درونسو و برونسو خواهد بود:



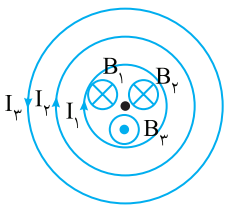
جریان هر سه حلقه برابر است بنابراین میدان در مرکز حلقه‌ای بیشینه است که شعاع کمتری دارد. اگر میدان مغناطیسی حلقه‌ها را B_1، B_2 و B_3 بنامیم در این صورت $B_1 > B_2 > B_3$ است.

حالت اول: با توجه به قاعدهٔ دست راست برای میدان مغناطیسی حلقهٔ حامل جریان، میدان B_1 و B_3 برونسو و میدان B_2 درونسوست و میدان خالص خواهد شد:



B_t برونسو : $B_t = |B_1 + B_3 - B_2|$

حالت دوم: جریان حلقه کوچک‌تر ساعتگرد شده و جهت میدان آن درونسو خواهد شد. در این حالت:

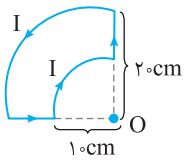


B'_t درونسو : $B'_t = |B_1 + B_2 - B_3|$

بنابراین جهت میدان وارون می‌شود. از طرفی چون $B_1 + B_2 > B_1 + B_3$ است. در نتیجه میدان برایند در حالت دوم از حالت اول بیشتر می‌شود.

B ۲۲۱۹ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل مقابل، یک سیم به صورت دو ربع حلقه درآمده و به مداری متصل است و از آن جریان ۱۰۰A عبور می‌کند. اندازهٔ میدان مغناطیسی در نقطهٔ O چند گاوس و در کدام جهت است؟



قلم‌چی

$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-4}\ T.m/A)$

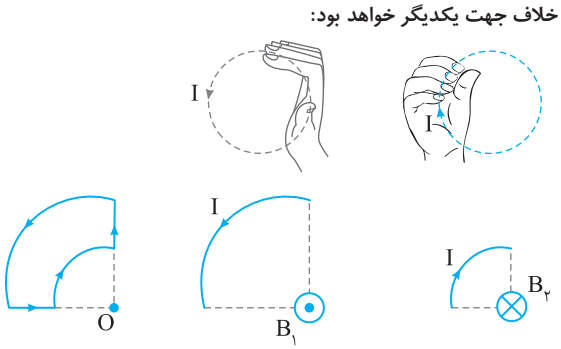
۱) π، برونسو ۲) π، درونسو ۳) $\frac{\pi}{4}$، برونسو ۴) $\frac{\pi}{4}$، درونسو

پاسخ دو حلقهٔ داده شده ربع یک دور کامل پیچه هستند پس در رابطهٔ $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$، باید تعداد حلقه‌ها را برای هر دو ربع حلقه $N = \frac{1}{4}$ قرار دهیم. اگر میدان حاصل از ربع حلقهٔ کوچک‌تر را با B_1 و ربع حلقهٔ بزرگ‌تر را با B_2 نشان دهیم:

$$B_1 = \frac{N_1 \mu_0 I}{2R_1} \xrightarrow{R_1 = 10cm} B_1 = \frac{\frac{1}{4} \times 4\pi \times 10^{-7} \times 100}{2 \times 10 \times 10^{-2}} \Rightarrow B_1 = \frac{\pi}{2} \times 10^{-4}\ T = \frac{\pi}{2}\ G$$

$$B_2 = \frac{N_2 \mu_0 I}{2R_2} \xrightarrow{R_2 = 20cm} B_2 = \frac{\frac{1}{4} \times 4\pi \times 10^{-7} \times 100}{2 \times 20 \times 10^{-2}} = \frac{\pi}{4} \times 10^{-4}\ T = \frac{\pi}{4}\ G$$

جریان در ربع حلقه‌ها خلاف جهت هم‌اند پس میدان حاصل از آن‌ها در نقطهٔ O نیز خلاف جهت یکدیگر خواهد بود:

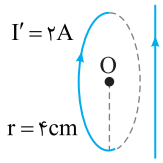


B_1 و B_2 خلاف جهت هم هستند و چون $B_2 < B_1$ است پس میدان مغناطیسی خالص نیز در جهت میدان B_1 برونسو است:

$$B_T = B_1 - B_2 \Rightarrow B_T = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} \Rightarrow B_T = \frac{\pi}{4}\ G$$

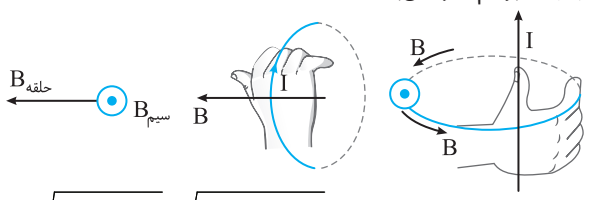
B ۴ ۲۲۲۰

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو میدان حاصل از سیم راست در مرکز حلقه برابر ۰/۴G و میدان مغناطیسی حاصل از جریان حلقه در مرکز آن ۰/۳G است. میدان برایند حاصل از سیم راست و حلقه در نقطه O برابر چند گاوس است؟



۱) ۰/۴۵ ۲) ۰/۷ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۵

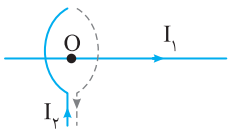
پاسخ جهت میدان حلقه در مرکز آن با توجه به قاعدهٔ دست راست به سمت چپ است و جهت میدان سیم راست در مرکز حلقه برونسوست، بنابراین دو میدان بر هم عمود می‌باشند.



$$|B|=\sqrt{B_{\text{حلقه}}^{۲}+B_{\text{سیم}}^{۲}}=\sqrt{(۰/۳)^{۲}+(۰/۴)^{۲}}=۰/۵\text{G}$$

B ۴ ۲۲۲۱

بازی با سؤال در شکل زیر سیم مستقیم حامل جریان I_1 به‌صورت عمود از مرکز حلقه می‌گذرد. حلقهٔ فلزی نیز مطابق شکل دارای جریان I_2 است. در مورد حلقه و سیم، کدام گزینه صدق می‌کند؟ کنکور دهه‌های گذشته

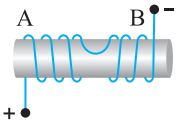


۱) یکدیگر را می‌رانند.
۲) یکدیگر را جذب می‌کنند.
۳) اگر $I_1=I_2$ باشد به هم نیرویی وارد نمی‌کند.
۴) با هر جریانی به یکدیگر نیرو وارد نمی‌کنند.

پاسخ 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.

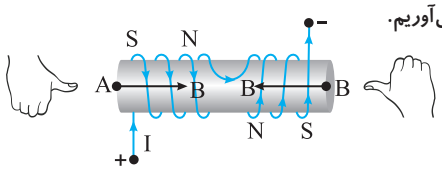
B ۴ ۲۲۲۶

بازی با سؤال از سیم‌پیچی که دارای هستهٔ آهنی است، مطابق شکل جریان I می‌گذرد. دو انتهای A و B به‌ترتیب از راست به چپ به کدام قطب تبدیل می‌شوند؟



۱) S ،N ۲) N ،S
۳) N ،N ۴) S ،S

پاسخ با توجه به پایانه‌های مثبت و منفی جهت جریان در سیملوله مطابق شکل زیر است و با استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت میدان را در هر قسمت به‌دست می‌آوریم.



با توجه به جهت میدان هر دو انتها قطب S می‌باشد.

B ۲ ۲۲۳۰

بازی با سؤال تقریباً جریان چند آمپری از سیملوله‌ای که ۱۲ حلقه در هر سانتی‌متر از طولش دارد عبور کند تا میدان داخل آن برابر ۳×۱۰^{-۳} تسلا شود؟ $(\mu_۰=۴\pi\times۱۰^{-۷}\text{T.m/A})$ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ در رابطهٔ میدان سیملوله $\frac{N}{l}$ تعداد حلقه در واحد طول (متر) می‌باشد.

$$\frac{N}{l}=\frac{۱۲}{۱\times۱۰^{-۲}}=\frac{۱۲}{۱۰^{-۲}},B=\mu_۰\frac{N}{l}I\Rightarrow B=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱۲}{۱۰^{-۲}}\times I=۳\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow I=\frac{۳۰۰}{۴\pi\times۱۲}\approx\frac{۳۰۰}{۱۲\times۱۲}\approx۲\text{A}$$

A ۱ ۲۲۳۵

بازی با سؤال از دو سیملوله کاملاً مشابه جریان یکسان I می‌گذرد. اگر میدان درون هر سیملوله برابر B باشد، چنانچه دو سیملوله را به هم متصل کرده تا یک سیملوله طویل‌تر بسازیم و از آن جریان I بگذرد، میدان مغناطیسی درون این سیملوله چند برابر B می‌شود؟

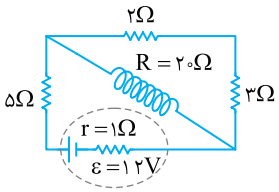
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

پاسخ وقتی دو سیملوله را به‌هم متصل می‌کنیم طول سیملوله دو برابر می‌شود. هم‌چنین تعداد حلقه‌ها نیز دو برابر خواهد شد پس: $N'=۲N\ ,\ l'=۲l$

بنابراین نسبت $\frac{N}{l}$ تغییری نمی‌کند و چون همان جریان I از سیملوله می‌گذرد پس میدان در این حالت همان میدان حالت قبل خواهد شد.

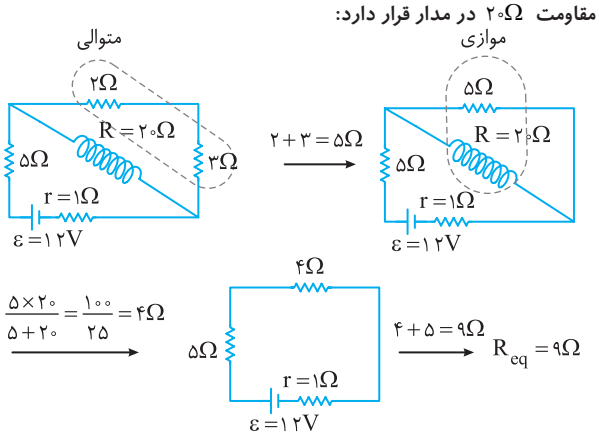
B ۳ ۲۲۴۱

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو مقاومت اهمی سیملوله ۲۰Ω است. اگر طول سیملوله ۴cm، تعداد حلقه‌های آن ۴۰ دور و قطر دهانهٔ آن ۵ میلی‌متر باشد، میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاوس است؟ $(\mu_۰=۱۲\times۱۰^{-۷}\text{T.m/A})$



۱) ۱/۴۴ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۲/۸۸ ۴) ۲۸/۸

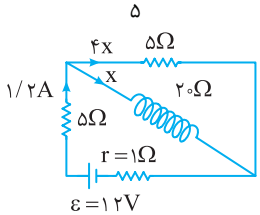
پاسخ ابتدا باید جریان عبوری از سیملوله را حساب کنیم، سیملوله با مقاومت ۲۰Ω در مدار قرار دارد:



$$I_{\text{مدار}}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I_{\text{مدار}}=\frac{۱۲}{۹+۱}=۱/۲\text{A}$$

حال با تقسیم جریان ۱/۲A بین مقاومت ۵Ω و مقاومت ۲۰ اهمی سیملوله، جریان عبوری از سیملوله به‌دست می‌آید، در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

$$x+۴x=۱/۲\text{A}\Rightarrow ۵x=۱/۲\text{A}\Rightarrow x=\frac{۱/۲}{۵}=۰/۲۴\text{A}$$

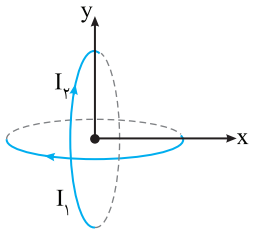


جریان شاخه شامل سیملوله ۰/۲۴A است، بنابراین میدان مغناطیسی درون سیملوله خواهد شد:

$$B=\mu_0\frac{N}{l}I\Rightarrow B=۱۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{۴۰}{۴\times۱۰^{-۲}}\times۰/۲۴$$
$$\Rightarrow B=۲۸/۸\times۱۰^{-۵}T=۲۸/۸\times۱۰^{-۱}G=۲/۸۸G$$

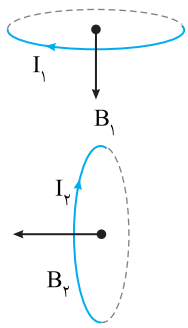
۱ ۲۲۵۳ B

بازی با سؤال دو حلقه هم‌مرکز مطابق شکل در صفحهٔ xoy قرار گرفته‌اند. اگر بزرگی میدان‌های حاصل از حلقه‌ها دارای جریان $I_۱$ و $I_۲$ در مرکز آن‌ها به‌ترتیب برابر ۳π و ۲π تسلا باشد، کدام گزینه بردار میدان مغناطیسی در مرکز دو حلقه را درست نشان می‌دهد؟



۱) $(-۲\pi\vec{i}-۳\pi\vec{j})$
۲) $(-۲\pi\vec{i}+۳\pi\vec{j})$
۳) $(-۳\pi\vec{i}-۲\pi\vec{j})$
۴) $(-۳\pi\vec{i}+۲\pi\vec{j})$

پاسخ ابتدا با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت میدان حاصل از پیچه‌ها را به‌دست می‌آوریم:



$$\vec{B}_۲=-|B_۲|\vec{i}=-۲\pi\vec{i}$$
$$\vec{B}_۱=-|B_۱|\vec{j}=-۳\pi\vec{j}$$

بنابراین بردار میدان خالص خواهد شد:

$$\vec{B}=(-۲\pi\vec{i}-۳\pi\vec{j})$$

۴ ۲۲۵۷ A

بازی با سؤال توصیف زیر مربوط به کدام مادهٔ مغناطیسی است؟

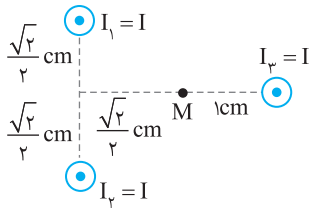
«حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی شود.» از کتاب درسی

۱) پارامغناطیس
۲) فرومغناطیس نرم
۳) فرومغناطیس سخت
۴) دیامغناطیس

پاسخ مادهٔ دیامغناطیس دارای دوقطبی مغناطیسی نیست و اگر در میدان مغناطیس خارجی قوی قرار گیرد در اثر القای مغناطیسی، دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی در آن ایجاد می‌شود بنابراین توصیف بیان شده مربوط به مادهٔ دیامغناطیس است.

۳ ۲۲۶۲ B

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، از سه سیم مستقیم و بلند که بر صفحهٔ کاغذ عمودند، جریان I می‌گذرد. میدان خالص در نقطهٔ M چند برابر میدان حاصل از سیم $I_۳$ در نقطهٔ M است؟ تجربی - ۹۵

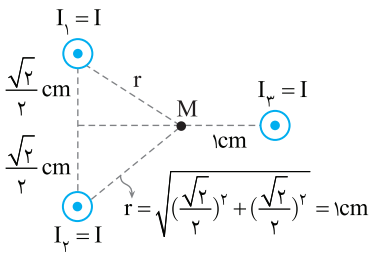


۱) $\sqrt{۲}$
۲) $(\sqrt{۲}-۲)$
۳) $(\sqrt{۲}-۱)$
۴) $(\sqrt{۲}+۱)$

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 رابطهٔ مستقیم و با فاصله رابطهٔ عکس دارد، با توجه به شکل روبه‌رو فاصله تمام سیم‌ها تا نقطهٔ M برابر ۱cm و جریان آن‌ها با هم برابر است، پس اندازهٔ هر سه میدان باهم برابر است.

$$|B_۱|=|B_۲|=|B_۳|$$

۲ با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت میدان سیم‌های مختلف را به‌دست می‌آوریم:



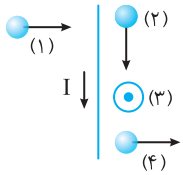
زاویه‌ای که رأس N در مثلث ENM می‌سازد با توجه به طول ساق‌ها برابر ۴۵° است، بنابراین مثلث NMA مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین است.

$$\begin{cases}B'=\sqrt{B^۲+B^۲}=\sqrt{۲}B\\ B:B'-B=\sqrt{۲}B-B=(\sqrt{۲}-۱)B\end{cases}$$

B′ و B خلاف جهت هم‌اند

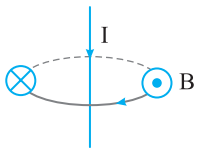
۲ ۲۲۶۴ B

بازی با سؤال مطابق شکل روبه‌رو، چهار ذرهٔ 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.) قلم‌چی



۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

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.



فصل نهم: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

A ۲۲۶۴ ۱

بازی با سؤال حلقه‌ای به مساحت A در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. اگر زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ با سطح حلقه ۶۰° باشد، شار میدان مغناطیسی یکنواخت که از سطح حلقه می‌گذرد برابر است با:

کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}BA$ ۲) $۲BA$ ۳) $\frac{۱}{۲}BA$ ۴) $\sqrt{۳}BA$

پاسخ زاویهٔ بین خط‌های میدان و نیم‌خط عمود بر سطح برابر است با:

$\theta = ۹۰^\circ - ۶۰^\circ = ۳۰^\circ$

با توجه به تعریف شار مغناطیسی داریم:

$\Phi = BA\cos\theta = \frac{\sqrt{۳}}{۲}BA$

A ۲۲۶۵ ۲

بازی با سؤال قاب مستطیل شکلی با طول و عرض ۸cm و ۲/۵cm درون میدان مغناطیسی به بزرگی ۵۰۰G قرار گرفته و صفحه با خطوط میدان زاویهٔ ۳۷° می‌سازد. شار مغناطیسی عبوری از صفحه چند میلی‌وبر است؟ $(\sin ۳۷^\circ = \cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$

۱) ۶×۱۰^{-۱} ۲) ۶×۱۰^{-۲} ۳) ۳×۱۰^{-۱} ۴) ۳×۱۰^{-۲}

پاسخ زاویهٔ قاب با خطوط میدان مغناطیسی ۳۷° است بنابراین زاویه‌ای که نیم‌خط عمود بر قاب با خطوط میدان مغناطیسی (θ) می‌سازد برابر است با: $۹۰ - ۳۷ = ۵۳^\circ$

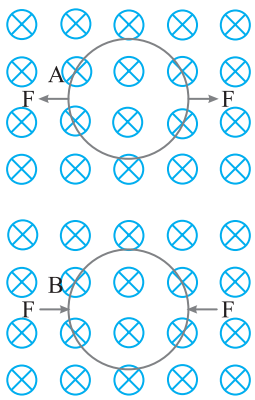
$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[B=۵۰۰G=۵۰۰\times۱۰^{-۴}T]{A=۸\times۲/۵=۲۰cm^۲=۲۰\times۱۰^{-۴}m^۲}$

$\Phi = ۵۰۰\times۱۰^{-۴}\times۲۰\times۱۰^{-۴}\times\cos ۵۳^\circ$

$۰/۶\times۱۰^{-۴}Wb = ۰/۶\times۱۰^{-۱}mWb = ۶\times۱۰^{-۲}mWb$

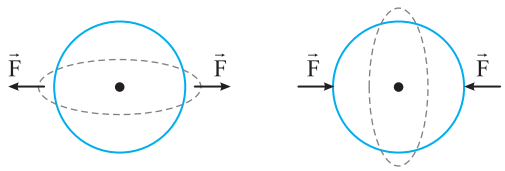
A ۲۲۶۷ ۴

بازی با سؤال دو پیچه دایره‌ای را در میدان‌های درونسو قرار می‌دهیم. اگر پیچه A را از دو طرف بکشیم و پیچه B را از دو طرف بفشاریم، شار عبوری از پیچه در هر کدام از شکل‌های A و B به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟ از کتاب درسی



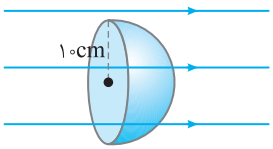
۱) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

پاسخ با کشیده شدن یا فشرده شدن پیچه مساحت سطح پیچه کاهش می‌یابد و با توجه به رابطهٔ شار مغناطیسی $\Phi = BA\cos\theta$، با کاهش مساحت سطح شار مغناطیسی نیز کاهش می‌یابد.



B ۲۲۷۲ ۱

بازی با سؤال در شکل مقابل یک پوسته به شکل نیم‌کره‌ای به شعاع ۱۰cm در آمده و درون میدان مغناطیسی ۴۰۰G قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از نیم‌کره چند میکروویبر است؟



۱) ۱۲۵۶ ۲) ۱۲۵/۶
۳) ۳۱۴ ۴) ۳۱/۴

پاسخ با توجه به شکل داده شده تعداد خطوط عبوری از نیم‌کره با تعداد خطوط عبوری از سطح دایره به شعاع ۱۰cm یکسان است، بنابراین در رابطهٔ $\Phi = BA\cos\theta$، A برابر مساحت دایره به شعاع ۱۰cm است:

$A = \pi r^۲ \Rightarrow A = ۳/۱۴\times۱۰^۲ = ۳۱۴cm^۲$

$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[\theta=۰]{\text{سطح بر خطوط میدان عمود است}} \Phi = ۴۰۰\times۱۰^{-۴}\times۳۱۴\times۱۰^{-۴}$

$\Phi = ۱۲۵۶\times۱۰^{-۶}Wb = ۱۲۵۶\mu Wb$

A ۲۲۷۳ ۳

بازی با سؤال از یک سیملوله به طول ۴۰cm که شامل ۲۰۰ حلقه می‌باشد و قطر هر حلقه ۱۰cm است، جریان ۴A می‌گذرد. شار گذرنده از سیملوله چند وبر است؟ $(\pi = ۳, \mu_۰ = ۱۲\times۱۰^{-۷}T.m/A)$ خارج ریاضی - ۹۲

۱) $۱/۸\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۷/۲\times۱۰^{-۴}$ ۳) $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ ۴) $۷/۲\times۱۰^{-۵}$

پاسخ ۱ ابتدا میدان مغناطیسی سیملوله را حساب می‌کنیم:

$B = \mu_۰\frac{N}{l}I \Rightarrow B = ۱۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{۲۰۰}{۰/۴}\times۴ \Rightarrow B = ۲/۴\times۱۰^{-۳}T$

۲ میدان مغناطیسی درون سیملوله بر سطح حلقه عمود بوده و در رابطهٔ شار $\Phi = BA\cos\theta$، θ برابر صفر است، بنابراین شار گذرنده از سیملوله خواهد شد:

$\Phi = BA\cos\theta = ۲/۴\times۱۰^{-۳}\times(۳\times۲۵\times۱۰^{-۴})\times\cos ۰$

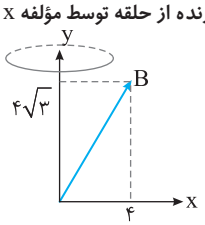
$\Rightarrow \Phi = ۱/۸\times۱۰^{-۵}Wb$

B ۲۲۷۵ ۲

بازی با سؤال بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = ۴\vec{i} + ۴\sqrt{۳}\vec{j}$ است. اگر حلقه‌ای به مساحت سطح $۲۰cm^۲$ را عمود بر محور y در میدان قرار دهیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند وبر است؟

۱) ۸×۱۰^{-۱} ۲) $۸\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}$ ۳) ۸×۱۰^{-۳} ۴) ۱۶×۱۰^{-۳}

پاسخ اگر به شکل روبه‌رو دقت کنید شار گذرنده از حلقه توسط مؤلفه x میدان صفر است و تنها مؤلفه y سبب گذر شار از حلقه می‌شود.



$\Phi = B_y A = ۲۰\times۱۰^{-۴}\times۴\sqrt{۳}$

$= ۸\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}Wb$

C ۲۲۷۶ ۱

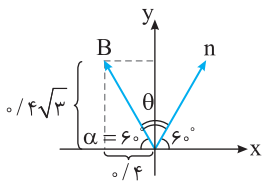
بازی با سؤال اگر بردار میدان مغناطیسی در SI به صورت $\vec{B} = -۰/۴\vec{i} + ۰/۴\sqrt{۳}\vec{j}$ باشد، شار عبوری از حلقه نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۴) ۱

پاسخ ابتدا زاویهٔ بین نیم‌خط عمود و خطوط میدان را به‌دست می‌آوریم:

$$\tan\alpha=\frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{۰/۴\sqrt{۳}}{۰/۴}=\sqrt{۳}\Rightarrow\alpha=۶۰^\circ$$

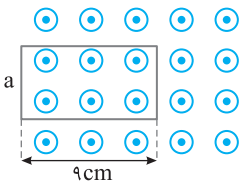
$$\theta=۱۸۰-(۶۰+۶۰)=۶۰^\circ$$



بنابراین شار در این حالت برابر $\Phi_۲=BA\cos۶۰^\circ=\frac{BA}{۲}$ خواهد شد و نصف حالت قبلی است.

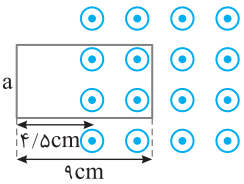
B ۳ ۲۲۸۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو یک قاب رسانا در میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو قرار گرفته است. اگر این قاب شامل ۳۰ حلقه باشد و میدان مغناطیسی یکنواخت از ۱۰mT به ۲۰mT برونسو تغییر کند، قاب را چند سانتی‌متر از میدان خارج کنیم تا شار عبوری از هر حلقه تغیر نکند؟



۱) ۴ ۲) ۵/۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۵

پاسخ شار مغناطیسی گذرنده از قاب برابر است با:



$$\Phi=BA\cos\theta$$

$$\Phi_۲=\Phi_۱\Rightarrow۲۰\times(x\times a)=۱۰\times(۹\times a)$$

$$\Rightarrow x=۴/۵cm$$

در این صورت باید قاب را $۹-۴/۵=۴/۵cm$ از میدان خارج کرد.

A ۴ ۲۲۸۹

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 محرکهٔ القایی متناسب با آهنگ تغییر شار $\left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$ است:

$$|\bar{\varepsilon}|=N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|\,\Delta t=N\,\Delta\Phi$$

ولت ثانیه — وبر

بنابراین یکای ولت. ثانیه معادل وبر است.

A ۴ ۲۲۹۲

بازی با سؤال پیچه‌ای شامل ۴۰ حلقه در میدان مغناطیسی متغیری قرار دارد. اگر تغییر شار مغناطیسی در هر حلقه در بازهٔ زمانی ۰/۰۱s برابر $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ وبر باشد، نیرو محرکه القایی متوسط در پیچه چند ولت خواهد بود؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۰/۵ ۲) ۵
۳) ۱ ۴) ۱۰

پاسخ با استفاده از قانون القای فاراده، نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$|\bar{\varepsilon}|=N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=۴۰\times\frac{۲/۵\times۱۰^{-۳}}{۰/۰۱}=۱۰V$$

A ۴ ۲۲۹۳

بازی با سؤال پیچهٔ مسطحی که دارای ۲۰ حلقه است و مساحت هر حلقه آن $۵۰cm^۲$ است، عمود بر میدان مغناطیسی ۴×۱۰^{-۲} تسلا قرار دارد. اگر در مدت ۰/۲s میدان به صفر برسد، متوسط نیروی محرکهٔ القایی در پیچه چند ولت خواهد بود؟

۱) ۲۰ ۲) ۲ ۳) ۲×۱۰^{-۱} ۴) ۲×۱۰^{-۲}

پاسخ تنها میدان مغناطیسی در حال تغییر است:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-۲۰\times\frac{۰-۴\times۱۰^{-۲}}{۰/۲}\times۵۰\times۱۰^{-۴}\times۱$$

$$\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۲\times۱۰^{-۲}V$$

A ۳ ۲۲۹۵

بازی با سؤال یک پیچه با ۲۰ دور سیم که مساحت هر حلقه آن ۱۰۰ سانتی‌متر مربع است، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گرفته است. اگر میدان مغناطیسی در مدت ۰/۲ ثانیه از ۰/۲۵ تسلا در یک جهت تا ۰/۵ تسلا در خلاف جهت اولیه تغییر کند، اندازه اختلاف پتانسیل متوسط القاشده بین دو سر پیچه چند ولت است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۱۵

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. $\theta=۰\ ,\ B_۱=۰/۲۵T\ ,\ B_۲=-۰/۵T$

$$|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|\frac{-N\Delta BA\cos\theta}{\Delta t}|$$

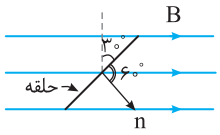
$$\Rightarrow|\varepsilon|=|\frac{-۲۰\times(-۰/۵-۰/۲۵)\times۱۰^{-۲}\times۱}{۲\times۱۰^{-۱}}|\Rightarrow|\varepsilon|=۰/۷۵V$$

B ۲ ۲۳۰۱

بازی با سؤال پیچه‌ای شامل ۲۰۰ حلقه درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۴T طوری قرار گرفته است که سطح آن با خطوط میدان زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. آهنگ تغییر مساحت سطح حلقه چند $cm^۲/s$ باشد تا نیروی محرکه‌ای به بزرگی $۲\times۱۰^{-۲}V$ در حلقه القا شود؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۵×۱۰^{-۴} ۴) $۲/۵\times۱۰^{-۴}$

پاسخ سطح حلقه با خطوط میدان زاویهٔ ۳۰° ساخته است، پس زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر پیچه با خطوط میدان برابر $۹۰-۳۰=۶۰^\circ$ است. از این‌رو می‌توان نوشت:



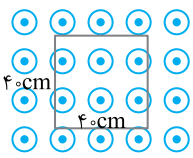
$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\xrightarrow[\text{تغییر است}]{\text{مساحت سطح در حال}}|\bar{\varepsilon}|=|-NB\frac{\Delta A}{\Delta t}\cos\theta|$$

$$\xrightarrow{\theta=۶۰^\circ}۲\times۱۰^{-۲}=۲۰۰\frac{\Delta A}{\Delta t}\times۰/۴\times\frac{۱}{۲}\Rightarrow\frac{\Delta A}{\Delta t}=۵\times۱۰^{-۴}m^۲/s=۵cm^۲/s$$

B ۲ ۲۳۰۴

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، قاب مربعی شکلی با طول ضلع ۴۰cm بر خطوط میدان مغناطیسی به بزرگی $B=۵\times۱۰^{-۲}T$ عمود است. اگر سطح قاب در مدت ۱۰۰ms کاملاً از میدان خارج شود، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در قاب چند ولت است؟

قلم‌چی



۱) ۰/۸
۲) ۰/۰۸
۳) ۰/۴
۴) ۰/۰۴

پاسخ مساحت سطح اولیه درون میدان برابر $A_۱=۴۰\times۴۰=۱۶۰۰cm^۲$ یا $۱۶\times۱۰^{-۲}m^۲$ است و با خروج کامل قاب از میدان، مساحت سطحی از قاب که درون میدان مغناطیسی است صفر می‌شود:

$$\Phi_۱=BA_۱\cos\theta\xrightarrow{\theta=۰}\Phi_۱=۵\times۱۰^{-۲}\times۱۶\times۱۰^{-۲}=۸\times۱۰^{-۳}Wb$$

$$\Phi_۲=BA_۲\cos\theta\xrightarrow[A_۲=۰]{\theta=۰}\Phi_۲=۰$$

حال نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۱\times\frac{۸\times۱۰^{-۳}}{۱۰۰\times۱۰^{-۳}}=۰/۰۸V$$

B ۲۳۰۶ ۳

بازی با سؤال شار مغناطیسی گذرنده از پیچه مسطحی که دارای ۵۰۰ حلقه است با تابع $\Phi=۰/۴t+۶$ وابسته به زمان است. نیروی محرکه القا شده متوسط در پیچه در ثانیه سوم چند ولت است؟ (یکاها در SI)

۱) ۲ ۲) ۲۰
۳) ۲۰۰ ۴) قابل محاسبه نیست.

پاسخ نیروی محرکه متوسط القا شده بنا به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده برابر $\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است که در آن $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ شیب نمودار شار - زمان است و با توجه به تابع درجه یک $\Phi=۰/۴t+۶$، شیب نمودار $\Phi-t$ برابر شیب این خط یعنی $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=۰/۴\,Wb/s$ است که مقدار ثابتی است و در هر بازه زمانی مقدار متوسط آن $۰/۴\,Wb/s$ است، از این‌رو:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-۵۰۰\times ۰/۴|=۲۰۰V$$

B ۲۳۱۶ ۲

بازی با سؤال سیملوله‌ای با ۱۰۰۰ دور، مقاومت الکتریکی ۵ اهم و مساحت سطح مقطع $۲۵cm^۲$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $۴۰۰G$ به‌گونه‌ای قرار گرفته که محور سیملوله با خطوط میدان موازی است. برای آنکه جریان متوسطی برابر ۱۰mA در سیملوله القا شود، در چه مدت باید میدان مغناطیسی صفر شود؟

۱) ۰/۲ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۰/۵

پاسخ با توجه به قانون اهم نیروی محرکه القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=R\bar{I}=۵\times ۱۰^{-۲}V$$

با توجه به قانون الکترومغناطیسی فارادهٔ و اینکه تنها میدان مغناطیسی در حال تغییر است، می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon}=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-N\frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta|$$

خطهای میدان موازی محور سیملوله و عمود بر سطح حلقه‌ها است بنابراین $\theta=۰$ است.

$$۵\times ۱۰^{-۲}=|-۱۰۰۰\times(\frac{۰-۴\times ۱۰^{-۲}}{\Delta t})\times ۲۵\times ۱۰^{-۴}\times ۱|\Rightarrow \Delta t=۲s$$

A ۲۳۱۸ ۳

بازی با سؤال پیچه‌ای با ۴۰۰ دور سیم، مقاومت ۳Ω دارد. مقطع این پیچه که مساحت $۲\times ۱۰^{-۲}m^۲$ دارد، عمود بر یک میدان مغناطیسی است. این میدان با چه آهنگی برحسب تسلا بر ثانیه تغییر کند تا جریانی به بزرگی 4mA در پیچه القا شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $۱/۵\times ۱۰^{-۲}$ ۲) $۱/۲\times ۱۰^{-۲}$ ۳) $\frac{۳}{۲}\times ۱۰^{-۳}$ ۴) $\frac{۲}{۳}\times ۱۰^{-۳}$

پاسخ ابتدا با استفاده از قانون اهم، نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم و سپس به کمک قانون القا، آهنگ میدان مغناطیسی را حساب می‌کنیم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow \bar{\varepsilon}=R\bar{I}\Rightarrow \bar{\varepsilon}=۳\times ۴\times ۱۰^{-۳}=۱۲\times ۱۰^{-۳}V$$

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow ۱۲\times ۱۰^{-۳}=۴۰۰\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times A$$

$$\xrightarrow{A=۲\times ۱۰^{-۲}m^۲} ۱۲\times ۱۰^{-۳}=۴۰۰\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times ۲\times ۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{۳}{۲}\times ۱۰^{-۳}T/s$$

B ۲۳۲۱ ۱

بازی با سؤال یک پیچه شامل ۲۰۰۰ دور که مساحت هر حلقه آن $۴۰cm^۲$ است عمود بر میدان مغناطیسی B قرار دارد و میدان مغناطیسی در SI به‌صورت $B=۲\times ۱۰^{-۳}\cos(۵\pi t+\frac{\pi}{۶})$ است. اگر مقاومت الکتریکی پیچه ۵ اهم و دو سر آن به دو سر مقاومت ۲۰Ω متصل باشد، جریان متوسط مقاومت در مدت ۰/۲s تا ۰/۳s برابر چند میلی‌آمپر است؟ $(\sqrt{۳}\approx ۱/۷)$

۱) ۸/۶۴ ۲) $۱/۲۲\times ۱۰^{-۳}$ ۳) ۰/۸۶۴ ۴) ۱/۲۲

پاسخ ابتدا شار مغناطیسی در لحظه‌های بیان شده را به‌دست می‌آوریم، برای این منظور، میدان مغناطیسی را حساب می‌کنیم:

$$t=۰/۲s\Rightarrow B_۱=۲\times ۱۰^{-۳}\cos(\pi+\frac{\pi}{۶})=۲\times ۱۰^{-۳}(-\cos\frac{\pi}{۶})=-\sqrt{۳}\times ۱۰^{-۳}T$$

$$t=۰/۳s\Rightarrow B_۲=۲\times ۱۰^{-۳}\cos(\frac{۳\pi}{۲}+\frac{\pi}{۶})=۲\times ۱۰^{-۳}\sin(\frac{\pi}{۶})=۱۰^{-۳}T$$

$$\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱\Rightarrow\Delta\Phi=B_۲A\cos\theta-B_۱A\cos\theta$$

$$\xrightarrow{\theta=۰}\Delta\Phi=۴۰\times ۱۰^{-۴}[۱۰^{-۳}-(-\sqrt{۳}\times ۱۰^{-۳})]$$

$$\Rightarrow\Delta\Phi=۴۰\times ۱۰^{-۴}\times ۲/۷\times ۱۰^{-۳}=۱۰/۸\times ۱۰^{-۶}Wb$$

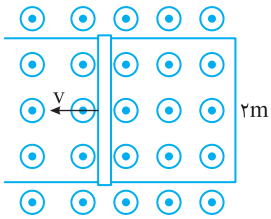
اکنون نیروی محرکه القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-۲۰۰۰\times\frac{۱۰/۸\times ۱۰^{-۶}}{۰/۱}|=۲۱۶\times ۱۰^{-۳}V$$

$$\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R_{eq}}=\frac{۲۱/۶\times ۱۰^{-۳}}{(۲۰+۵)}=۸/۶۴\times ۱۰^{-۳}A\Rightarrow I=۸/۶۴mA$$

B ۲۳۲۲ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو یک میله فلزی با تندی ۰/۵m/s و مقاومت ۰/۲Ω به سمت چپ در حال حرکت است. اگر قاب به صورت عمود بر خطوط میدان مغناطیسی به بزرگی ۰/۲ تسلا قرار داشته باشد توان الکتریکی مصرفی میله فلزی چند وات است؟



۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۱
۴) ۲

پاسخ ابتدا اندازهٔ نیروی محرکه القایی را حساب می‌کنیم:

$$\varepsilon=Blv=۰/۲\times ۲\times ۰/۵=۰/۲V$$

حال با توجه به رابطه توان مصرفی در مقاومت داریم:

$$P=\frac{V^۲}{R}=\frac{\varepsilon^۲}{R}=\frac{۰/۲\times ۰/۲}{۰/۲}=۰/۲W$$

B ۲۳۲۶ ۳

بازی با سؤال شار مغناطیسی که از یک سیم‌پیچ شامل ۱۰۰ حلقه و مقاومت ۵ اهم عبور می‌کند، برابر ۰/۲ وبر است. اگر این شار به‌طور یکنواخت کاهش یافته و در مدت $\frac{۱}{۱۰۰}$ ثانیه به صفر برسد، مقدار بار القایی چند کولن است؟

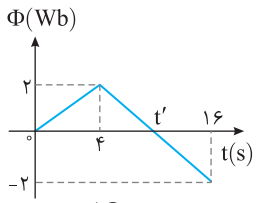
۱) ۱۰ ۲) ۵
۳) ۴ ۴) صفر

پاسخ بار الکتریکی القایی در سیملوله برابر است با:

$$\Delta q=-\frac{N}{R}\Delta\Phi\Rightarrow\Delta q=\frac{۱۰۰}{۵}\times ۰/۲\Rightarrow\Delta q=۴C$$

B ۲۳۳۲ ۴

بازی با سؤال نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت به زمان مطابق شکل روبه‌رو است. در بازهٔ $t=۴s$ تا $t=t'$، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی در حلقه چند ولت است؟



ریاضی خارج - ۸۹ با تغییر

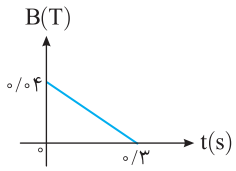
۱) صفر ۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

پاسخ برای یک حلقه $(N=۱)$ بزرگی نیروی محرکهٔ القایی $(|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|)$ برابر شیب نمودار شار-زمان است. کافی است شیب نمودار در بازهٔ زمانی $۴s$ تا t' که همان شیب نمودار در بازه زمانی $۴s$ تا $۱۶s$ است را حساب کنیم.

$$\varepsilon=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon=-\frac{-۲-۲}{۱۶-۴}\Rightarrow\varepsilon=\frac{۱}{۳}V$$

B ۲۳۳۶ ۲

بازی با سؤال حلقه‌ای به شعاع $۱۰cm$ و مقاومت ۵Ω عمود بر میدان مغناطیسی که مطابق شکل روبه‌رو با زمان تغییر می‌کند، قرار دارد. جریان القایی نتوسط حلقه در بازهٔ $t=۰/۱s$ تا $t=۰/۲s$ چند میلی‌آمپر است؟ $(\pi\simeq۳)$



تجربی - ۸۷ با تغییر

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۸ ۳) ۱ ۴) ۴

پاسخ جریان القایی با توجه به قانون اهم برابر $I=\frac{\varepsilon}{R}$ است و بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکهٔ القایی برابر $\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است. از طرفی حلقه بر خطوط میدان عمود بوده، $\theta=۰$ و $\cos\theta=۱$ است و $\Phi=BA$ خواهد شد. سطح حلقه ثابت است و تغییرات شار ناشی از تغییرات میدان است:

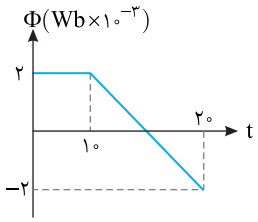
$$I=\frac{\varepsilon}{R}=-\frac{۱}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow I=-\frac{۱}{R}A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta B}{\Delta t}$، شیب نمودار است، بنابراین شیب را از هر محدوده‌ای به‌دست آوریم یکسان است، از این رو به جای بازهٔ $t=۰/۱s$ تا $t=۰/۲s$ از بازهٔ $t=۰$ تا $t=۰/۳s$ استفاده می‌کنیم:

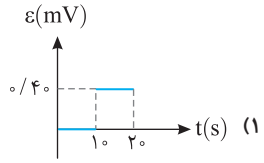
$$I=\frac{۱}{۵}\times[۳\times(۰/۱)^۲]\times(\frac{۰-۰/۰۴}{۰/۳-۰})\Rightarrow I=۸\times۱۰^{-۴}A\Rightarrow I=۰/۸mA$$

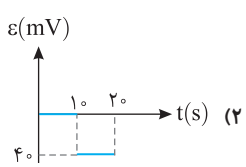
A ۲۳۴۰ ۱

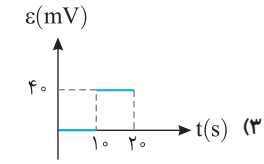
بازی با سؤال نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه برحسب زمان به صورت شکل مقابل است. کدام گزینه نمودار نیروی محرکهٔ القایی ایجاد شده در حلقه در بازهٔ زمانی صفر تا $۲۰s$ را به‌درستی نشان می‌دهد؟

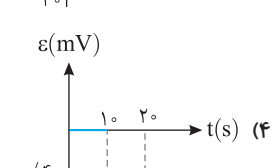


قلم‌چی

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ در بازهٔ ۰ تا $۱۰s$ شار مغناطیسی تغییر نکرده و نیروی محرکهٔ القایی صفر است.

در بازهٔ $۱۰s$ تا $۲۰s$ شیب نمودار $\Phi-t$ منفی است و با توجه به رابطهٔ نیروی محرکهٔ القایی $\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، چون $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ یک عدد منفی است، پس نیروی محرکهٔ القایی یک عدد مثبت است و گزینه‌های (۲) و (۴) نادرست‌اند. حال نیروی محرکه القایی در بازهٔ $۱۰s$ تا $۲۰s$ را حساب می‌کنیم:

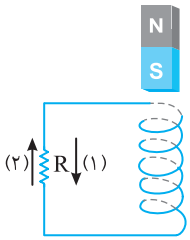
$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=۱۰]{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{(-۲-۲)\times۱۰^{-۳}}{۱۰}}\overline{\varepsilon}=-۱\times(-۴\times۱۰^{-۴})V$$

$$\overline{\varepsilon}=۴\times۱۰^{-۴}V=۰/۴mV$$

بنابراین نمودار گزینه (۱) درست است.

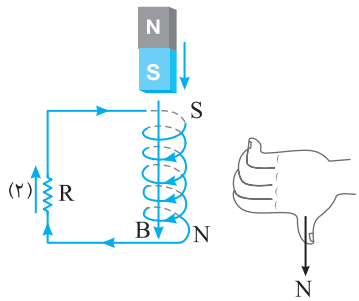
B ۲۳۶۲ ۴

بازی با سؤال مطابق شکل روبه‌رو یک آهنربا را از بالای سیملولهٔ بدون هسته‌ای رها می‌کنیم تا از درون سیملوله عبور کرده و خارج شود، جهت جریان القایی در مقاومت الکتریکی R به هنگام ورود و خروج از سیملوله به‌ترتیب از راست به چپ در کدام جهت است؟



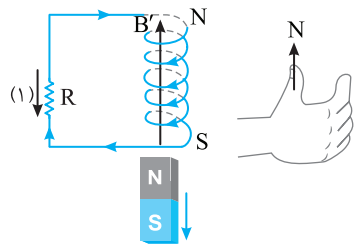
۱) (۱) و (۱) ۲) (۲) و (۲)
۳) (۱) و (۲) ۴) (۲) و (۱)

پاسخ هنگامی که آهنربا در حال نزدیک شدن به سیملوله است، به دلیل تغییر شار مغناطیسی، در سیملوله جریان القایی به‌وجود می‌آید به‌گونه‌ای که بالای سیملوله قطب S می‌شود تا بنا به قانون لنز با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند و با توجه به قاعدهٔ دست راست مطابق شکل جریان القایی در جهت (۲) است.



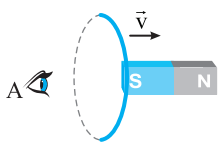
هنگام خروج از سیملوله مجدداً طبق قانون لنز سیملوله با خروج آهنربا مخالفت می‌کند یعنی پایین سیملوله قطب S می‌شود تا جریان القایی در جهت (۱) است.

قطب N را جذب کرده با دور شدن آهنربا مخالفت کند، با توجه به قاعدهٔ دست راست برای میدان مغناطیسی سیملوله، جهت جریان مطابق شکل در مسیر (۱) خواهد شد.



B ۲۳۶۳ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل روبه‌رو، حلقه‌ای از قطب S آهنربا به سمت قطب N حرکت می‌دهیم (آهنربا درون حلقه)، سوی جریان القایی در حلقه از دید ناظر A کدام است؟

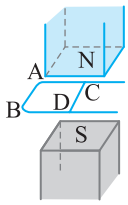


۱) ساعتگرد ۲) پادساعتگرد
۳) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد ۴) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد

پاسخ حل دقیقاً شبیه سؤال اصلی است با این تفاوت که جای ناظر قرینه شده، بنابراین سوی جریان‌ها از دید او نیز قرینه می‌شود و گزینهٔ (۳) پاسخ صحیح است.

B ۲۳۷۳ ۲

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؟



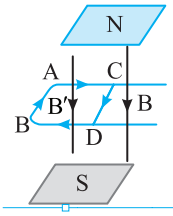
۱) به سمت راست

۲) به سمت چپ

۳) در امتداد سیم به جلو برده شود

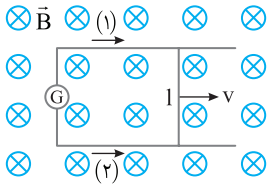
۴) در امتداد سیم به عقب کشیده شود

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.



B ۲۳۸۱ ۴

بازی با سؤال در شکل زیر میدان مغناطیسی ۰/۰۵ تسلا، سطح قاب عمود بر میدان است و ضلع l به‌طول ۴۰cm با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه در جهت نشان داده شده در حرکت است. نیروی محرکهٔ القایی چند ولت و جریان القایی در کدام جهت است؟ ریاضی - ۸۷



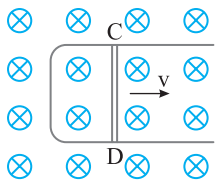
۱) ۰/۲، (۱)

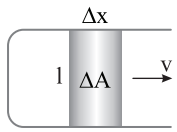
۲) ۰/۲، (۲)

۳) ۰/۴، (۱)

۴) ۰/۴، (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:





$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow{N=1}$$

$$|\varepsilon|=|-B\frac{\Delta A}{\Delta t}|\bar{\varepsilon}=|B\frac{l\Delta x}{\Delta t}|$$

$$\Rightarrow|\varepsilon|=Bl\frac{\Delta x}{\Delta t}|\xrightarrow{v=\frac{\Delta x}{\Delta t}}\varepsilon=Blv$$

ابتدا نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم: $\varepsilon=vBl=۲۰\times۰/۰۵\times۰/۴=۰/۴V$

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 برونسو باشد. طبق قانون دست راست جهت جریان در جهت (۲) می‌باشد.

B ۲۳۸۲ ۱

بازی با سؤال اگر در این تست میلهٔ فلزی به سمت چپ کشیده شود، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

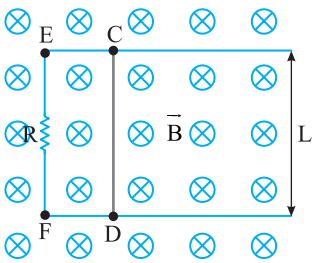
۱) ۲/۴ ۲) ۰/۸ ۳) ۳/۲ ۴) ۴

پاسخ با حرکت میلهٔ فلزی به سمت چپ، جهت جریان القایی در خلاف جهت جریان القایی سؤال می‌شود و جریان به صورت ساعتگرد می‌شود که در این صورت جریان القایی و جریان باتری خلاف جهت هم می‌شوند:

$$I=\frac{\varepsilon_{\text{باتری}}-\bar{\varepsilon}_{\text{القایی}}}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۶-۴}{۵}=۲/۴A$$

B ۲۳۸۸ ۲

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_0 به طرف راست پرتاب کنیم جهت جریان القایی در مقاومت R به کدام سمت است و جریان القایی متوسط چگونه تغییر می‌کند؟



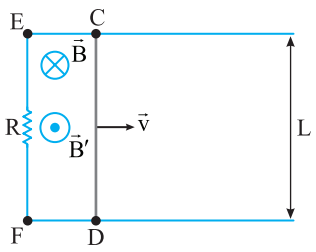
۱) از E به F، ثابت می‌ماند.

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 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 به‌وجود 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.



B ۲۳۸۹ ۳

بازی با سؤال اگر از هر گونه اتلاف انرژی صرف‌نظر 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.

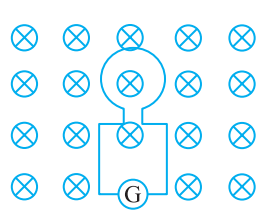
۳) با چند نوسان و کاهش طول مسیر رفت و برگشت به سرعت متوقف می‌شود.

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 به‌وجود آورنده‌اش یعنی حرکت آهنربا مخالف است و سبب توقف آهنربا می‌شود.

C ۲۳۹۱ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو حلقه در یک میدان مغناطیسی درونسو قرار دارد. اگر شار مغناطیسی حاصل از میدان مغناطیسی با توجه به معادلهٔ $\Phi=(۴t^۲-۸t)\times۱۰^{-۲}$ در SI با زمان شروع به تغییر کند، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در بازهٔ $t=۰/۵s$ تا $t=۳s$ چند میلی‌ولت و جهت جریان القایی در مدت $t=۰$ تا $t=۲s$ کدام است؟ خارج تجربی - ۹۲



۱) ۶۰، ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد ۲) ۴۰، ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد

۳) ۶۰، ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد ۴) ۴۰، ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد

پاسخ **۱** قسمت اول که مربوط به نیروی محرکهٔ 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.

$$t=0/5s \xrightarrow{\Phi=(4t^2-8t)\times10^{-2}} \Phi=(1-4)\times10^{-2}\Rightarrow\Phi_1=-0/03Wb$$

$$t=3s\Rightarrow\Phi=(4\times9-8\times3)\times10^{-2}\Rightarrow\Phi_2=0/12Wb$$

۲ به کمک قانون القای الکترومغناطیسی فاراده نیروی محرکهٔ القایی متوسط را حساب می‌کنیم:

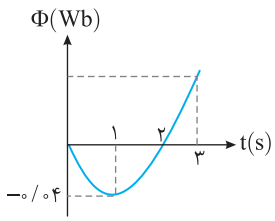
$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\overline{\varepsilon}|=\frac{|\Phi_2-\Phi_1|}{\Delta t}\Rightarrow|\overline{\varepsilon}|=\frac{|0/12-(-0/03)|}{3-0/5}$$

$$\Rightarrow\overline{\varepsilon}=0/06V\Rightarrow\overline{\varepsilon}=60mV$$

۳ نمودار شار - زمان را رسم کنید تا مشخص شود که اندازهٔ شار در حال کاهش است یا در حال افزایش. نمودار یک سهمی است که مختصات رأس آن برابر است با:

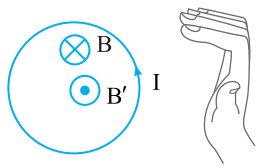
$$t=-\frac{b}{2a}\Rightarrow t=-\frac{(-8)}{2\times4}\Rightarrow t=1s \xrightarrow{\Phi=(4t^2-8t)\times10^{-2}}$$

$$\Phi=(4\times1-8)\times10^{-2}\Rightarrow\Phi=-0/04Wb$$

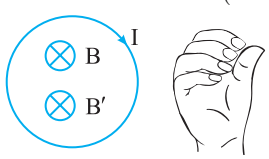


در بازهٔ صفر تا ۱s اندازهٔ شار مغناطیسی در حال افزایش است و در حلقه جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنابر قانون لنز باید جهت میدان مغناطیسی القایی B' خلاف جهت میدان مغناطیسی درونسوی B باشد تا با افزایش شار مخالفت کند یعنی B' برونسو باشد و جریان حلقه پادساعتگرد است. از لحظهٔ $t=1s$ تا $t=2s$ شار در حال کاهش و صفر شدن است بنابراین B' باید با B هم‌سو باشد، یعنی B' درونسو بوده و با توجه به قاعدهٔ دست راست جریان القایی آن ساعتگرد می‌شود.

حالت اول: (صفر تا $t=1s$)



حالت دوم: ($t=1s$ تا $t=2s$)



A ۲۳۹۴ **۲**

بازی با سؤال حلقه‌ای رسانا به مساحت سطح $200cm^2$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $0/2T$ قرار دارد و با خطوط میدان زاویهٔ 60° می‌سازد. اگر در مدت $0/02s$ زاویهٔ حلقه با خطوط میدان 15° کاهش یابد و هم‌زمان با آن بزرگی میدان مغناطیسی به گونه‌ای افزایش یابد تا نیرو محرکهٔ 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 به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_1=BA\cos\theta_1 \xrightarrow[\theta_1=90-60=30^\circ]{\text{زاویه حلقه با خطوط میدان }60^\circ\text{ است}}$$

$$\Phi_1=BA\cos30^\circ\Rightarrow\Phi_1=\frac{\sqrt{3}}{2}BA$$

شار مغناطیسی در حالت دوم را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_2=B'A\cos\theta_2 \xrightarrow[\theta_2=90-45=45^\circ]{\text{زاویه حلقه با خطوط میدان }45^\circ\text{ است}}$$

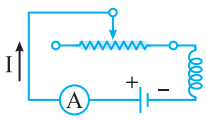
$$\Phi_2=B'A\cos45^\circ\Rightarrow\Phi_2=\frac{\sqrt{2}}{2}B'A$$

برای آنکه نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه صفر شود باید تغییر شار صفر باشد.

$$\Delta\Phi=0\Rightarrow\Phi_2=\Phi_1\Rightarrow\frac{\sqrt{2}}{2}B'A=\frac{\sqrt{3}}{2}BA\Rightarrow B'=\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}B\Rightarrow B'=\frac{\sqrt{6}}{2}B$$

B ۲۳۹۵ **۲**

بازی با سؤال در مدار شکل زیر، افزایش مقاومت رئوستا سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که با نیرو محرکهٔ باتری ..... و این نیرو محرکه ..... است.



از کتاب درسی

۱) هم‌جهت، دائمی ۲) هم‌جهت، موقت

۳) خلاف جهت، دائمی ۴) خلاف جهت، موقت

پاسخ با افزایش مقاومت رئوستا با توجه به اینکه $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ جریان مدار کاهش می‌یابد و با توجه به کاهش جریان در القاگر (سیملوله) نیروی محرکه‌ای هم‌جهت با باتری به طور موقت ایجاد می‌شود.

A ۲۴۰۱ **۳**

بازی با سؤال سیملوله‌ای بدون هستهٔ آهنی دارای ۲۰۰۰ حلقه است و از آن جریانی الکتریکی ۲A می‌گذرد. اگر طول سیملوله ۲۵ سانتی‌متر و مساحت هر حلقهٔ آن $10cm^2$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی‌ژول است؟ $(\mu_0=12/5\times10^{-7}T.m/A)$

خارج ریاضی - ۹۵

۱) ۴۰۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰

پاسخ **۱** ابتدا ضریب القاوری سیملوله را به‌دست می‌آوریم:

$$L=\mu_0\frac{N^2A}{l}\Rightarrow L=12/5\times10^{-7}\times\frac{4\times10^6\times10\times10^{-4}}{\frac{1}{4}}=0/02H$$

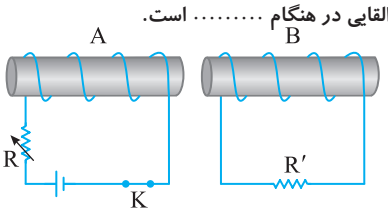
۲ انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U=\frac{1}{2}LI^2\Rightarrow U=\frac{1}{2}\times0/02\times4\Rightarrow U=4\times10^{-2}J=40mJ$$

B ۲۴۰۶ **۳**

بازی با سؤال 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

پاسخ در هنگام قطع کلید، جریان سیملوله A کاهش می‌یابد که سبب کاهش شار می‌شود بنابراین شار گذرنده از سیملوله B کاهش می‌یابد اکنون گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم که ببینیم در کدام حالت شار گذرنده از سیملوله 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 سیملوله A به سمت راست و نزدیک شدن سیملولهٔ A و B، شار مغناطیسی گذرنده از B افزایش می‌یابد و گزینه (۲) نادرست است.
گزینه (۳): با حرکت دادن سیملوله B به سمت راست و دور شدن از سیملوله A، شار گذرنده از سیملوله 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.

A ۲۴۱۹ ۱

بازی با سؤال جریان گذرنده از یک القاگر را چند درصد افزایش دهیم تا انرژی ذخیره شده در آن ۴۴ درصد افزایش یابد؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۲۵ ۴) ۲۱

پاسخ انرژی ۴۴٪ افزایش یافته بنابراین:

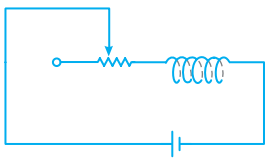
$$U_2 = U_1 + \circ/44U_1 \Rightarrow U_2 = 1/44U_1 \xrightarrow{U=\frac{1}{2}LI^2} \frac{1}{2}LI_2^2 = 1/44\left(\frac{1}{2}LI_1^2\right)$$

$$\Rightarrow I_2 = 1/2I_1 \Rightarrow \Delta I = \circ/2I_1$$

$$\text{درصد تغییرات جریان} = \frac{\Delta I}{I_1} \times 100 = \circ/2 \times 100 = 20\%$$

B ۲۴۲۸ ۱

بازی با سؤال شکل زیر مداری را نشان می‌دهد که شامل یک القاگر و یک رئوستا 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 سیملوله تغییری نمی‌کند.

پاسخ با حرکت لغزنده به راست، مقاومت رئوستا کاهش و جریان مدار و در نتیجه انرژی ذخیره شده در القاگر $(U=\frac{1}{2}LI^2)$ افزایش می‌یابد.

C ۲۴۳۷ ۲

۶

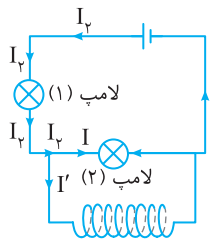
بازی با سؤال اگر القاگر مقاومت داشته باشد، روشنایی لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

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 آرمانی بوده و اختلاف پتانسیل آن ثابت می‌ماند، اما اختلاف پتانسیل دو سر لامپ (۱) با توجه به افزایش جریان I $V_{\text{لامپ}} = R_{\text{لامپ}(1)} I$ افزایش می‌یابد:

$$V_{\text{باتری}} = V_{\text{لامپ}(1)} + V_{\text{لامپ (۲) و القاگر}}$$

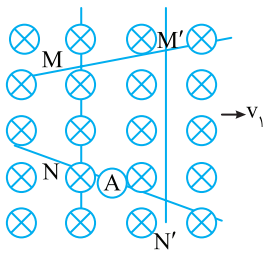
$$\xrightarrow[\text{لامپ (۱) افزایش می‌یابد}]{\text{باتری } V \text{ ثابت است}} \text{لامپ (۱) و القاگر } V \text{ کاهش‌یافته}$$

پس اختلاف پتانسیل دو سر لامپ (۲) کم شده و روشنایی آن کاهش می‌یابد اما خاموش نمی‌شود.

C ۲۴۳۷ ۲

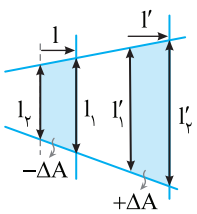
۹

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی B یکنواخت است. اگر میلهٔ $M'N'$ را با تندی v_1 به سمت راست بکشیم برای آنکه آمپرسنج عدد صفر را نشان دهد باید میلهٔ MN با تندی ..... از v_1 به سمت ..... کشیده شود.



۱) کمتر، راست ۲) بیشتر، راست ۳) کمتر، چپ ۴) بیشتر، چپ

پاسخ دقت کنید با حرکت میله‌ها مساحت سطح ممکن است تغییر کند که این تغییر می‌تواند باعث تغییر شار مغناطیسی $(\Phi = BA\cos\theta)$ و طبق قانون القای فاراده $(\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ ایجاد نیروی محرکه و جریان القایی در مدار شود.



برای اینکه آمپرسنج صفر را نشان دهد باید مساحت سطح مدار با حرکت میله‌ها تغییر نکند، یعنی هر چقدر میلهٔ $M'N'$ با حرکت به سمت راست مساحت سطح حلقه را افزایش می‌دهد به همان اندازه میلهٔ MN نیز با حرکت خود مساحت مدار را کاهش دهد.
برای اینکه تغییر مساحت سطح‌ها در دو طرف یکسان باشد باید میلهٔ MN سریع‌تر حرکت کند تا طول l از l' بیشتر باشد و مساحت سطح در دو طرف یکسان تغییر کند:

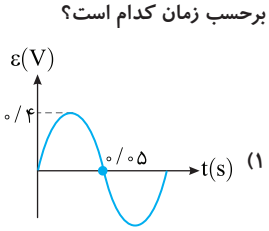
مساحت ذوزنقه سمت راست = مساحت ذوزنقه سمت چپ

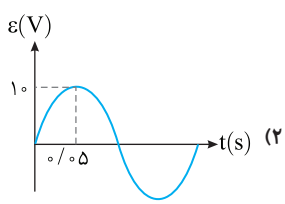
$$\frac{l(l_1+l_2)}{2} = \frac{l'(l'_1+l'_2)}{2} \xrightarrow{l_1+l_2<l'_1+l'_2} l > l'$$

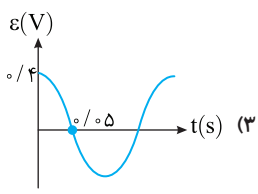
بنابراین باید میلهٔ MN با تندی بیشتر از v_1 به سمت راست کشیده شود.

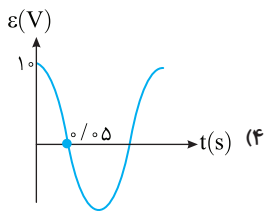
B ۲۴۵۳ ۲

بازی با سؤال معادلهٔ جریان متناوب یک پیچه در SI به‌صورت $I = 2\sin 10\pi t$ است. اگر مقاومت پیچه 5Ω باشد، نمودار نیرو محرکه برحسب زمان کدام است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


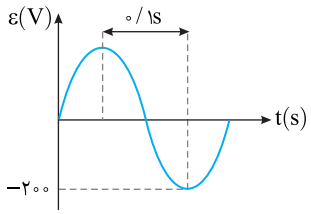
پاسخ ابتدا با توجه به قانون اهم معادلهٔ نیرو محرکهٔ القایی را می‌نویسیم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow\varepsilon=RI\xrightarrow[I=۲\sin۱۰\pi t]{R=۵\Omega}\varepsilon=۱۰\sin۱۰\pi t\Rightarrow\varepsilon_m=۱۰V$$

نمودار $\varepsilon-t$ باید سینوس باشد و بیشینه مقدار آن $۱۰V$ است پس گزینهٔ (۲) درست است.

۴ ۲۴۵۴ B

بازی با سؤال شکل زیر نمودار تغییرات نیروی محرکهٔ مولد جریان متناوبی را نشان می‌دهد که به دو سر مقاومت اهمی ۴۰۰Ω متصل است. معادلهٔ جریان زمان این رسانا در SI کدام گزینهٔ زیر است؟



۱) $I=۲\sin۱۰\pi t$
۲) $I=۰/۵\sin۲۰\pi t$
۳) $I=۲\sin۲۰\pi t$
۴) $I=۰/۵\sin۱۰\pi t$

پاسخ با توجه به نمودار:

$$\frac{T}{۲}=۰/۱\Rightarrow T=۰/۲s\ ,\ \varepsilon_m=۲۰۰V\ ,\ I_m=\frac{\varepsilon_m}{R}\Rightarrow I_m=\frac{۲۰۰}{۴۰۰}=۰/۵A$$

معادله جریان - زمان خواهد شد:

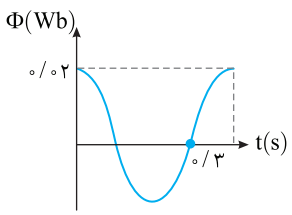
$$I=I_m\sin\frac{۲\pi}{T}t\Rightarrow I=۰/۵\sin\frac{۲\pi}{۰/۲}t\Rightarrow I=۰/۵\sin۱۰\pi t$$

۲ ۲۴۵۵ B

بازی با سؤال نمودار شار - زمان یک مولد جریان متناوب شامل ۳۰۰ دور به صورت مقابل است، در بازهٔ زمانی $t=۰$ تا $t=۰/۱۵s$ نیرو محرکهٔ القایی متوسط چند ولت است؟

آزمون مدارس برتر

$$(\sin۴۵^\circ=\frac{\sqrt{۲}}{۲},\sqrt{۲}=۱/۴)$$



۱) ۲۸
۲) ۶۸
۳) ۴۸
۴) ۳۸

پاسخ **۱** ابتدا دورهٔ تناوب و معادلهٔ شار - زمان را می‌نویسیم:

$$\begin{cases}\frac{۳T}{۴}=۰/۳\Rightarrow T=۰/۴s\\ \Phi_{max}=۰/۰۲Wb\end{cases}\Rightarrow\Phi=\Phi_{max}\cos\frac{۲\pi}{T}t\Rightarrow\Phi=۰/۰۲\cos\frac{۲\pi}{۰/۴}t$$

$$\Rightarrow\Phi=۰/۰۲\cos۵\pi t$$

۲ با توجه به قانون القای فاراده، نیرو محرکهٔ القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۳۰۰\times\frac{۰/۰۲\cos۰/۷۵\pi-۰/۰۲\cos۰}{۰/۱۵}$$

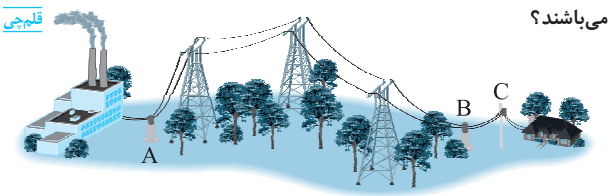
$$\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۳۰۰\times\frac{۰/۰۲(\cos\frac{۳\pi}{۴}-\cos۰)}{۰/۱۵}\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۴۰(-\frac{\sqrt{۲}}{۲}-۱)$$

$$\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۴۰(-۱/۷)=۶۸V$$

۲ ۲۴۷۱ B

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؟

قلم‌چی



۱) افزاینده، کاهنده، افزاینده
۲) افزاینده، کاهنده، کاهنده
۳) کاهنده، افزاینده، کاهنده
۴) کاهنده، افزاینده، افزاینده

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.

۱ ۲۴۸۴ C

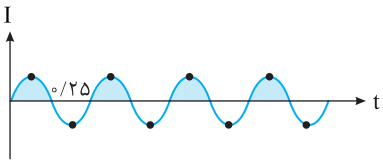
بازی با سؤال مولد جریان متناوبی در هر ثانیه ۸ بار جریانش max می‌شود. در مدت $۲/۵s$ جهت جریان این مولد چند ثانیه مثبت است؟

۱) ۱/۲۵
۲) ۲/۵
۳) ۰/۷۵
۴) ۱/۷۵

پاسخ با توجه به نمودار روبه‌رو برای ۸ بار max شدن باید ۴ دورهٔ کامل یا $۴T$ گذشته باشد. پس $T=۰/۲۵s$ می‌شود. $۴T=۱s=T=۰/۲۵s$

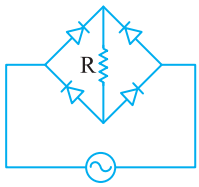
تعداد دوره‌ها را در مدت زمان $۲/۵s$ به‌دست می‌آوریم و می‌دانیم که در هر دوره $\frac{T}{۲}=۰/۱۲۵s$ جریان مثبت است. بنابراین:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow۰/۲۵=\frac{۲/۵}{N}\Rightarrow N=۱۰\Rightarrow(۱۰\times۰/۱۲۵)=۱/۲۵s$$



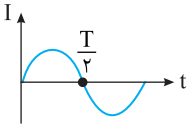
۲ ۲۴۹۲ C

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو، اگر دورهٔ جریان متناوب منبع برابر با T باشد، دوره جریان متغیر عبوری از مقاومت R چند T است؟

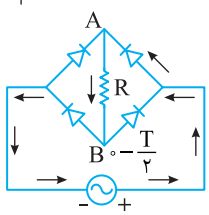


۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۲
۴) ۴

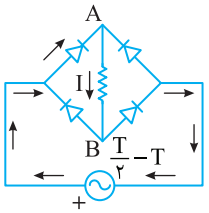
پاسخ معادله جریان متناوب یک تابع سینوسی با دورهٔ T است که نمودار جریان - زمان آن به صورت روبه‌رو است:



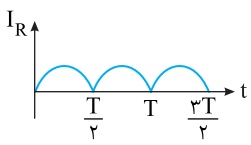
اگر از صفر تا $\frac{T}{۲}$ جریان مولد پادساعتگرد باشد مطابق شکل روبه‌رو مسیر جریان در مقاومت R از بالا به پایین است (A به B) است. البته در این مدت جریان از صفر به بیشینه و سپس به صفر می‌رسد.



در این صورت در بازه $\frac{T}{۲}$ تا T جریان مولد ساعتگرد شده اما جریان گذرنده از مقاومت R باز هم از بالا به پایین است. یعنی سوی جریان عوض نمی‌شود و چنانچه جریان مقاومت R از صفر تا $\frac{T}{۲}$ مثبت باشد جریان مقاومت R از $\frac{T}{۲}$ تا T نیز همچنان مثبت است و تنها کم و زیاد می‌شود یعنی در هر $\frac{T}{۲}$ جریان به طور متناوب صفر و ماکزیمم می‌شود و نمودار جریان - زمان مقاومت R به شکل زیر است:

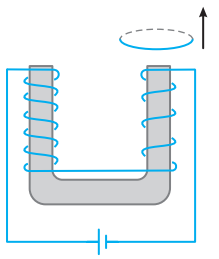


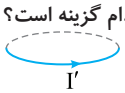
بنابراین دورهٔ تغییرات جریان R، $\frac{T}{۲}$ است.

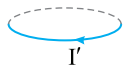


B ۲۴۹۲ ۱

۱ **بازی با سؤال** در شکل زیر، وقتی حلقهٔ رسانا را از آهنربای الکتریکی دور کنیم، جهت جریان القایی در حلقه مطابق کدام گزینه است؟



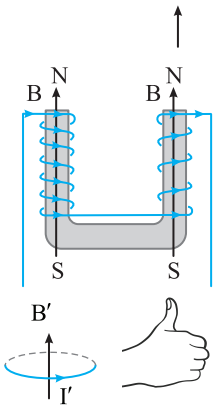
۱) 

۲) 

۳) جریانی القا نمی‌شود.

۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

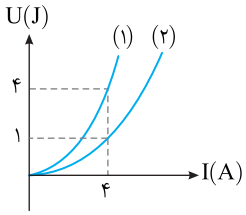
پاسخ ابتدا قطب‌های آهنربای الکتریکی را به‌دست می‌آوریم.



وقتی حلقه از آهنربا دور می‌شود، میدان عبوری از آن تغییر می‌کند، پس طبق قانون لنز در حلقه جریان القایی به‌وجود می‌آید. جهت جریان القایی در حلقه باید به‌گونه‌ای 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.

B ۲۴۹۲ ۱

۱۲ **بازی با سؤال** انرژی ذخیره شده در دو سیملوله با سطح مقطع و طول یکسان مطابق شکل زیر 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 رابطهٔ $U=\frac{1}{2}LI^2$ به‌دست می‌آید.

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{\frac{1}{2}L_1I_1^2}{\frac{1}{2}L_2I_2^2}=\frac{L_1}{L_2}\times\left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 \xrightarrow[U_1=4mJ,\ U_2=1mJ]{I_1=I_2\ \text{با توجه به نمودار}} \frac{U_1}{U_2}=\frac{L_1}{L_2}\Rightarrow\frac{L_1}{L_2}=4$$

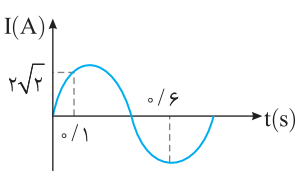
با توجه به رابطهٔ ضریب القاوری $L=\frac{\mu_0N^2A}{l}$

$$\frac{L_1}{L_2}=\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2\times\left(\frac{A_1}{A_2}\right)\times\left(\frac{l_2}{l_1}\right)$$

$$\xrightarrow[A_1=A_2,\ l_1=l_2]{\text{با توجه به صورت سؤال}} \frac{L_1}{L_2}=4=\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2\Rightarrow N_1=2N_2$$

B ۲۴۹۲ ۳

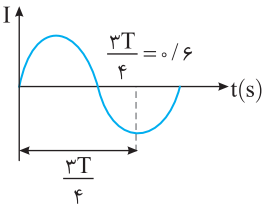
۱۷ **بازی با سؤال** نمودار جریان متناوب عبوری از یک سیملوله به ضریب القاوری ۱۸mH مطابق شکل است. بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟



آزمون مدارس برتر

۱) ۱۴۴ ۲) ۲۸۸ ۳) ۰/۱۴۴ ۴) ۰/۲۸۸

پاسخ با توجه به شکل دورهٔ تناوب برابر است با:



$$\frac{3T}{4}=0/6\Rightarrow T=0/8s$$

معادلهٔ جریان متناوب برابر است با:

$$I=I_{max}\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow I=I_{max}\sin\frac{20\pi}{8}t$$

با توجه به نمودار در لحظهٔ $t=0/1s$، جریان $2\sqrt{2}A$ است:

$$2\sqrt{2}=I_{max}\times\sin\left(\frac{10\pi}{4}\times(0/1)\right)\Rightarrow 2\sqrt{2}=I_{max}\sin\frac{\pi}{4}\Rightarrow$$

$$2\sqrt{2}=I_{max}\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow I_{max}=4A$$

بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U_{max}=\frac{1}{2}LI_{max}^2\Rightarrow U_{max}=\frac{1}{2}(18\times10^{-3})(16)=144\times10^{-3}J=0/144J$$