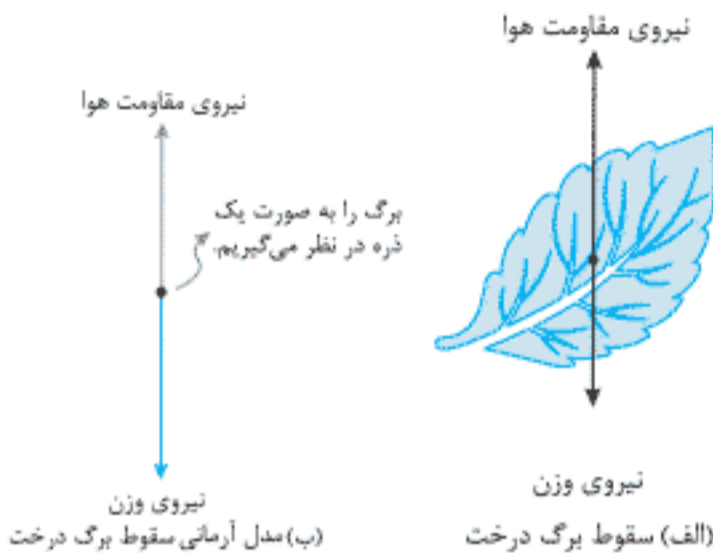




دقت کنید که در این مدل‌سازی نمی‌توانیم از نیروی وزن صرف‌نظر کنیم و به‌طور کامل اثر آن را حذف کنیم، چون نیروی وزن قطعاً جزء عوامل مهم و تأثیرگذار در این پدیده است و اگر از آن صرف‌نظر کنیم، توپ به‌طور پیوسته در مسیر پرتابش به حرکت ادامه می‌دهد و هرگز هم به سطح زمین باز نمی‌گردد (حتی در ادامه حرکتش پس از مدتی از جو زمین هم خارج می‌شود!).

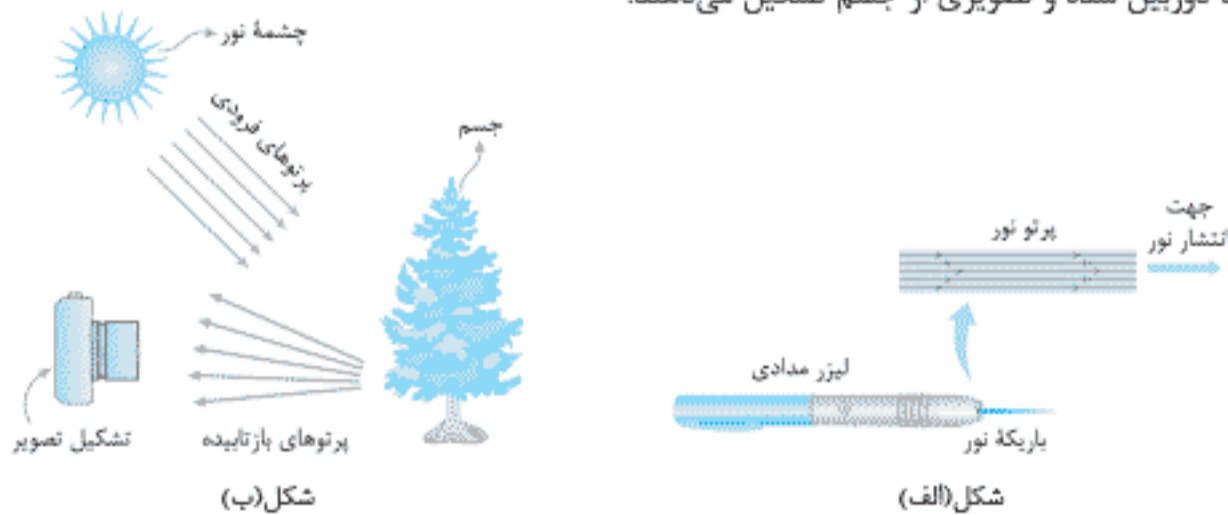
**۳) مدل‌سازی سقوط برگ درخت:**



در مدل‌سازی سقوط برگ از یک درخت، می‌توانیم از ابعاد برگ صرف‌نظر کرده و آن را به‌صورت یک ذره (نقطه) در نظر بگیریم. اما دقت کنید در این‌جا نمی‌توانیم از نیروی مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، چون در این پدیده نیروی مقاومت هوا جزء عوامل مهم و تعیین‌کننده است و نمی‌شود از آن صرف‌نظر کرد. حتی اگر باد در حال وزش باشد، از آن هم نمی‌توان صرف‌نظر کرد، چون باوجود باد، مسیر حرکت برگ یک خط قائم نخواهد بود و برگ یک مسیر منحنی را طی خواهد کرد. اما مثلاً از تغییر اندازه نیروی وزن در اثر تغییر ارتفاع صرف‌نظر کرده و نیروی وزن را ثابت در نظر می‌گیریم، چون واقعاً این موضوع جزء عوامل جزئی و غیرمهم است و می‌توان از آن صرف‌نظر کرد.

**۴) مدل‌سازی انتشار پرتوی نور:**

شکل (الف) باریکه نوری را نشان می‌دهد که از یک لیزر مدادی خارج شده است. در این‌جا حالت باریکه نوری به‌صورت پرتوهای موازی نور مدل‌سازی شده است. در شکل (ب) از مدل پرتوی نور برای انتشار نور از یک چشمه نوری (در این‌جا خورشید) استفاده شده است. چون چشمه نوری در فاصله دوری قرار دارد، پرتوهایی که به جسم رسیده‌اند به‌صورت موازی مدل‌سازی شده‌اند و اگر مدل‌سازی شده‌اند و برخی از این پرتوهای بازتاب وارد دوربین شده و تصویری از جسم تشکیل می‌دهند.



## ایستگاه ۲: کمیت‌های فیزیکی و دستگاه بین‌المللی یکاها

**کمیت فیزیکی**

در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، کمیت فیزیکی گفته می‌شود: مانند طول، جرم، تندی، نیرو، زمان و ... در یک نوع از تقسیم‌بندی، مطابق جدول زیر، کمیت‌های فیزیکی به دو نوع کمیت‌های نرده‌ای و کمیت‌های برداری تقسیم می‌شوند.

نوع کمیت فیزیکی	ویژگی	مثال
نرده‌ای	فقط با یک عدد و یکای مناسب بیان می‌شود.	جرم، طول، تندی، زمان
برداری	علاوه بر عدد و یکای مناسب، باید جهت آن هم بیان شود.	سرعت، شتاب، نیرو

**تست:** اگر ۲۰g از یک مایع به حجم  $4\text{cm}^3$  را با ۴۰g از مایع دیگری به حجم  $2\text{cm}^3$  مخلوط کنیم و تغییر حجمی رخ ندهد، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

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

پاسخ: گزینه ۱

با استفاده از رابطه چگالی مخلوط داریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{20 + 40}{4 + 2} = 1\text{g/cm}^3$$

**تست:**  $400\text{cm}^3$  از مایعی به چگالی  $2\text{g/cm}^3$  در اختیار داریم. چند گرم آب با چگالی  $1\text{g/cm}^3$  به آن اضافه کنیم تا چگالی مخلوط حاصل  $1/25\text{g/cm}^3$  شود؟ (دو مایع با هم مخلوط می‌شوند.)

۶۰۰ (۱)  $800$  (۲)  $1000$  (۳)  $1200$  (۴)

پاسخ: گزینه ۴

با استفاده از رابطه چگالی مخلوط و رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  می‌توان نوشت:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + \frac{m_2}{\rho_2}} \rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + m_2}{V_1 + \frac{m_2}{\rho_2}} \rightarrow 1/25 = \frac{2 \times 400 + m_2}{400 + \frac{m_2}{1}} \Rightarrow m_2 = 1200\text{g}$$

**نکته:** رابطه چگالی مخلوط را به شکل‌های زیر نیز می‌توان بسط داد:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

**تست:** اگر جرم‌های برابری از دو مایع با چگالی‌های  $\rho_1 = 2\text{g/cm}^3$  و  $\rho_2 = 4\text{g/cm}^3$  را با هم مخلوط کنیم، با فرض عدم تغییر حجم مایعات، چگالی مخلوط حاصل چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

$\frac{10}{3}$  (۱)  $3$  (۲)  $\frac{8}{3}$  (۳)  $\frac{5}{3}$  (۴)

پاسخ: گزینه ۳

**گام اول:** جرم هر مایع را  $m$  فرض می‌کنیم، به کمک رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \begin{cases} V_1 = \frac{m}{\rho_1} \\ V_2 = \frac{m}{\rho_2} \end{cases}$$

**گام دوم:** حالا به سراغ رابطه چگالی مخلوط می‌رویم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m + m}{\frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}} = \frac{2}{\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{2}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = \frac{8}{3}\text{g/cm}^3$$

**حالا وقتشه که یک تست با کاهش حجم حل کنیم:**

**تست:**  $540\text{g}$  از مایع A به چگالی  $1/8\text{g/cm}^3$  را با  $260\text{g}$  از مایع B به چگالی  $1\text{g/cm}^3$  مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی مخلوط حاصل  $1/5\text{g/cm}^3$  باشد، این دو مایع پس از اختلاط، چند سانتی‌متر مکعب کاهش حجم داشته‌اند؟

۳۰ (۱)  $40$  (۲)  $50$  (۳)  $60$  (۴)

پاسخ: گزینه ۴

**گام اول:** با استفاده از رابطه  $V = \frac{m}{\rho}$ ، حجم هر مایع را به دست می‌آوریم:

$$V_A = \frac{m_A}{\rho_A} = \frac{540}{1/8} = 4320\text{cm}^3, V_B = \frac{m_B}{\rho_B} = \frac{260}{1} = 260\text{cm}^3$$

**گام دوم:** با استفاده از رابطه چگالی مخلوط، حجم این مخلوط را به دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{m + m_2}{V_{\text{مخلوط}}} \Rightarrow 1/5 = \frac{540 + 260}{V_{\text{مخلوط}}} \Rightarrow V_{\text{مخلوط}} = 600\text{cm}^3$$

**گام سوم:** اختلاف مجموع حجم اولیه مایعات با حجم مخلوط برابر با کاهش حجم است:

$$\Delta V = (4320 + 260) - 600 = 600\text{cm}^3$$

## فصل در یک نگاه

### ماده‌های ماده

- جامد: دو نوع است: لاف (بلورین مثل الماس) و بی‌شکل یا آمورف (مثل شیشه)
- مایع: فاصله بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان است.
- گاز: ذرات آن حرکت کاتوره‌ای دارند که منجر به حرکت برلونی مولکول‌های دود در هوا می‌شود.
- پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.
- پلاستیک: در دماهای بالا به‌وجود می‌آید مثل ستاره‌ها، آتش و...

### نیروهای بین‌مولکولی

نیروی بین مولکولی در فاصله بسیار کم، رانشی، در فاصله اتمی، ریپشی و در فواصل چندین برابر فاصله اتمی، صفر است.

نوع نیرو	هم‌چسبی	دگرچسبی
پدیده مرتبط	کشش سطحی و کروی بودن قطره	ترشوندگی و مویزگی

- آب، شیشه کشیف یا چرب را تر نمی‌کند.
- هر چقدر لوله موئین نازک‌تر باشد، آب بالاتر و جیوه پایین‌تر می‌رود.
- سطح آب در لوله موئین فرورفته و سطح جیوه برآمده است.

آب و شیشه تمیز	هم‌چسبی $>$ دگرچسبی $F$	شیشه تر می‌شود	آب در لوله موئین بالا می‌رود.
جیوه و شیشه	هم‌چسبی $<$ دگرچسبی $F$	شیشه تر نمی‌شود	جیوه در لوله موئین پایین می‌رود.

### فشار

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{فشار اجسام جامد منشوری} \quad P = \frac{mg}{A} = \rho gh$$

فشار در شاره‌ها: فشار در عمق  $h$  از سطح آزاد شاره:  $P = P_0 + \rho gh$  نتیجه  $\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta h$

نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، هم‌فشارند.

واحد دیگری از فشار، سانتی‌متر جیوه (cmHg) است که مسائل آن دو حالت دارند:

نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع (F):

ظرف استوای	ظرف گلدانی	ظرف دیگی
$F = \rho ghA$ (نتیجه)	وزن مایع $F <$	وزن مایع $F >$

۱. تبدیل از پاسکال	۲. تبدیل از مایع دیگر
$P = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}}$	$h_{\text{جیوه}} = \left(\frac{\rho_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{جیوه}}}\right) h_{\text{مایع}}$

وقتی چند مایع درون ظرفی باشند، فشار ناشی از مایعات در کف ظرف برابر با جمع فشار هر یک از مایعات است:  $P = P_1 + P_2 + \dots = \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 + \dots$

فشار پیمانه‌ای ( $P_g$ ):  $P_g = P - P_0$  تمامی فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند.

کاربردهای اصل هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز از یک مایع ( $P_A = P_B$ ):

### نیروی شناوری ( $F_b$ )

جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن همواره نیروی بالاسوی خالصی به نام نیروی شناوری از طرف شاره به آن وارد می‌شود.

اگر چگالی جسم بیشتر از شاره باشد، در شاره ته‌نشین می‌شود. اما اگر چگالی آن کمتر از چگالی شاره باشد، درون شاره بالا می‌رود تا در سطح آن شناور شود.

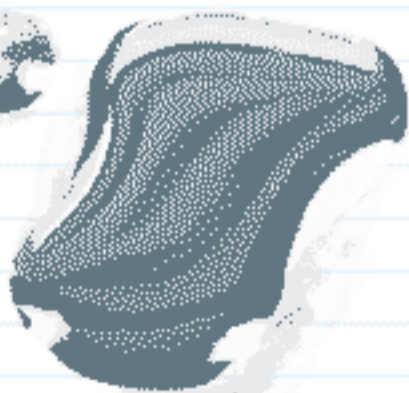
فشارسنج (مانومتر)	جوسنج (بارومتر)	لوله U شکل
<p>فشار جو (<math>P_0</math>) فشار گاز (<math>P</math>) <math>\rho</math></p>	<p>فشار صفر فشار جو (<math>P_0</math>) جیوه یا چگالی <math>\rho</math></p>	<p><math>P_1</math> <math>P_2</math> <math>h_1</math> <math>h_2</math></p>
$P = P_0 + \rho gh$	$P_0 = \rho gh$	$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$

### شماره حرکت

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \text{معادله پیوستگی}$$

اصل برنولی: در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

اگر در یک لوله آب، مقطع لوله کوچک‌تر شود، تندی جریان آب بیشتر و فشار آن کمتر می‌شود.



# آزمون جامع

⌚ زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

۳۵۹. چه تعداد از موارد زیر درست است؟

- (الف) مولکول‌های مایع، نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.
- (ب) فاصله ذرات سازنده مایعات و جامدات تقریباً یکسان است.
- (پ) لکه جوهر به علت حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب، در آب پخش می‌شود.
- (ت) پدیده پخش سبب انبساط مایعات می‌شود.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

۳۶۰. چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟

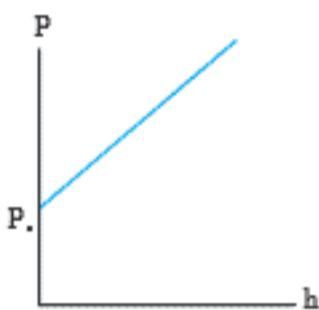
- (الف) هر چه قطر لوله موئین کمتر باشد ارتفاع ستون آب در آن کمتر است.
- (ب) سرعت پدیده پخش در مایع‌ها بیشتر از گازها است.
- (پ) اگر جسمی در مایعی ته‌نشین شود چگالی آن از چگالی مایع بیشتر است.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴) صفر

۳۶۱. در کدام حالت سوزن فولادی را راحت‌تر می‌توان روی آب قرار داد؟

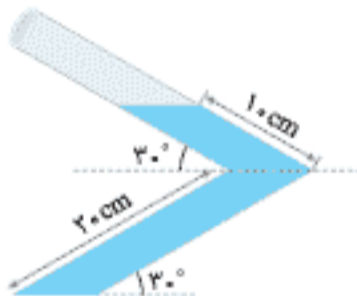
- (۱) سوزن تمیز و دمای آب بالا باشد.
- (۲) سوزن تمیز و دمای آب پایین باشد.
- (۳) سوزن چرب و دمای آب بالا باشد.
- (۴) سوزن چرب و دمای آب پایین باشد.

۳۶۲. شکل مقابل، نمودار فشار بر حسب عمق از سطح مایع را نشان می‌دهد. اگر شیب خط نمودار بر حسب SI برابر ۱۲۰۰۰ باشد، در عمق ۲۷ cm از سطح مایع فشار بر حسب سانتی‌متر جیوه چقدر است؟ ( $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5 \text{ g/cm}^3$ ,  $P_0 = 75 \text{ cmHg}$ )



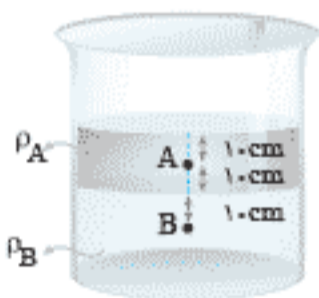
- ۱) ۷۷/۴
- ۲) ۷۸
- ۳) ۷۹/۴
- ۴) ۹۰/۴

۳۶۳. در شکل روبه‌رو، ظرف حاوی مایعی به چگالی  $0/8 \text{ g/cm}^3$  است. فشار مایع بر کف ظرف چند پاسکال است؟



- ۱) ۲۴۰۰
- ۲) ۱۶۰۰
- ۳)  $1200\sqrt{3}$
- ۴) ۱۲۰۰

۳۶۴. در شکل مقابل دو مایع با چگالی‌های  $\rho_A$  و  $\rho_B$  در یک ظرف قرار دارند. اختلاف فشار دو نقطه A و B بر حسب SI کدام است؟ ( $\rho_A = 0/8 \text{ g/cm}^3$ ,  $\rho_B = 1 \text{ g/cm}^3$ )



- ۱) ۸۰۰
- ۲) ۹۰۰
- ۳) ۱۸۰۰
- ۴) ۲۶۰۰

۳۶۵. نیمی از حجم ظرفی استوانه‌ای را با مایعی با چگالی  $\rho$  و نیمی دیگر را با مایعی با چگالی  $\rho'$  پر می‌کنیم. دو مایع با یکدیگر مخلوط شده و چگالی مخلوط  $900 \text{ kg/m}^3$  می‌شود. اگر  $\frac{2}{3}$  ظرف را با مایع با چگالی  $\rho$  و بقیه ظرف را با مایع با چگالی  $\rho'$  پر کنیم، فشار ناشی از مایع‌ها بر کف ظرف  $\frac{A}{9}$  حالت اول می‌شود. چگالی  $\rho$  و  $\rho'$  به ترتیب از راست به چپ چند کیلوگرم بر مترمکعب هستند؟ (از تغییر حجم مایع‌ها صرف‌نظر کنید.)

- ۱) ۱۰۰۰ و ۸۰۰
- ۲) ۸۰۰ و ۶۰۰
- ۳) ۴۰۰ و ۱۴۰۰
- ۴) ۶۰۰ و ۱۲۰۰

۳۶۶. شناگری در عمق ۲ متری از سطح آب یک دریاچه شنا می‌کند. اگر مساحت پرده هر گوش شناگر را یک سانتی‌متر مربع فرض کنیم، مجموع بزرگی نیروی ناشی از آب دریاچه و هوای محیط که به هر پرده گوش این شناگر وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ (فشار هوای محیط  $P_0 = 100 \text{ kPa}$ .)

(کانون فرهنگی آموزش)

$g = 10 \text{ N/kg}$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/cm}^3$  است)

- ۱) ۱/۲
- ۲) ۱۲
- ۳) ۱۲۰
- ۴) ۱۲۰۰

۳۶۷. در عمق ۸ متری مایعی، فشار کل  $1/76 \text{ atm}$  است. چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌مترمکعب است؟ (فشار هوا در محل  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$  و

(ریاضی ۸۹)

$g = 10 \text{ N/kg}$  است.)

- ۱) ۰/۹۵
- ۲) ۷/۲
- ۳) ۹/۵
- ۴) ۰/۷۲

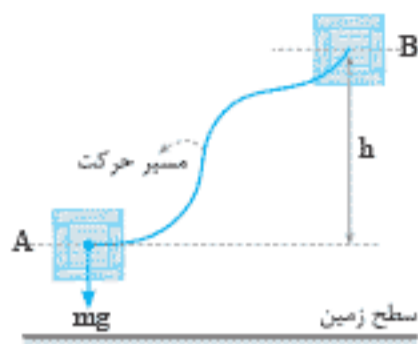
## ایستگاه ۴: کار نیروی وزن

مطابق شکل جسمی به وزن  $mg$  را در نظر بگیرید که بین دو نقطه با اختلاف ارتفاع  $h$  جابه‌جا می‌شود. در طی این جابه‌جایی کار نیروی وزن دو حالت دارد:

**الف)** ارتفاع جسم به اندازه  $h$  افزایش یابد (وضعیت A به B):

$$W_{mg} = -mgh$$

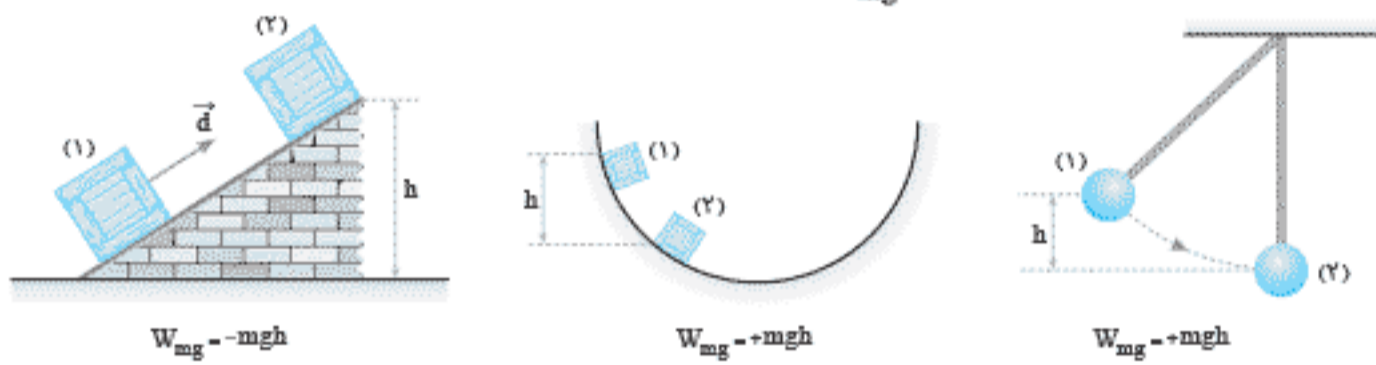
**ب)** ارتفاع جسم به اندازه  $h$  کاهش یابد (وضعیت B به A):

$$W_{mg} = +mgh$$


**نکته:** چون نیروی وزن وارد بر اجسام همیشه رو به پایین و به سمت مرکز زمین است، می‌توان گفت:

۱) کار نیروی وزن به مسیر حرکت وابسته نیست و فقط به اختلاف ارتفاع بین نقطه شروع حرکت و نقطه پایان حرکت ( $h$ ) بستگی دارد.

۲) کار نیروی وزن در طی یک جابه‌جایی افقی، صفر است؛ به بیان دیگر اگر ارتفاع اولیه و ثانویه جسم یکسان باشد، کار نیروی وزن حتماً صفر می‌باشد. در تمام شکل‌های زیر کار نیروی وزن از رابطه  $W_{mg} = \pm mgh$  محاسبه می‌شود:



**نتیجه:** از گفته‌های فوق نتیجه می‌گیریم که کار نیروی وزن همیشه از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$h$  اندازه تغییر ارتفاع جسم است و به مسیر حرکت بستگی ندارد.

جابه‌جایی رو به پایین باشد.  
 $W_{mg} = \pm mgh$   
 جابه‌جایی رو به بالا باشد.

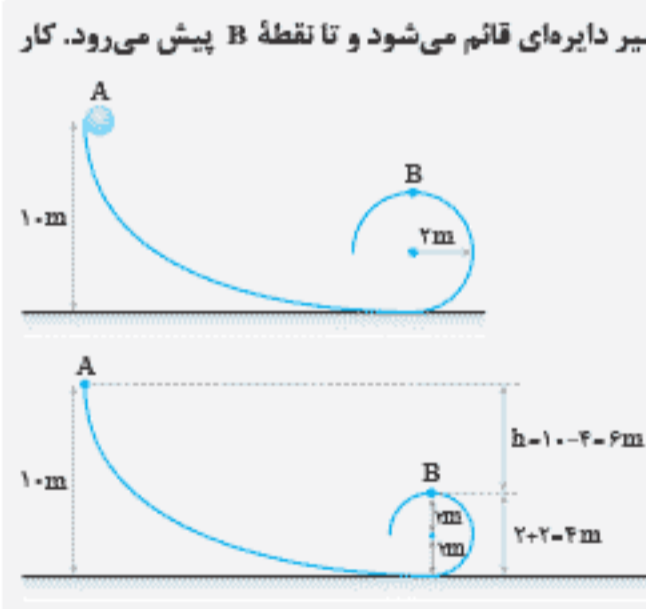
**تست:** در شکل روبه‌رو، جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$  از نقطه A شروع به حرکت کرده و وارد مسیر دایره‌ای قائم می‌شود و تا نقطه B پیش می‌رود. کار نیروی وزن در طی جابه‌جایی جسم از A تا B چند ژول است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

۱) -۴۰  
 ۲) -۱۲۰  
 ۳) ۴۰  
 ۴) ۱۲۰

پاسخ: گزینه ۴

همان‌طور که گفتیم، کار نیروی وزن فقط به تغییر ارتفاع جسم بستگی دارد و مستقل از مسیر حرکت جسم است. همچنین چون جسم در مجموع رو به پایین جابه‌جا شده است، کار نیروی وزن مثبت است.

$W_{mg} = +mgh = 2 \times 10 \times 6 = +120 \text{ J}$

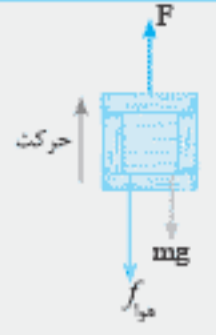



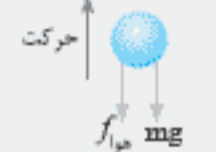

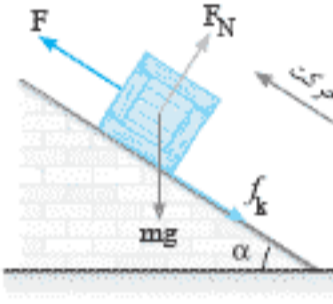
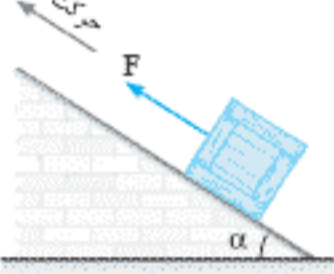
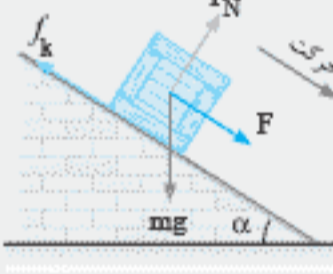
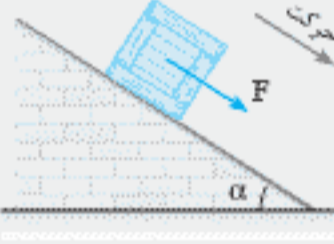
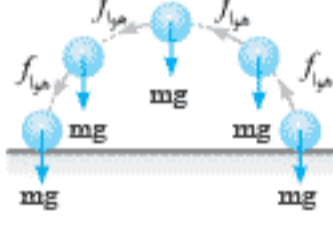
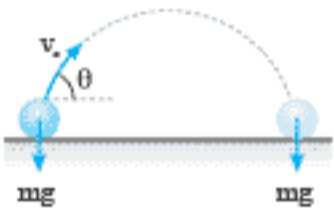
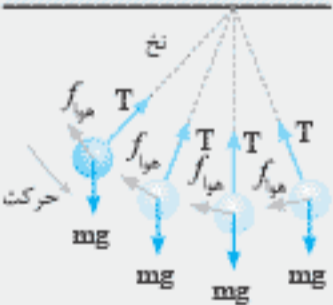
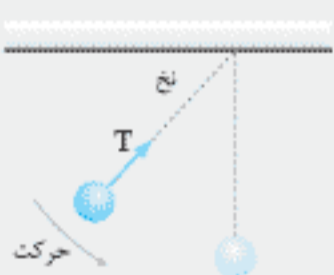
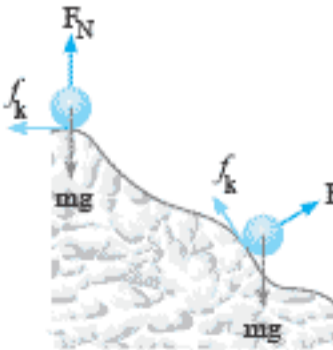



## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### کار نیروهای سطح

۴۲۰. جسمی به جرم  $5 \text{ kg}$  به اندازه  $2 \text{ m}$  روی سطح افقی جابه‌جا می‌شود. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی  $40 \text{ N}$  باشد، کار نیروی اصطکاک در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

۱) -۱۰۰  
 ۲) -۸۰  
 ۳) ۱۰۰  
 ۴) ۸۰

<p>۲</p> <p>بالا کشیدن جسم در راستای قائم</p>			<p>نیروی هوا <math>\vec{f}_a</math>، در خلاف جهت حرکت و رو به پایین است.</p>
<p>۳</p> <p>سقوط جسم در راستای قائم و رو به پایین</p>			<p>نیروی هوا <math>\vec{f}_a</math>، در خلاف جهت حرکت و رو به بالا است.</p>
<p>۴</p> <p>پرتاب جسم در راستای قائم و رو به بالا</p>			<p>پس از پرتاب نیروی محرک وجود ندارد.</p>
<p>۵</p> <p>اگر جسم رو به بالا پرتاب شود، نیروی F در این شکل‌ها حذف خواهد شد.</p>			<p>جسم در حال کشیده شدن رو به بالای سطح شیب‌دار</p>
<p>۶</p> <p>در این جا اگر جسم پرتاب یا رها شود، نیروی F حذف خواهد شد.</p>			<p>جسم در حال کشیده شدن رو به پایین سطح شیب‌دار</p>
<p>۷</p> <p>پرتاب جسم در راستای غیر قائم (حرکت پرتابی)</p>			<p>۱. نیروی مقاومت هوا در هر لحظه در خلاف جهت حرکت (مماس بر مسیر حرکت) رسم می‌شود. ۲. اگر مقاومت هوا نباشد، هوا <math>\vec{f}_a</math> از شکل حذف می‌شود و جسم فقط تحت تأثیر نیروی وزن خواهد بود.</p>
<p>۸</p> <p>در لحظات مختلف، مقاومت هوا خلاف جهت حرکت و نیروی کشش نخ عمود بر مسیر حرکت است.</p>			<p>اونگ</p>
<p>۹</p> <p>در اینجا، نیروی عمودی سطح، همواره عمود بر مسیر حرکت و نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت است.</p>			<p>حرکت بر مسیر منحنی</p>

## آزمون مبحثی ۱

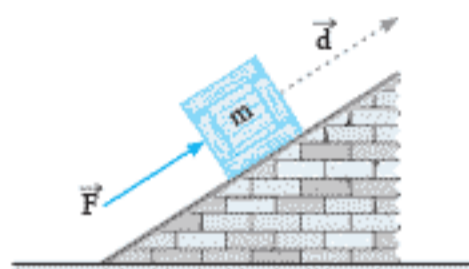
⌚ زمان پیشنهادی: ۱۲ دقیقه

۵۰۷. جسمی به جرم  $۲\text{ kg}$  را از ارتفاع  $۵\text{ m}$  متری رها می‌کنیم و جسم با تندی  $۸\text{ m/s}$  به زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ (کنکور زیرخاک)

- (۱)  $-۶۴$       (۲)  $-۳۶$       (۳)  $۳۶$       (۴)  $۶۴$

۵۰۸. جسم  $A$  به جرم  $۴\text{ kg}$  با تندی  $۱۰\text{ m/s}$  روی یک سطح افقی بدون اصطکاک با جسم ساکن  $B$  به جرم  $۹\text{ kg}$  برخورد می‌کند. اگر تندی  $A$  پس از برخورد  $۸\text{ m/s}$  شود، با صرف‌نظر از اتلاف انرژی، تندی جسم  $B$  پس از برخورد چند متر بر ثانیه است؟

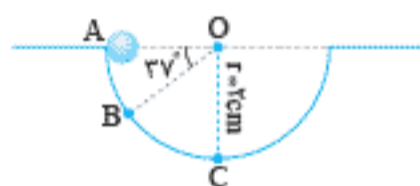
- (۱)  $۲$       (۲)  $۳$       (۳)  $۴$       (۴)  $۶$



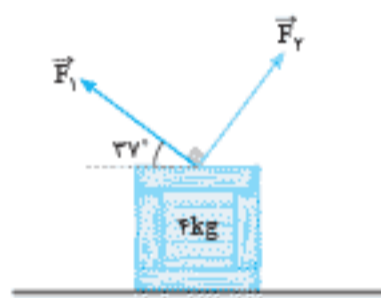
۵۰۹. در شکل مقابل، جسمی به جرم  $m$  روی یک سطح شیب‌دار توسط نیروی  $F$  بالا برده می‌شود. علامت کار نیروهای  $F$ ، اصطکاک، همودی تکیه‌گاه و وزن به ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه است؟

- (۱) منفی، مثبت، مثبت، منفی  
(۲) مثبت، منفی، منفی، مثبت  
(۳) مثبت، منفی، صفر، مثبت  
(۴) مثبت، منفی، صفر، منفی

۵۱۰. گوی کوچکی به جرم  $m$  را روی مسیری دایره‌ای مطابق شکل از نقطه  $A$  رها می‌کنیم. کدام گزینه در مورد کار نیروی عمود بر سطح در جابه‌جایی بین نقاط  $A$ ،  $B$  و  $C$  درست است؟



- (۱)  $W_{AC} > W_{AB}$   
(۲)  $W_{BC} = W_{AB} = W_{AC} = 0$   
(۳)  $W_{BC} < W_{AB}$   
(۴)  $W_{BC} > W_{AB}$



۵۱۱. در شکل مقابل دو نیروی عمود بر هم  $F_1 = F_2 = ۲۰\text{ N}$  بر جعبه‌ای ساکن به جرم  $۴\text{ kg}$  اثر می‌کنند. جعبه با سطح افقی اصطکاک ندارد. تندی جعبه پس از  $۲\text{ m}$  جابه‌جایی، چند متر بر ثانیه است؟  $(\cos ۳۷^\circ = ۰.۸)$

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

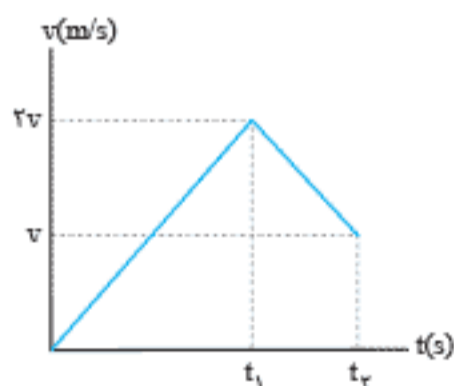
۵۱۲. گلوله‌ای به جرم  $۲۰۰\text{ g}$  را با تندی  $۳۰\text{ m/s}$  در شرایط خلأ در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. کار نیروی وزن گلوله در جابه‌جایی از نقطه اوج تا هنگام بازگشت آن به سطح زمین چند ژول است؟  $(g = ۱۰\text{ m/s}^2)$

- (۱)  $۹۰$       (۲)  $۱۲۰$       (۳)  $-۹۰$       (۴)  $-۱۲۰$

۵۱۳. اتومبیلی به جرم  $۸۰۰\text{ kg}$  با تندی  $۱۰\text{ m/s}$  در یک جاده افقی در حرکت است که ناگهان ترمز می‌کند و پس از طی مسافتی متوقف می‌شود. کار نیروی خالص وارد بر اتومبیل در مدت ترمز کردن چند ژول است؟

(کنکور زیرخاک)

- (۱)  $-۸ \times 10^3$       (۲)  $-۴ \times 10^4$       (۳)  $۸ \times 10^3$       (۴)  $۴ \times 10^4$

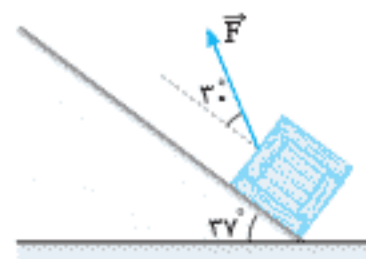


۵۱۴. نمودار تندی بر حسب زمان متحرکی به شکل مقابل است. کار کل انجام شده روی جسم، در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  چند برابر کار کل انجام شده روی جسم در بازه زمانی  $0$  تا  $t_1$  است؟

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

۵۱۵. دو جسم  $A$  و  $B$  به ترتیب به جرم‌های  $m$  و  $۲m$  روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارند. بر این دو جسم نیروهای افقی، ثابت و یکسان  $F$  وارد می‌شود و هر دو از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. اگر پس از طی جابه‌جایی‌های یکسان تندی این دو جسم را به ترتیب  $v_A$  و  $v_B$  بنامیم، کدام گزینه درست است؟

- (۱)  $v_A = v_B$       (۲)  $v_A = ۲v_B$       (۳)  $v_B = ۲v_A$       (۴)  $v_A = \sqrt{۲}v_B$



۵۱۶. در شکل مقابل، جسمی به جرم  $۱۰\text{ kg}$  توسط نیروی ثابت  $F$  با سرعت ثابت به اندازه  $۱۰\text{ m}$  به سمت بالای سطح شیب‌دار، جابه‌جا می‌شود. اگر کار نیروی سطح وارد بر جسم  $-۴۰\text{ J}$  باشد، کار نیروی  $F$  در این جابه‌جایی چند ژول است؟  $(g = ۱۰\text{ N/kg})$

- (۱)  $۶۴۰$       (۲)  $۵۶۰$       (۳)  $-۷۶۰$       (۴)  $۷۶۰$

## آزمون مبحثی ۳

⌚ زمان پیشنهادی: ۲ دقیقه

۶۳۶. دانش آموزی در مدت ۲ s سنگی به جرم ۱ kg را از سطح زمین برداشته و آن را با تندی  $6 \text{ m/s}$  از ارتفاع یک متری پرتاب می‌کند. توان مفید دانش آموز در طی این حرکت چند وات است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- ۹ (۱)      ۱۰ (۲)      ۱۲ (۳)      ۱۴ (۴)

۶۳۷. جسمی از حالت سکون تحت تأثیر نیروی ثابت  $F = 4 \text{ N}$  به حرکت درآمده و پس از مدت زمان  $t$ ، سرعت آن به  $v$  می‌رسد. اگر متوسط کار نیروی  $F$  در مدت زمان  $t$  برابر با  $24 \text{ W}$  باشد،  $v$  چند متر بر ثانیه است؟

- ۶ (۱)      ۱۲ (۲)      ۲۴ (۳)      ۸ (۴)

۶۳۸. یک هواپیمای بونینگ دارای دو موتور جت مشابه است. این هواپیما با نیروی پیشرانه افقی  $4 \times 10^5$  در هر دقیقه  $18 \text{ km}$  در راستای نیرو حرکت می‌کند. توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند مگاوات است؟

- ۵۰ (۱)      ۶۰ (۲)      ۱۰۰ (۳)      ۱۲۰ (۴)

۶۳۹. در یک موتور الکتریکی، نسبت توان مفید به توان تلف‌شده برابر با ۴ است. بازده این موتور چند درصد است؟

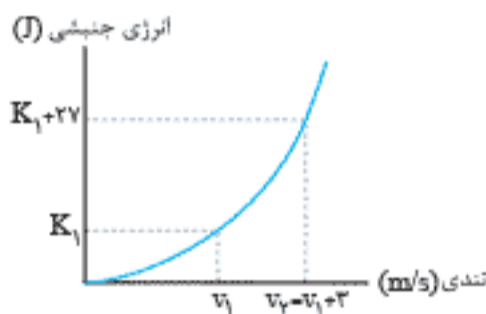
- ۶۰ (۱)      ۷۵ (۲)      ۸۰ (۳)      ۹۰ (۴)

۶۴۰. در یک سد آبی یک مولد انرژی الکتریکی وجود دارد که انرژی الکتریکی یک شهرک با توان مصرفی  $100 \text{ kW}$  را تأمین می‌کند. اگر در هر دقیقه  $30000 \text{ kg}$  آب از ارتفاع ۵۰ متری روی توربین این مولد بریزد، بازده آن چند درصد است؟

- ۳۰ (۱)      ۴۰ (۲)      ۵۰ (۳)      ۶۰ (۴)

## هایپر تست

۶۴۱. شکل روبه‌رو، نمودار انرژی جنبشی یک جسم به جرم  $2 \text{ kg}$  را بر حسب تندی آن نشان می‌دهد. در این صورت  $\frac{v_2}{v_1}$  کدام است؟



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

۶۴۲. جسمی به جرم  $10 \text{ kg}$  با سرعت ثابت  $6 \text{ m/s}$  در جهت محور  $x$  در حرکت است. اگر نیروی ثابت  $3 \text{ N}$  در خلاف جهت محور  $x$  بر آن وارد شود، پس از چند ثانیه انرژی جنبشی جسم برابر انرژی جنبشی اولیه آن می‌شود؟

- ۴۰ (۱)      ۳۰ (۲)      ۲۰ (۳)      ۱۰ (۴)

۶۴۳. در شکل روبه‌رو نیروی ثابت  $F$  در راستای قائم به یک جسم  $2$  کیلوگرمی وارد می‌شود. اندازه کار این نیرو در ثانیه‌های متوالی یک بازه زمانی معین ..... ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



- (۱) افزایش می‌یابد.  
(۲) کاهش می‌یابد.  
(۳) ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد.  
(۴) بسته به شرایط هر کدام ممکن است درست باشد.

۶۴۴. در شکل روبه‌رو، جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$  داخل یک آسانسور توسط نیروی افقی  $F = 30 \text{ N}$  با تندی ثابت  $2 \text{ m/s}$  روی کف آسانسور به سمت راست حرکت می‌کند. اگر آسانسور با تندی ثابت  $3 \text{ m/s}$  به سمت بالا حرکت کند، کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند در مدت یک ثانیه چند ژول است؟



- (۱) صفر  
(۲) ۳۰  
(۳) ۶۰  
(۴) ۱۲۰



## ایستگاه ۸: روش‌های انتقال گرما

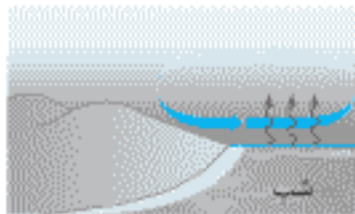


هر سه روش انتقال گرما را در این تصویر مشاهده می‌کنید.

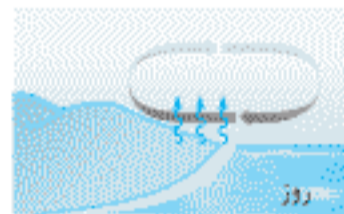
**توجه:** ۱ در رسانش گرمایی به علت کوچک بودن و سرعت زیاد الکترون‌های آزاد نسبت به اتم‌ها، الکترون‌های آزاد نقش بیشتری در رسانش دارد. ۲ رسانش گرمایی به محیط مادی نیاز دارد و در همهٔ حالت‌های ماده انجام می‌شود.

### همرفت

در این روش، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد. هنگامی که قسمتی از ماده گرم می‌شود، حجم آن قسمت افزایش یافته و چگالی این قسمت شاره کاهش می‌یابد و با توجه به نیروی شناوری، قسمتی از شاره که سردتر است پایین آمده و قسمت گرم بالا می‌رود و به این صورت گرما منتقل می‌شود. همرفت به دو صورت انجام می‌شود: ۱ همرفت طبیعی ۲ همرفت واداشته



روز: زمین ساحل گرم تر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود. شب: زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیدهٔ همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.



**۱ همرفت طبیعی:** همان‌طور که توضیح داده شده، به علت جابه‌جایی بخش گرم و سرد شاره به‌طور طبیعی انجام می‌شود: مانند: گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیلهٔ بخاری و رادیاتور شوفاژ، گرم شدن آب درون قابلمه، جریان‌های باد ساحلی و انتقال گرما از مرکز خورشید.

**۲ همرفت واداشته:** در این حالت جابه‌جایی شاره گرم و سرد به کمک یک تلمبه انجام می‌شود.

مانند سیستم خنک‌کننده موتور، دس بدن و سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها.

**توجه:** ۱ هرچه ضریب انبساط حجمی شاره بزرگ‌تر باشد، جریان همرفتی راحت‌تر حرکت می‌کند. ۲ به علت پدیدهٔ همرفت در روزها، نسیم از دریا به ساحل می‌وزد و در شب‌ها نسیم از ساحل به دریا وزش می‌کند.

### تابش

هر جسم در هر دمایی امواج الکترومغناطیس تابش می‌کند. به این نوع تابش، تابش گرمایی می‌گوییم. در تابش گرمایی، نیازی به محیط مادی نداریم. امواج الکترومغناطیس شامل امواج رادیویی، تابش فرسوخ، نور مرئی، تابش فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای  $\gamma$  است. پرتوهای X و پرتوهای  $\gamma$  پرتوهای هسته‌ای هستند.

**توجه:** ۱ تابش گرمایی از سطح هر جسم، به دما، مساحت و میزان صیقلی بودن و رنگ سطح آن جسم بستگی دارد. سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن، تابش گرمایی کمتری دارند و سطوح تیره و ناصاف و مات، تابش بیشتری دارند. ۲ تابش گرمایی در دماهای زیر حدود  $500^{\circ}\text{C}$  عمدتاً به‌صورت تابش فرسوخ است که نامرئی است. برای آشکارسازی تابش‌های فرسوخ از ابزارهایی موسوم به دمانگار استفاده می‌شود و تصویر به‌دست آمده از آن را **دمانگاشت** می‌نامیم.

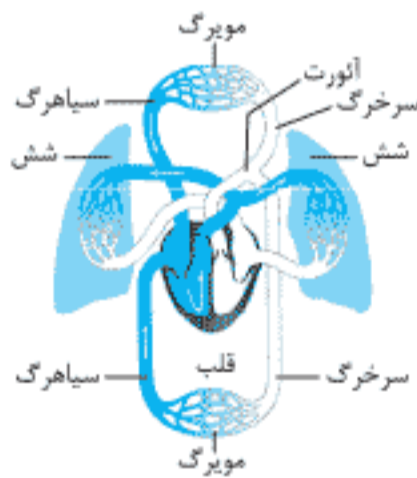
**۳** دو نمونه از کاربردهای تابش گرمایی در پدیده‌های زیستی: **الف** شکار تابش فرسوخ (مارزنگی) **ب** کلم اسکانک

### تفسنجی

به روش‌های اندازه‌گیری دما که مبتنی بر تابش گرمایی است، تفسنجی و به ابزار اندازه‌گیری دما به این روش تفسنج می‌گوییم.

**تفسنج:** ۱ این وسایل بدون تماس با جسم، دمای آن را اندازه می‌گیرند. ۲ تفسنج‌ها به‌خصوص در اندازه‌گیری دماهای بالای  $1100^{\circ}\text{C}$  اهمیت ویژه‌ای دارند.

**۳** تفسنج نوری و تفسنج تابشی دو نمونه تفسنج هستند که تفسنج نوری به‌عنوان دماسنج معیار استفاده می‌شود.



طرحی از دستگاه گردش خون که در آن قلب همچون تلمبه ای باعث همرفت واداشتهٔ خون می‌شود.

طرحی از دستگاه گردش خون که در آن قلب همچون تلمبه ای باعث همرفت واداشتهٔ خون می‌شود.

# آزمون جامع

⌚ زمان پیشنهادی: ۳۵ دقیقه

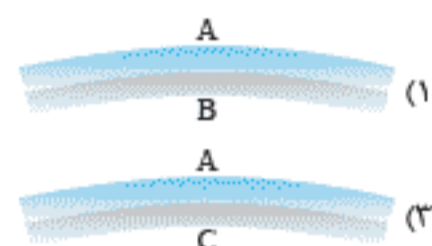
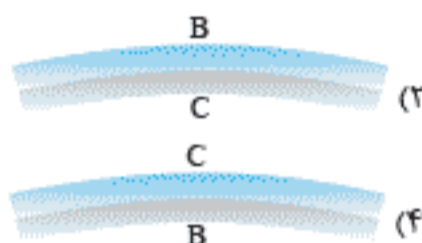
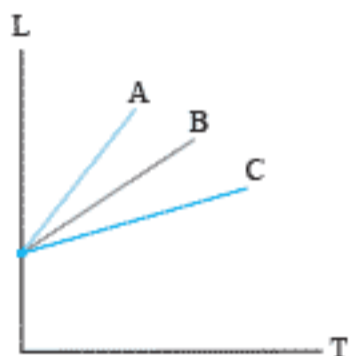
۸۹۶. دمای جسمی  $127^{\circ}\text{C}$  است. دمای این جسم چند درجه فارنهایت افزایش یابد تا دمای مطلق آن ۲۵ درصد افزایش یابد؟

- ۱۰۰ (۱)      ۵۴۰ (۲)      ۲۱۲ (۳)      ۱۸۰ (۴)

۸۹۷. طول هر یک از میله‌های برنجی و آهنی در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  برابر  $1.0\text{ m}$  است. در یک روز گرم مشخص شد که طول میله برنجی  $2/8\text{ mm}$  از طول میله آهنی بیشتر است. دمای هوا در آن روز چند درجه سلسیوس بوده است؟ ( $\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{آهن}} = 12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

- ۴۰ (۴)      ۳ (۳)      ۳۰ (۲)      ۴ (۱)

۸۹۸. شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات طول سه میله A، B و C را برحسب دما نشان می‌دهد. در اثر کاهش دما، کدام یک از شکل‌های زیر خمیدگی میله‌ها را درست نشان می‌دهد؟

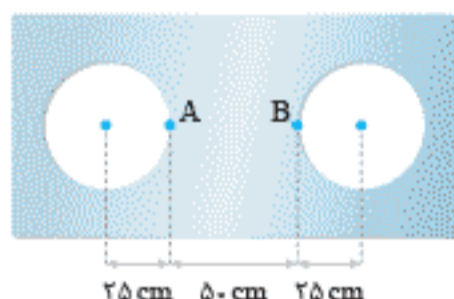


۸۹۹. دو صفحه فلزی دایره‌ای شکل a و b را در اختیار داریم و در دمای  $0^{\circ}\text{C}$ ، شعاع صفحه b دو برابر شعاع صفحه a است. در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس مساحت صفحه فلزی b، دو برابر مساحت صفحه فلزی a است؟ ( $\alpha_a = 6 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_b = 2 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

- ۵۰۰ (۱)      ۵۰ (۲)      ۲۵۰ (۳)      ۴۰۰ (۴)

۹۰۰. مکعبی به ضریب انبساط طولی  $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  قرار دارد. اگر دمای آن را به  $100^{\circ}\text{C}$  برسانیم، حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟ (تجربین خارج ۹۴)

- ۰/۱۲ (۱)      ۰/۳۶ (۲)      ۱۲ (۳)      ۳۶ (۴)

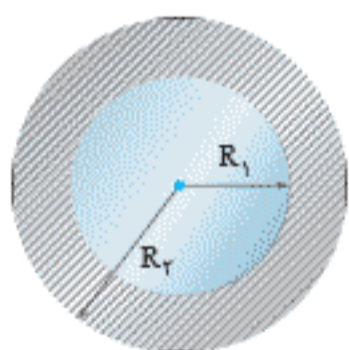


۹۰۱. از سطح یک صفحه فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن  $3/6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  است، دو دایره به شعاع‌های

$25\text{ cm}$  را در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  خارج کرده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به  $200^{\circ}\text{C}$  برسانیم، فاصله AB

چند میلی‌متر می‌شود؟ (تجربین خارج ۹۵)

- ۴۹۶/۴ (۱)      ۴۹۸/۲ (۲)      ۵۰۱/۸ (۳)      ۵۰۳/۶ (۴)



۹۰۲. دو ورقه نازک دایره‌ای شکل فلزی به شعاع  $R_1 = 15\text{ cm}$  و  $R_2 = 20\text{ cm}$  را مطابق شکل مقابل روی هم قرار داده‌ایم.

نسبت ضریب انبساط طولی دو فلز ( $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$ ) چقدر باشد تا مساحت قسمت هاشور خورده در هر دمایی ثابت بماند؟

- $\frac{3}{4}$  (۱)       $\frac{9}{16}$  (۲)       $\frac{16}{9}$  (۳)       $\frac{3}{5}$  (۴)

۹۰۳. ظرفی به حجم  $100\text{ cm}^3$  را به وسیله مایعی پر می‌کنیم و دمای ظرف و مایع را  $50^{\circ}\text{C}$  افزایش می‌دهیم. اگر ضریب انبساط سطحی ظرف  $\frac{2}{3}$  برابر ضریب انبساط حجمی مایع باشد، چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف بیرون می‌ریزد؟

- ۱/۵ (۱)      ۱/۲ (۲)      ۰/۵ (۳)      صفر (۴)

۹۰۴. درون یک ظرف فلزی به ضریب انبساط طولی  $\alpha$  مقداری مایع به ضریب انبساط حجمی  $\beta$  وجود دارد. اگر دمای مایع و ظرف به اندازه  $\Delta\theta$  افزایش یابد، فشار مایع بر ته ظرف چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش می‌یابد.  
(۲) افزایش می‌یابد.  
(۳) تغییر نمی‌کند.

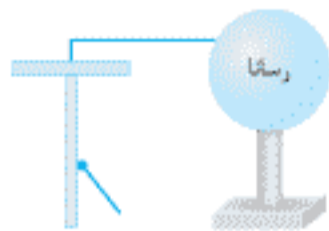
(۴) به مقادیر  $\alpha$  و  $\beta$  بستگی دارد.

۹۴۱. یک میله فلزی خنثی را به یک الکتروسکوپ باردار نزدیک می‌کنیم به طوری که با آن تماس نداشته باشد. ورقه‌های الکتروسکوپ

- (۱) به هم نزدیک و سپس دور می‌شوند.
- (۲) از هم دور می‌شوند.
- (۳) به هم نزدیک می‌شوند.
- (۴) از هم دور و سپس نزدیک می‌شوند.

۹۴۲. میله‌ای با بار الکتریکی مثبت را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. در این عمل ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و دوباره باز می‌شوند. بار الکتریکی الکتروسکوپ قبل از نزدیک کردن میله چه بوده است؟

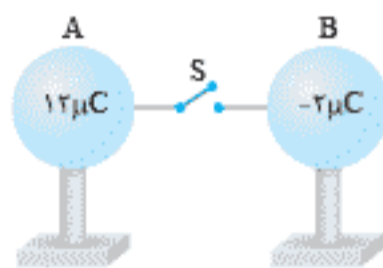
- (۱) منفی
- (۲) مثبت
- (۳) خنثی یا منفی
- (۴) خنثی یا مثبت



۹۴۳. در شکل مقابل کره رسانا به کلاهک الکتروسکوپ متصل است و بار کلاهک منفی است. اگر یک گلوله کوچک فلزی با بار مثبت را از سمت راست به کره رسانا نزدیک کنیم، فاصله ورقه‌های الکتروسکوپ از یکدیگر می‌شود و بار آنها

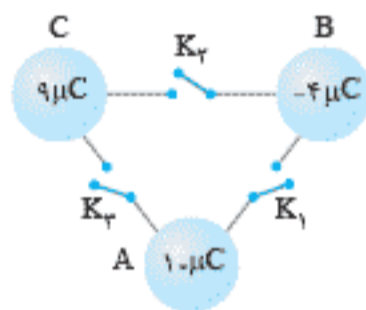
- (۱) کم - مثبت
- (۲) کم - منفی
- (۳) زیاد - مثبت
- (۴) زیاد - منفی

تماس کره‌ها



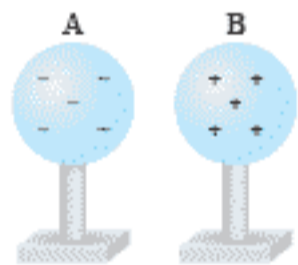
۹۴۴. در شکل مقابل دو کره رسانا، کوچک و مشابه‌اند. اگر کلید S را ببندیم چند میکروکولن بار الکتریکی از کدام کره به کره دیگر جابه‌جا می‌شود؟

- (۱)  $8 \mu C$  از A به B
- (۲)  $8 \mu C$  از B به A
- (۳)  $6 \mu C$  از A به B
- (۴)  $6 \mu C$  از B به A



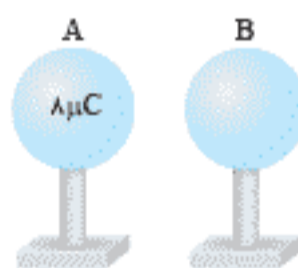
۹۴۵. در شکل مقابل کره‌ها رسانا، کوچک و هم‌اندازه هستند. اگر کلید  $K_1$  را ببندیم و سپس باز کنیم و همین کار را به ترتیب برای کلید  $K_2$  و  $K_3$  انجام دهیم، بار کره A چند میکروکولن خواهد شد؟

- (۱)  $4/5$
- (۲)  $7/5$
- (۳) ۸
- (۴)  $8/5$



۹۴۶. در شکل روبه‌رو بار کره A برابر  $6 \mu C$  است. اگر دو کره رسانا به هم وصل شوند، اندازه بار کره B،  $1/4$  برابر می‌شود. بار کره B قبل از بستن کلید چند میکروکولن بوده است؟

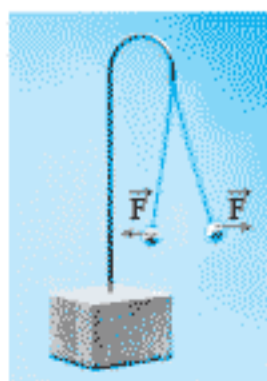
- (۱) ۴
- (۲) ۶
- (۳) ۱۲
- (۴) گزینه «۱» و «۳» درست هستند.



۹۴۷. در شکل مقابل کره‌ها رسانا و مشابه هستند. اگر کره A را به کره B تماس دهیم، مجموع بار دو کره  $4/8 \mu C$  می‌شود. اگر قبل از تماس دو کره به یکدیگر، کره B را به زمین متصل می‌کردیم چه تعداد الکترون جابه‌جا می‌شد؟ ( $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ )

- (۱)  $2 \times 10^{13}$
- (۲)  $2 \times 10^{19}$
- (۳)  $3 \times 10^{13}$
- (۴)  $3 \times 10^{19}$

ایستگاه ۲: قانون کولن

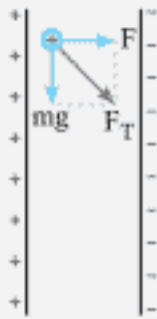


نیروی الکتریکی‌ای که دو بار الکتریکی به هم وارد می‌کنند، با حاصل ضرب آنها رابطه مستقیم و با مجذور فاصله بین آنها رابطه عکس دارد.

بنابراین اگر دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  مطابق شکل‌های مقابل در فاصله  $r$  از یکدیگر قرار گیرند، نیروی الکتریکی‌ای که به هم وارد می‌کنند از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2} \leftarrow \text{نیروی الکتریکی (N)}$$

مجذور فاصله دو بار ( $m^2$ )  $\rightarrow$



پاسخ: گزینه «۴» به این ذره دو نیروی وزن رو به پایین و نیروی الکتریکی به سمت راست وارد می‌شود و برآیند آن‌ها به‌طور مایل رو به پایین است. با توجه به این که ذره در ابتدا ساکن بوده است در جهت نیروی برآیند حرکت می‌کند، دقت کنید اگر وزن ناچیز بود گزینه «۱» درست بود. اگر جسم به سمت پایین پرتاب می‌شد گزینه «۲» درست بود و اگر پرتاب به سمت راست و افقی بود گزینه «۳» صحیح بود.

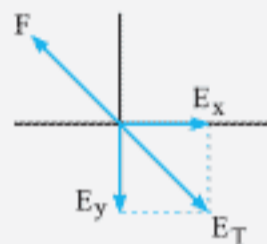


یک ذره که بار الکتریکی آن  $-5.0 \mu\text{C}$  است، وارد میدان الکتریکی  $\vec{E} = 3000\vec{i} - 4000\vec{j}$  در SI می‌شود. اندازه و جهت نیروی الکتروستاتیکی در SI کدام است؟

- (۱)  $0.25$  و ↘ (۲)  $0.25$  و ↙ (۳)  $0.25$  و ↖ (۴)  $0.25$  و ↗

پاسخ: گزینه «۱»

چون بردار میدان برآیند در ربع چهارم و بار منفی است و به بار منفی خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود، پس بردار نیروی الکتریکی در ربع دوم قرار دارد.



$$E_T = \sqrt{(E_x)^2 + (E_y)^2} = \sqrt{(3000)^2 + (-4000)^2} = 5000 \text{ N/C}$$

$$F = E|q| = 5000 \times 5.0 \times 10^{-6} = 0.25 \text{ N}$$

اگر  $8 \text{ cm}$  از بار نقطه‌ای دور شویم، میدان الکتریکی حاصل از بار  $\frac{1}{25}$  برابر می‌شود. فاصله اولیه از بار الکتریکی چند سانتی‌متر بوده است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۸

پاسخ: گزینه «۲»

$$E = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{25} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow \begin{cases} r_2 = 5r_1 \\ r_2 = r_1 + 8 \end{cases} \Rightarrow r_1 = 2 \text{ cm}$$

اگر اندازه بار نقطه‌ای را نصف کنیم و فاصله از بار ۲۰ درصد کاهش یابد، میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی تقریباً چند درصد می‌یابد.

- (۱) افزایش ۷۸ (۲) کاهش ۷۸ (۳) کاهش ۲۲ (۴) افزایش ۲۲

پاسخ: گزینه «۳»

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{r_1}{0.8r_1}\right)^2 \xrightarrow{r_2 = 0.8r_1} \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{2} \times \frac{100}{64} = \frac{100}{128} \approx 0.78$$

$$\Rightarrow E_2 = 0.78E_1 \Rightarrow \text{درصد تغییر میدان} = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100 = -0.22 \times 100 = -22\%$$

پس میدان الکتریکی تقریباً ۲۲ درصد کاهش یافته است.

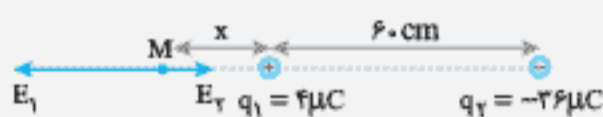


در شکل مقابل، در چند سانتی‌متری بار  $q_2$  میدان الکتریکی حاصل از بارها صفر می‌شود؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۱۵ (۳) ۹۰ (۴) ۷۵

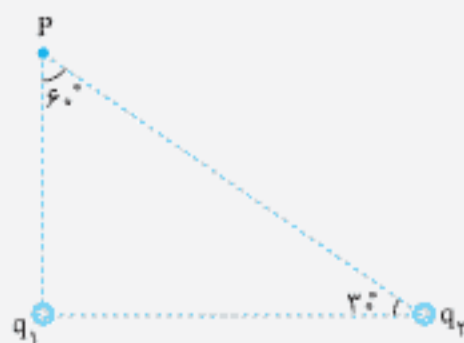
پاسخ: گزینه «۳»

در این گونه سؤالات اگر بارها همنام باشند نقطه مورد نظر بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر است و اگر بارها ناهمنام باشند نقطه مورد نظر خارج دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر است.



$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{x^2} = k \frac{|q_2|}{(60+x)^2} \Rightarrow \frac{4}{x^2} = \frac{36}{(60+x)^2} \Rightarrow 60+x = 3x \Rightarrow x = 30 \text{ cm}$$

فاصله تا بار  $q_2$ :  $60 + 30 = 90 \text{ cm}$



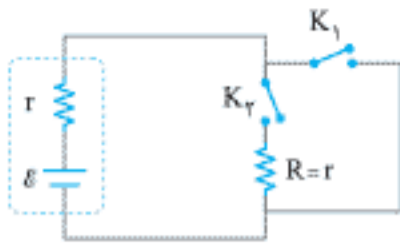
در شکل مقابل بزرگی میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  در نقطه P با هم برابرند. اندازه بار  $q_2$  چند برابر اندازه بار  $q_1$  است؟

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





۱۳۴۴. با توجه به مدار شکل مقابل، مقدار افت پتانسیل درونی باتری به ترتیب از راست به چپ در حالت‌های اول،



دوم و سوم کدام است؟

(۱) صفر،  $\frac{\epsilon}{2}$ ، بی‌نهایت

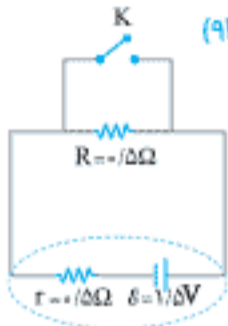
(۲)  $\frac{\epsilon}{3}$ ،  $\frac{\epsilon}{2}$ ، صفر

(۳) صفر،  $\frac{\epsilon}{2}$ ،  $\frac{\epsilon}{3}$

(۴) بی‌نهایت،  $\frac{\epsilon}{2}$ ، صفر

حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
$K_1$ و $K_2$ باز	$K_1$ باز و $K_2$ بسته	$K_1$ و $K_2$ بسته

۱۳۴۵. در مدار روبه‌رو، ابتدا کلید باز است. در صورتی که کلید بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت کاهش می‌یابد؟ (ریاض خارج ۹۴)



(۱) صفر

(۲) ۰/۵

(۳) ۰/۷۵

(۴) ۱/۵

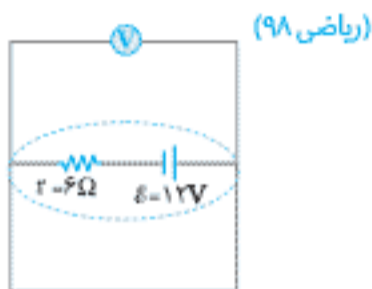
۱۳۴۶. در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

(۱) صفر

(۲) ۲

(۳) ۶

(۴) ۱۲



۱۳۴۷. در شکل داده شده اگر مقاومت R را افزایش دهیم، به ترتیب مقادیری که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند نسبت

به حالت اول چگونه تغییر خواهند کرد؟ (برگرفته از کتاب درسی)



(۱) کمتر، کمتر

(۲) بیشتر، کمتر

(۳) کمتر، بیشتر

(۴) بیشتر، بیشتر

از اینجا به بعد، مقدار مقاومت در مدار تغییر می‌کند و شما باید مدار را در وضعیت‌های مختلف بررسی کنید.

۱۳۴۸. اگر در مدار مقابل، لغزنده به سمت B حرکت کند، جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد چگونه تغییر

می‌کند؟ (تجرب ۸۸)

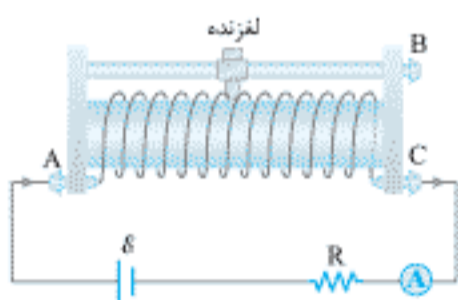
می‌کند؟

(۱) ثابت می‌ماند.

(۲) کم می‌شود.

(۳) زیاد می‌شود.

(۴) بسته به مقدار R، ممکن است کم یا زیاد شود.



۱۳۴۹. در شکل مقابل ولت‌سنج ۴۰V و آمپرسنج با مقاومت ناچیز ۴A را نشان می‌دهد. اگر مقاومت R را تغییر دهیم به

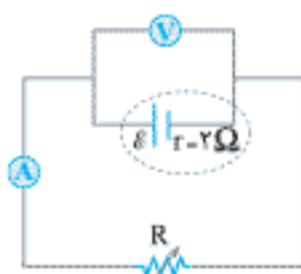
طوری که ولت‌سنج ۳۶V را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟

(۱) ۶

(۲) ۴

(۳) ۸

(۴) ۲



۱۳۵۰. در مدار شکل مقابل، اگر مقاومت متغیر R از ۵Ω به ۱۵Ω تغییر کند، جریان الکتریکی عبوری از باتری نصف می‌شود.

(کانون فرهنگی آموزش)

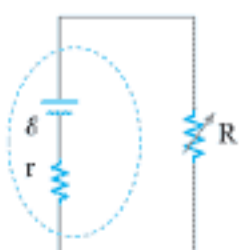
مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

(۲) ۱۰

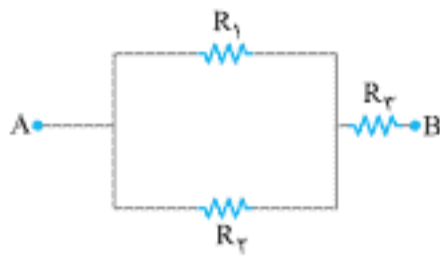
(۱) ۵

(۴) ۴

(۳) ۲



بررسی نمودارهای V-I مولدها بسیار مهم هستند. در چند تست آخر این بخش به اهمیت این نمودارها پی می‌برید.



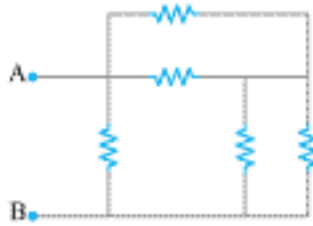
۱۴۱۱. در شکل مقابل،  $R_1$  چقدر باشد تا مقاومت معادل بین دو نقطه A و B برابر  $R_1$  شود؟ (ریاضی ۸۹)

(۲)  $\sqrt{R_1 R_2}$

(۴)  $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

(۱)  $\frac{R_1^2}{R_1 + R_2}$

(۳)  $\frac{\sqrt{R_1^2 + R_2^2}}{2}$



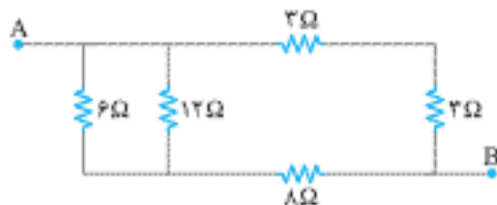
۱۴۱۲. در مدار شکل روبه‌رو، کلیه مقاومت‌ها مشابه و مقدار هر یک ۶ اهم است. مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

(۲) ۳

(۴) ۱۲

(۱) ۱/۵

(۳) ۶



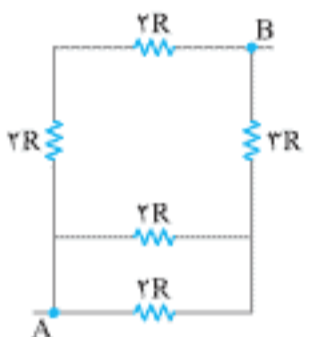
۱۴۱۳. در شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟ (ریاضی ۸۷)

(۱) ۳

(۲) ۴

(۳) ۶

(۴) ۸



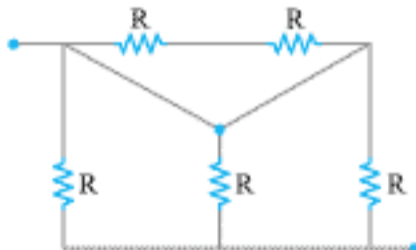
۱۴۱۴. در شکل روبه‌رو، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند R است؟ (ریاضی خارج ۹۶)

(۱) ۳/۲

(۲) ۱۵/۸

(۳) ۲

(۴) ۸



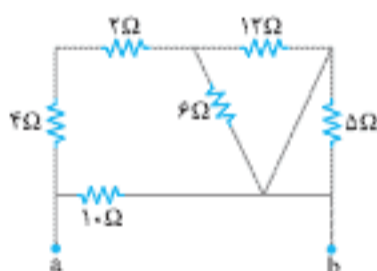
۱۴۱۵. مقاومت معادل شکل زیر چند R است؟

(۲) ۲/۳

(۴) ۳

(۱) ۱/۳

(۳) ۳/۲



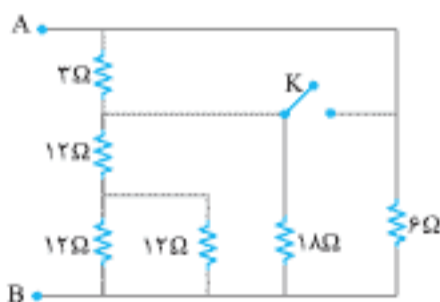
۱۴۱۶. مقاومت معادل بین دو نقطه a و b چند اهم است؟ (ریاضی ۸۶)

(۱) ۵

(۲) ۱۰

(۳) ۱۵

(۴) ۲۰



۱۴۱۷. در مدار شکل مقابل، ابتدا کلید باز می‌باشد. اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟ (ریاضی خارج ۹۲)

(۱) ۰/۴

(۲) ۲

(۳) ۲/۶

(۴) ۴

۱۴۱۸. مقاومت معادل دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  در حالت موازی برابر  $۴/۸ \Omega$  بوده و حاصل ضرب آن‌ها برابر  $۹۶ \Omega^2$  است. کدام گزینه بیانگر نسبت مقاومت بزرگ‌تر به مقاومت کوچک‌تر است؟

(۴) ۳/۲

(۳) ۴/۳

(۲) ۵/۴

(۱) ۲/۳

۱۴۱۹. سیمی به مقاومت  $۱۸۰ \Omega$  را به شکل حلقه در آورده و سپس آن را مطابق شکل در مدار قرار می‌دهیم. مقاومت معادل

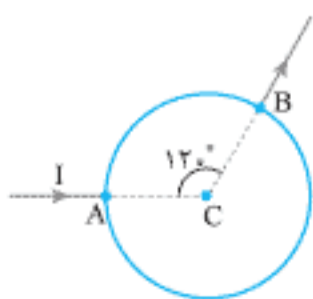
بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

(۱) ۴۵

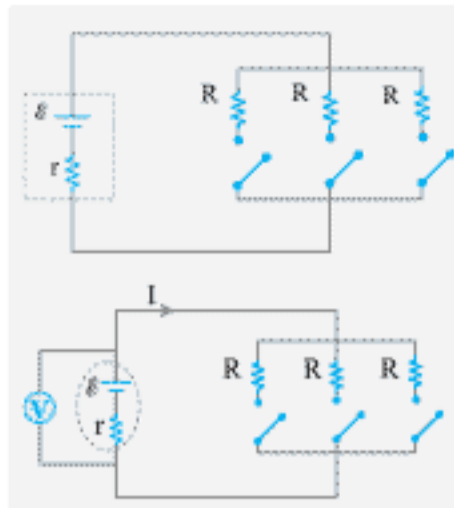
(۲) ۴۰

(۳) ۱۸۰

(۴) ۱۲۰







**تست:** در مدار شکل مقابل، با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، ولتاژ دو سر مولد و جریان شاخه اصلی مدار به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟  
 (۱) کاهش، کاهش  
 (۲) کاهش، افزایش  
 (۳) افزایش، کاهش  
 پاسخ: گزینه «۲»  
 با بسته شدن کلیدها یکی پس از دیگری، در هر مرحله یک مقاومت به صورت موازی به مجموعه اضافه شده و این کار موجب کاهش  $R_{eq}$  می‌شود. در نتیجه جریان  $I$  شاخه اصلی افزایش یافته و طبق رابطه  $V = \mathcal{E} - rI$ ، ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد.

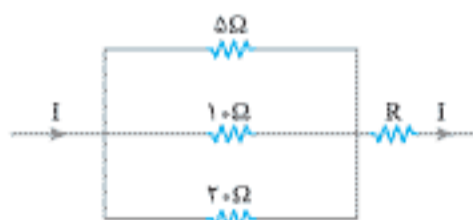
**جمع‌بندی**

خلاصه‌ای از مهم‌ترین ویژگی‌های پارامترهای مقاومت‌های متوالی و موازی را در جدول زیر می‌توانید ببینید:

		وضعیت مقاومت
$V_1 + V_2 = V_{AB}$	$V_1 = V_2 = V_{AB}$	ولتاژ
$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$ $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$ $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$	جریان
$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1}$	$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2}$	توان
$P_{کل} = P_1 + P_2$	$P_{کل} = P_1 + P_2$	توان کل

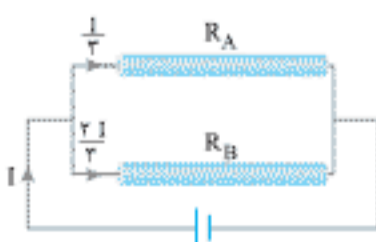
**پرسش‌های چهار گزینه‌ای**

**بررسی مقاومت‌های موازی**



۱۴۳۹. در شکل مقابل، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی برابر ۱۰ V باشد، جریان الکتریکی  $I$  برابر چند آمپر است؟ (تجرب ۹۲)

- ۱) ۰/۵
- ۲) ۲
- ۳) ۳/۵
- ۴) ۱



۱۴۴۰. مطابق شکل، دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژه سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژه سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟ (تجرب خارج ۹۵)

- ۱) ۳/۲
- ۲) ۴/۳
- ۳) ۲
- ۴) ۶

۱۴۴۱. دو سیم رسانای A و B با قطر مقطع و طول مساوی، به طور موازی به هم وصل شده‌اند و از مجموعه آن‌ها جریان ۴/۵A عبور می‌کند. جریان الکتریکی در سیم A چند آمپر است؟ ( $\rho_B = 5/6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  و  $\rho_A = 1/6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ) (ریاضی ۹۱)

- ۱) ۱
- ۲) ۳/۵
- ۳) ۲/۲۵
- ۴) ۴/۵

(ریاض ۹۴)

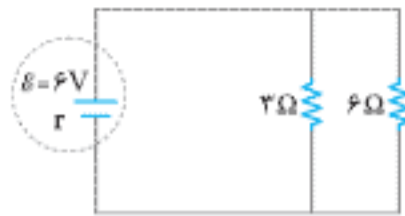
۱۴۴۲. حداقل چند مقاومت ۴۰ اهمی را باید به هم وصل کنیم تا از یک منبع برق ۱۲۰ ولتی، جریان الکتریکی ۱۵ A بگیریم؟

۶ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)



۱۴۴۳. اگر در شکل مقابل جریانی که از مقاومت ۳Ω می‌گذرد ۱/۶A باشد، مقاومت داخلی باتری چند اهم است؟

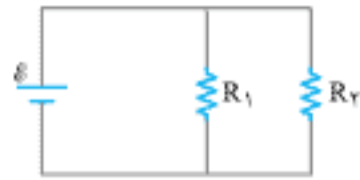
(تجربی ۸۴)

۰/۳ (۱)

۰/۵ (۲)

۱ (۳)

۱/۲ (۴)



۱۴۴۴. در مدار مقابل، یک باتری آرمانی با  $\mathcal{E} = 2.0\text{ V}$  و  $R_1 = 100\text{ k}\Omega$  و  $R_2 = 2\text{ M}\Omega$  قرار دارند. جریانی که از باتری می‌گذرد، چند میلی‌آمپر است؟

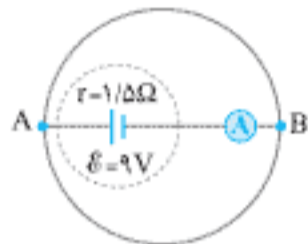
(ریاض خارج ۹۸)

۲/۱ (۲)

۰/۲۱ (۱)

۲۱۰ (۴)

۲۱ (۳)



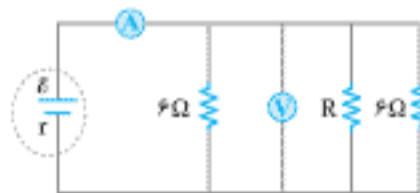
۱۴۴۵. سیمی به طول  $l$  و مقاومت  $R$  را به شکل دایره‌ای درآورده و آن را از نقاط A و B به مولدی وصل می‌کنیم. اگر آمپرسنج ۲ آمپر را نشان دهد،  $R$  چند اهم است؟

۴ (۲)

۸ (۱)

۲ (۴)

۱۲ (۳)



۱۴۴۶. در مدار مقابل آمپرسنج ۱۵A و ولتسنج ۳۰V را نشان می‌دهد. مقاومت  $R$  چند اهم است؟ (آمپرسنج و ولتسنج ایده‌آل فرض شوند).

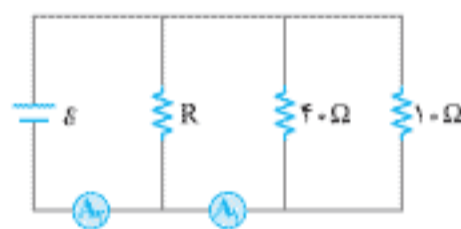
(خارج ۸۹)

۴ (۲)

۲ (۱)

۸ (۴)

۶ (۳)



۱۴۴۷. در مدار مقابل آمپرسنج‌های  $A_1$  و  $A_2$  به ترتیب هدهای ۲/۵A و ۳A را نشان می‌دهند. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ (آمپرسنج‌ها ایده‌آل فرض شوند).

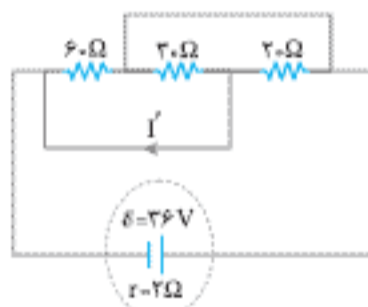
(تجربی ۸۸)

۸ (۲)

۳۰ (۱)

$\frac{40}{3}$  (۴)

$\frac{20}{3}$  (۳)



(ریاض ۹۲)

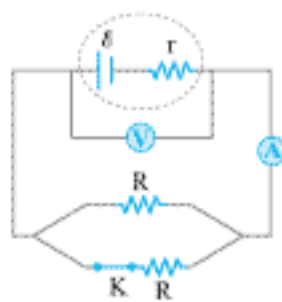
۱۴۴۸. در مدار روبه‌رو،  $I'$  چند آمپر است؟

صفر (۱)

۰/۵ (۲)

۲/۵ (۳)

۱/۵ (۴)



۱۴۴۹. اگر در شکل روبه‌رو، کلید را قطع کنیم، در مقادیری که ولتسنج و آمپرسنج نشان می‌دهند، به ترتیب چه تغییری حاصل می‌شود؟

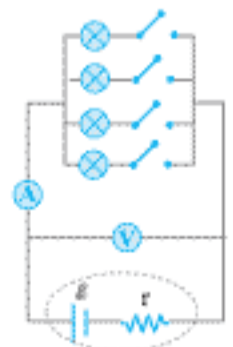
(ریاض خارج ۸۶)

(۱) کاهش، کاهش

(۲) افزایش، افزایش

(۳) کاهش، افزایش

(۴) افزایش، کاهش



۱۴۵۰. در شکل روبه‌رو، تعدادی لامپ مشابه به طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، هدهایی که آمپرسنج و ولتسنج نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

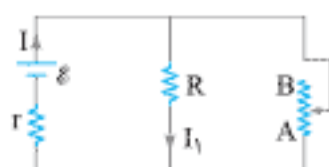
(برگرفته از کتاب درسی)

(۱) کاهش، افزایش

(۲) افزایش، کاهش

(۳) کاهش، کاهش

(۴) افزایش، افزایش



۱۴۵۱. در شکل مقابل، اگر لغزنده رنوستا را از A به سمت B ببریم،  $I_1$  و  $I$  به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

(تجربی ۹۷)

(۲) افزایش، کاهش

(۱) کاهش، کاهش

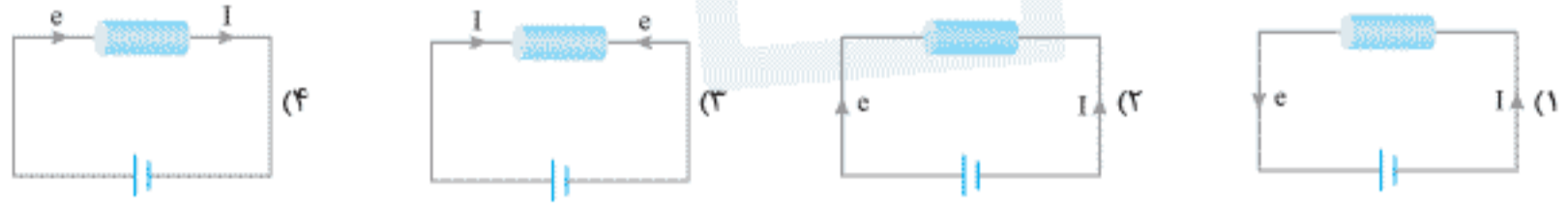
(۴) افزایش، افزایش

(۳) کاهش، افزایش

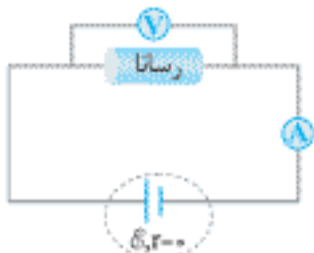
# آزمون جامع

⌚ زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

۱۵۵۵. در کدام شکل جهت حرکت الکترون‌ها و جهت جریان به درستی نشان داده شده است؟



۱۵۵۶. در شکل مقابل وقتی آمپرسنج عدد ۳A را نشان می‌دهد، ولت‌سنج عدد ۶ ولت را نشان می‌دهد و اگر عدد ولت‌سنج ۴V، افزایش یابد، عدد آمپرسنج فقط ۲/۳ تغییر می‌کند. این رسانا از چه نوعی است و اگر  $V = 10V$  شود، آمپرسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

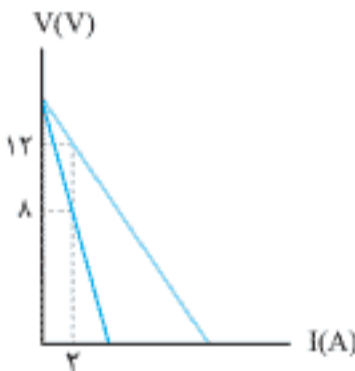


- (۱) اهمی، ۳/۲A
- (۲) غیر اهمی، ۵A
- (۳) اهمی، ۵A
- (۴) غیر اهمی، ۳/۲A

۱۵۵۷. سطح مقطع یک سیم استوانه‌ای فلزی همگن  $4 \text{ mm}^2$  و مقاومت الکتریکی آن برابر با  $800 \Omega$  است. سیم را ذوب کرده و از آن، سیم استوانه‌ای همگنی با مقاومت الکتریکی  $8 \Omega$  می‌سازیم. سطح مقطع این سیم جدید چند میلی‌متر مربع است؟

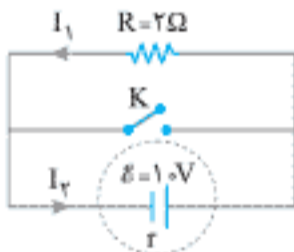
- (۱) ۴۰
- (۲) ۴۰۰
- (۳) ۲/۵
- (۴) ۲۵

۱۵۵۸. اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری بر حسب جریان ابتدا هنگام خرید و سپسی بعد از چند روز استفاده اندازه‌گیری شده و نمودار ولتاژ بر حسب جریان در هر دو حالت رسم شده است. با توجه به این نمودارها مقاومت درونی باتری چند اهم و چگونه تغییر کرده است؟



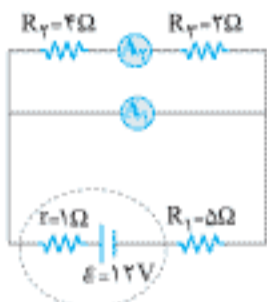
- (۱) ۲ اهم افزایش یافته است.
- (۲) ۲ اهم کاهش یافته است.
- (۳) ۴ اهم افزایش یافته است.
- (۴) ۴ اهم کاهش یافته است.

۱۵۵۹. در مدار مقابل، قبل از بستن کلید K،  $I_1 = I_2 = 4A$  است. اگر کلید K را ببندیم،  $I_1$  و  $I_2$  به ترتیب از راست به چپ چه مقادیری در SI خواهند داشت؟



- (۱) ۲۰، ۱
- (۲) ۴، ۱
- (۳) صفر، ۲۰
- (۴) صفر، ۴

۱۵۶۰. در مدار شکل مقابل آمپرسنج‌های ایده‌آل  $A_1$  و  $A_2$  به ترتیب چند آمپر را نشان می‌دهند؟



- (۱) صفر، ۱
- (۲) ۱، صفر
- (۳) صفر، ۲
- (۴) ۲، صفر

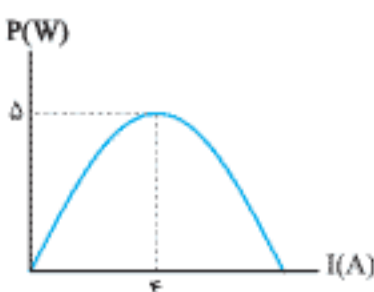
۱۵۶۱. مولسدی را یک بار به مقاومت  $4 \Omega$  و بار دیگر به مقاومت  $6 \Omega$  وصل می‌کنیم. در هر دو حالت در دو مقاومت در مدت معین به یک اندازه گرما تولید می‌شود. مقاومت درونی مولد چند اهم است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۳
- (۳) ۴
- (۴) ۶

۱۵۶۲. دو لامپ معمولی ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولتی را به طور متوالی به هم بسته و دو سر مجموعه را به ولتاژ  $220V$  وصل می‌کنیم. با فرض ثابت ماندن مقاومت الکتریکی آن‌ها، توان مجموعه چند وات است؟

- (۱) ۲۵۰
- (۲) ۲۰۰
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۵۰

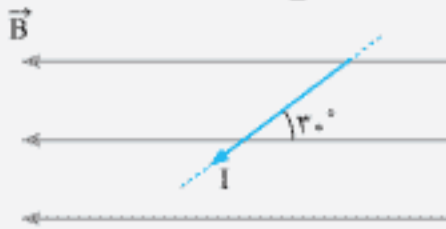
۱۵۶۳. نمودار تغییرات توان مفید یک مولد بر حسب جریان الکتریکی گرفته شده از آن مطابق شکل است. نیروی محرکه این مولد چند ولت است؟



(ریاضی ۸۰)

- (۱) ۰/۸
- (۲) ۱/۲
- (۳) ۲/۵
- (۴) ۵

**تست:** مطابق شکل، سیم راستی به طول ۴۰cm حامل جریان ۱۰A است. این سیم در میدان یکنواخت  $\vec{B}$  به بزرگی ۳۰۰G قرار دارد. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم چند نیوتون و در کدام جهت است؟



- ⊗ ۰.۶۰۰ (۲)
- ⊙ ۰.۶۰۰ (۴)

- ⊗ ۰.۰۶ (۱)
- ⊙ ۰.۰۶ (۳)

پاسخ: گزینه «۱»

ابتدا مطابق شکل، با استفاده از قاعده دست راست، جهت نیروی وارد بر سیم در میدان  $\vec{B}$  را تعیین می‌کنیم. اگر چهار انگشت را در جهت جریان قرار دهیم به طوری که کف دست در جهت  $\vec{B}$  باشد، انگشت شست جهت  $\vec{F}$  را به صورت درون سو ( $\otimes$ ) نشان می‌دهد.

حالا با استفاده از رابطه  $F = BI\ell \sin \theta$  داریم:

$$\left. \begin{aligned} B &= 300 \text{ G} = 300 \times 10^{-4} \text{ T} \\ I &= 10 \text{ A}, \ell = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m} \\ \theta &= 30^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = BI\ell \sin \theta = 3 \times 10^{-2} \times 10 \times 0.4 \times \sin 30^\circ = 6 \times 10^{-2} \text{ N}$$

**تست:** سیمی به طول ۵m حامل جریان ۱A است و در امتداد محور x ها به گونه‌ای قرار گرفته که جهت جریان آن در خلاف جهت محور x ها است. این سیم در معرض میدان مغناطیسی به معادله  $\vec{B} = (7\vec{i} + 10\vec{j}) \text{ T}$  قرار دارد. نیروی وارد شده به این سیم کدام است؟

- ۳/۵N برون سو (۱)
- ۳/۵N درون سو (۲)
- ۵N درون سو (۳)
- ۵N برون سو (۴)

پاسخ: گزینه «۳»

مؤلفه  $B_x$  در راستای سیم است و بر آن هیچ نیرویی وارد نمی‌کند؛ بنابراین تنها  $B_y = 10\vec{j}$  را در نظر گرفته و اندازه و جهت نیروی وارد بر سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$F = BI\ell \sin \theta \xrightarrow{B=10\text{T}, I=1\text{A}, \ell=5\text{m}, \theta=90^\circ} F = 10 \times 0.1 \times 5 \times \sin 90^\circ = 5 \text{ N}$$



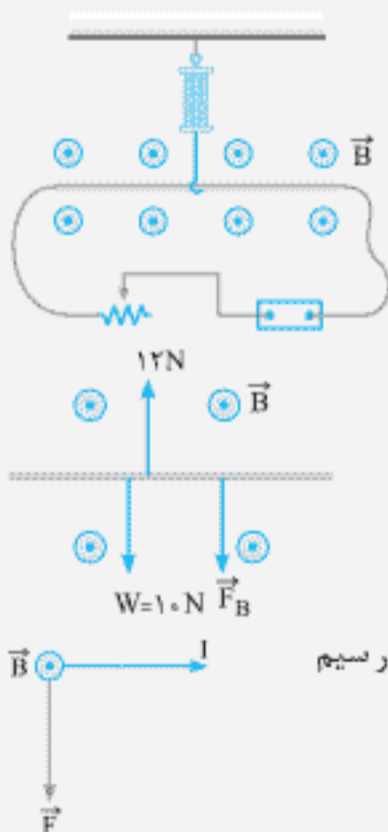
**تست:** مطابق شکل سیمی به طول ۲m و وزن ۱۰N به یک نیروسنج آویزان شده و در میدان یکنواخت ۵T قرار دارد. برای این که نیروسنج عدد ۱۲N را نشان دهد، جریان چند آمپر و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟

- ۲۰۰، به سمت چپ (۱)
- ۲۰۰، به سمت راست (۲)
- ۰/۲، به سمت چپ (۳)
- ۰/۲، به سمت راست (۴)

پاسخ: گزینه «۴»

**گام اول:** چون وزن سیم ۱۰N و نیروسنج عدد ۱۲N را نشان می‌دهد، پس مطابق شکل روبه‌رو باید نیروی مغناطیسی ۲N بر سیم رو به پایین وارد شود:

$$F_B + 10 = 12 \Rightarrow F_B = 2 \text{ N}$$

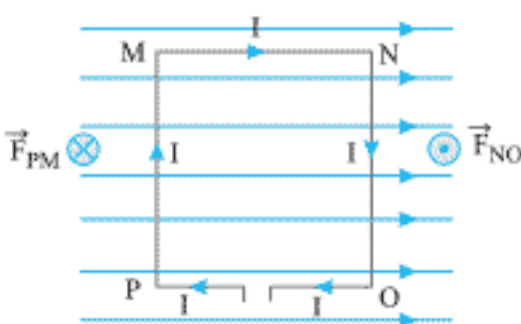


**گام دوم:** طبق قاعده دست راست جهت جریان سیم را تعیین می‌کنیم؛ بنابراین جریان باید به سمت راست در سیم جاری شده باشد.

**گام سوم:** حالا با استفاده از رابطه  $F = BI\ell \sin \theta$  داریم:

$$F = BI\ell \sin \theta \xrightarrow{B=5\text{T}, \ell=2\text{m}, \theta=90^\circ, F=2\text{N}} 2 = 5 \times I \times 2 \times \sin 90^\circ \Rightarrow I = 0.2 \text{ A}$$

**نکته:** مطابق شکل، اگر قاب حامل جریان الکتریکی  $I$  در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گیرد، قاب شروع به چرخیدن می‌کند. در واقع چون هر دو نیروی وارد شده از طرف میدان بر اضلاع چپ و راست تمایل به چرخش قاب در جهت یکسان دارند، قاب شروع به چرخیدن حول محورش می‌کند.



## ایستگاه ۱۱: نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان

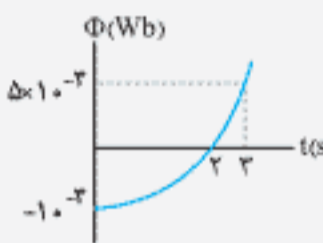
در این فصل در برخی سؤالات ممکن است با نمودارهای  $\Phi - t$ ،  $\mathcal{E} - t$  و  $\bar{I} - t$  روبرو شوید. در مورد این سؤالات به نکات زیر توجه کنید:

۱ گاهی از شما خواسته می‌شود که از روی نمودار  $\Phi - t$ ، نیروی محرکه القایی متوسط یا جریان القایی متوسط را در یک بازه زمانی به دست آورید. در این گونه سؤالات کافی است از روی نمودار مقادیر شار در لحظات خواسته شده را تعیین کرده و در نهایت از روابط  $\bar{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  و  $\bar{I} = -\frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  استفاده کنید.

📌 **تست:** تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان که از یک پیچه ۱۰۰۰ دوری می‌گذرد، مطابق شکل است. اگر مقاومت این پیچه ۱۰Ω باشد، شدت جریان القایی در پیچه در بازه زمانی صفر تا ۳s چند آمپر است؟

۱) ۰/۲  
۲) ۰/۶  
۳) ۱  
۴) ۲

پاسخ: گزینه «۱»



حالا به سادگی با استفاده از رابطه  $\bar{I} = \frac{-N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  داریم:

$$\bar{I} = \frac{-N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-1000}{10} \times \frac{6 \times 10^{-3}}{3} = -0.2 \text{ A} \Rightarrow |\bar{I}| = 0.2 \text{ A}$$

۲ **تحلیل نمودار  $\Phi - t$ :** برای این که بتوانیم نمودار شار - زمان را بررسی کنیم می‌بایست ابتدا با مفهوم تغییر شار مغناطیسی از روی نمودار  $\Phi - t$  آشنا شویم. مطابق شکل شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار  $\Phi - t$  نشان دهنده آهنگ تغییر شار بین دو لحظه  $t_1$  و  $t_2$  است.



بنابراین با توجه به رابطه  $\bar{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، اگر شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار  $\Phi - t$  را در  $N$  ضرب کنیم، نیروی محرکه القایی متوسط  $\bar{\mathcal{E}}$  بین آن دو لحظه به دست خواهد آمد. پس در نمودار شار - زمان هر گاه:

الف) شار در حال افزایش باشد (نمودار  $\Phi - t$  صعودی باشد):  $\bar{\mathcal{E}} < 0$  است.

ب) شار در حال کاهش باشد (نمودار  $\Phi - t$  نزولی باشد):  $\bar{\mathcal{E}} > 0$  است.

📌 **تذکره:** ۱) با توجه به رابطه  $\bar{I} = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{R}$ ، جریان القایی متوسط ( $\bar{I}$ ) و شار ( $\Phi$ )، رابطه‌ای دقیقاً مشابه رابطه  $\bar{\mathcal{E}}$  و  $\Phi$  از روی نمودار دارند: با این تفاوت که برای به دست آوردن  $\bar{I}$  بین دو لحظه، باید شیب خط واصل بین دو نقطه از نمودار  $\Phi - t$  را در  $-\frac{N}{R}$  ضرب کنیم.

۲) اگر به جای نمودار  $\Phi - t$ ، نمودار  $B - t$  داده شود، با توجه به این که  $\Phi = B(A \cos \theta)$  است، ابتدا مقادیر  $B$  مشخص شده روی نمودار را در مقدار ثابت  $A \cos \theta$  ضرب می‌کنیم و نمودار  $\Phi - t$  را با مقادیر جدید مشابه نمودار  $B - t$  رسم می‌کنیم.

📌 **تست:** نمودار تغییر شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان مطابق شکل است. در کدام بازه زمانی اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه بیشتر است؟

۱) صفر تا ۲s  
۲) ۲s تا ۶s  
۳) ۶s تا ۷s  
۴) گزینه‌های «۲» و «۳» درست هستند.

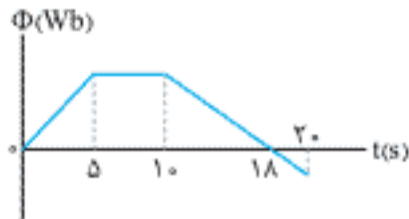
پاسخ: گزینه «۳»

مطابق شکل شیب نمودار  $\Phi - t$  مربوط به هر بازه زمانی را به دست آورده و در  $-N$  ضرب می‌کنیم:

$$|\bar{\mathcal{E}}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow{N=1} |\bar{\mathcal{E}}| = \left| -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{صفر تا } 2\text{s}: |\bar{\mathcal{E}}_{0 \rightarrow 2\text{s}}| = \frac{\Phi}{2} \\ 2\text{s تا } 6\text{s}: |\bar{\mathcal{E}}_{2 \rightarrow 6\text{s}}| = 0 \\ 6\text{s تا } 7\text{s}: |\bar{\mathcal{E}}_{6 \rightarrow 7\text{s}}| = \Phi \end{array} \right\} \Rightarrow |\bar{\mathcal{E}}_{6 \rightarrow 7\text{s}}| > |\bar{\mathcal{E}}_{0 \rightarrow 2\text{s}}| > |\bar{\mathcal{E}}_{2 \rightarrow 6\text{s}}|$$

واضح است که شیب نمودار در بازه ۶s تا ۷s بیشتر است.



۱۷۸۵. نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان مطابق شکل است. در کدام بازه‌ی زمانی

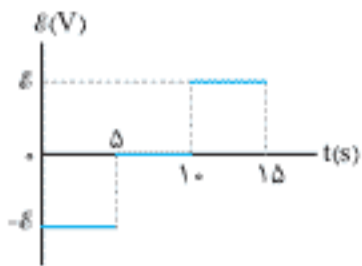
(ریاضی ۸۸)

(۲) ۱۰ تا ۱۸ ثانیه

(۱) صفر تا ۵ ثانیه

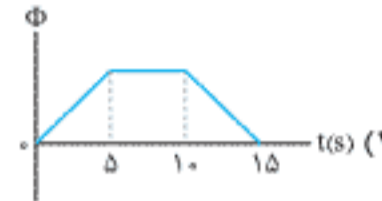
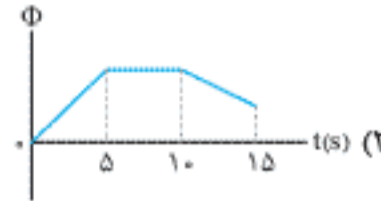
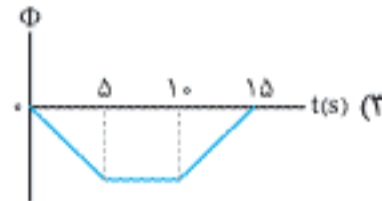
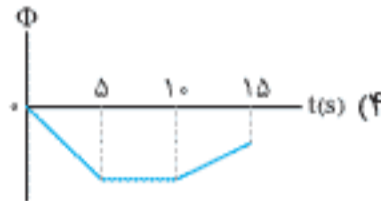
(۴) ۱۰ تا ۲۰ ثانیه

(۳) ۵ تا ۲۰ ثانیه

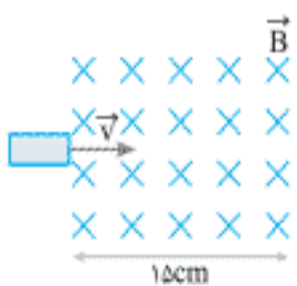
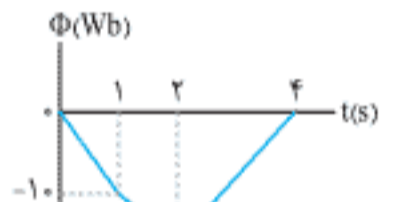
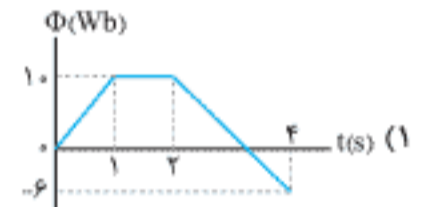
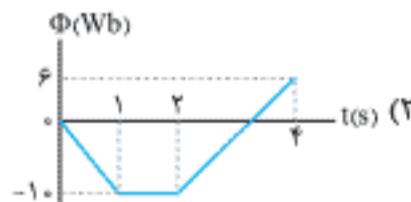
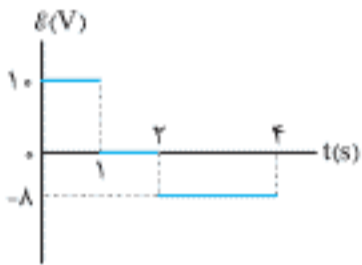


۱۷۸۶. نمودار نیروی محرکه القایی ایجاد شده در یک حلقه بر حسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. نمودار شار مغناطیسی عبوری از این حلقه بر حسب زمان مطابق کدام گزینه می‌تواند باشد؟

(تجربین خارج ۸۱)



۱۷۸۷. ولتاژ القا شده در یک قاب که مساحت آن  $0.5 \text{ m}^2$  است، مطابق شکل است. نمودار تغییرات شار مغناطیسی آن در کدام گزینه درست رسم شده است؟ (شار مغناطیسی در لحظه  $t=0$  برابر صفر است.)

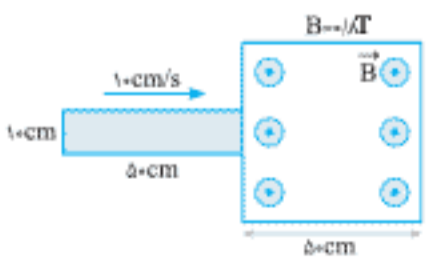
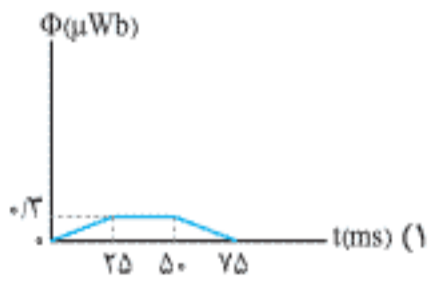
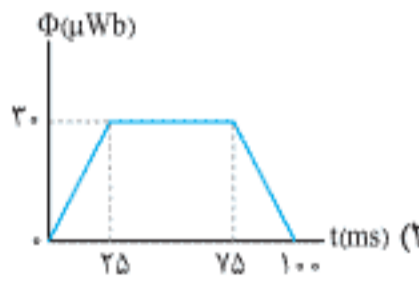
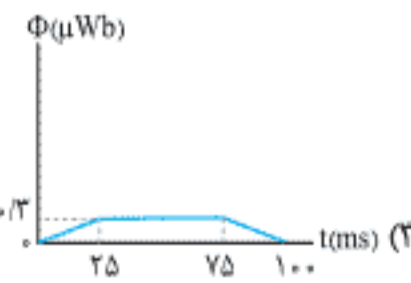
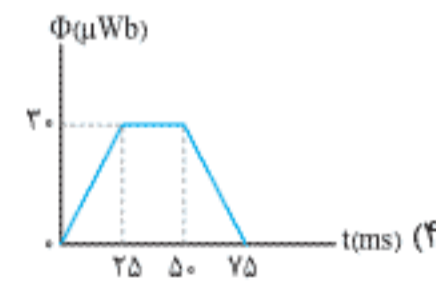


۱۷۸۸. حلقه فلزی مستطیل شکلی به ابعاد  $5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$  با سرعت ثابت  $2 \text{ m/s}$  وارد میدان مغناطیسی یکنواخت  $2 \text{ G}$

می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان که از حلقه می‌گذرد.

(ریاضی خارج ۹۷)

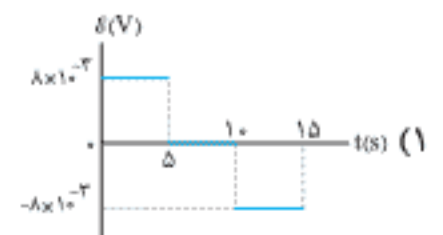
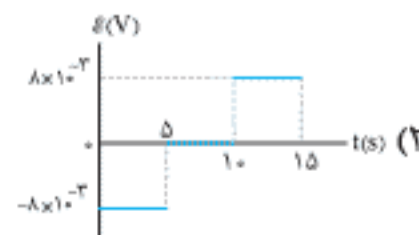
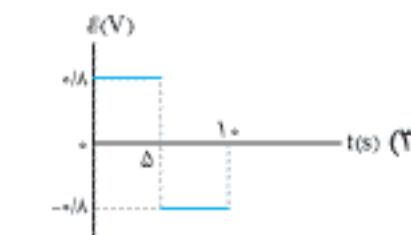
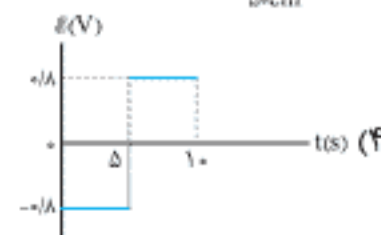
کدام است؟



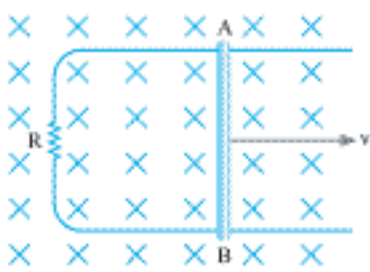
۱۷۸۹. مطابق شکل، قاب نشان داده شده که شامل ۱۰۰ دور سیم است در لحظه  $t=0$  شروع به وارد شدن به

منطقه میدان مغناطیسی برون‌سویی می‌تواند. اگر سرعت قاب ثابت و برابر  $10 \text{ cm/s}$  باشد، نمودار ولتاژ

القایی در قاب در کدام گزینه درست ترسیم شده است؟



۱۸۷۵. در شکل مقابل میله فلزی AB روی رسانای U شکل با تندی ثابت کشیده می‌شود و سطح قاب، همود بر یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت



(تجرب ۸۴)

درون سواست. در این حالت جریان القایی در درون میله AB چگونه است؟

(۱) ثابت و از B به A

(۲) ثابت و از A به B

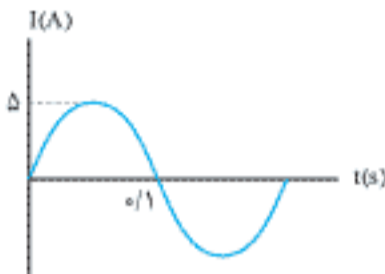
(۳) نوسانی سینوسی است.

(۴) به دلیل ثابت بودن سرعت میله، جریان صفر است.

۱۸۷۶. وقتی از سیملوله‌ای جریان ۴ آمپر می‌گذرد، انرژی ذخیره شده در آن به ۲۰۰ میلی‌ژول می‌رسد. ضریب القاوری سیملوله چند هانری است؟

- (۱)  $2/5 \times 10^{-3}$  (۲)  $2/5 \times 10^{-2}$  (۳)  $5 \times 10^{-2}$  (۴)  $5 \times 10^{-3}$  (تجرب خارج ۹۱)

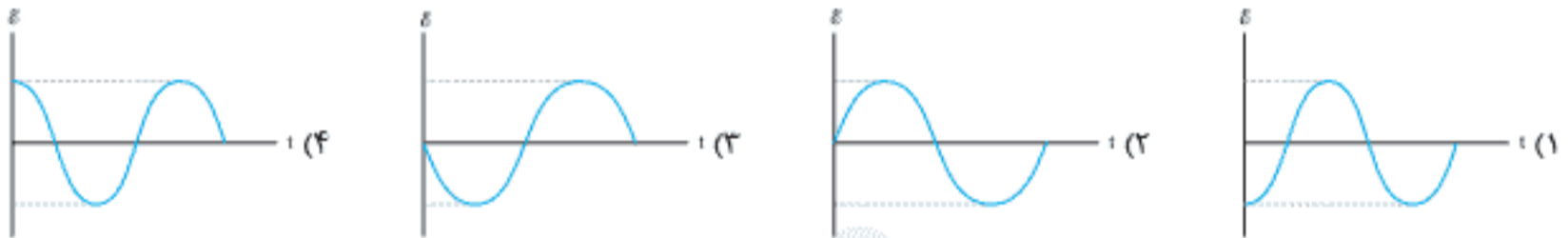
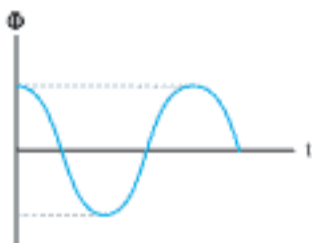
۱۸۷۷. نمودار جریانی الکتریکی متناوبی که از سیملوله‌ای به ضریب القاوری  $5H$  عبور می‌کند، مطابق شکل است.



انرژی ذخیره شده در سیملوله در لحظه  $t = \frac{1}{3}$  s چند ژول است؟

- (۱)  $\frac{75}{16}$  (۲)  $\frac{75}{8}$  (۳)  $\frac{5\sqrt{3}}{8}$  (۴)  $\frac{5\sqrt{3}}{4}$

۱۸۷۸. نمودار تغییرات شار مغناطیسی بر حسب زمان، در یک مولد صنعتی جریان متناوب، مطابق شکل است. کدام نمودار، تغییرات نیروی محرکه القایی بر حسب زمان را در این مولد درست نشان می‌دهد؟



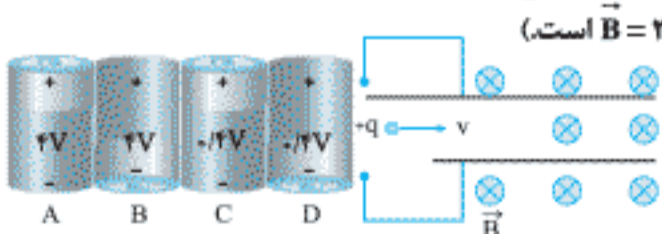
## هایپر تست

۱۸۷۹. یک ذره با بار  $-200 \mu C$  با تندی  $5 \times 10^6 m/s$  مطابق شکل به صورت برون سو از بین قطب‌های آهنربایی که بزرگی میدان یکنواخت آن  $1/2 G$  است عبور می‌کند. اگر با شرایط یکسان، فقط جهت حرکت ذره درون سو شود، عددی که ترازو نشان می‌دهد ۴۰٪ تغییر می‌کند. جرم آهنربا چند گرم است؟ ( $g = 10 N/kg$ )



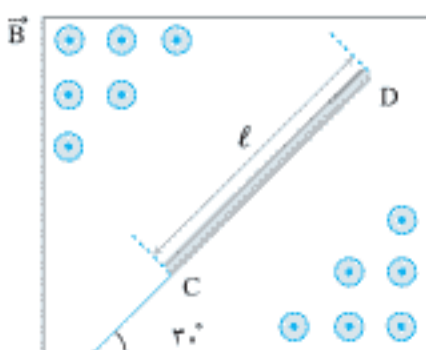
- (۱)  $2/8$  (۲)  $28$  (۳)  $4/8$  (۴)  $48$

۱۸۸۰. در شکل زیر، اگر ذره‌ای با بار مثبت و جرم ناچیز و تندی  $10^5 m/s$  در جهت نشان داده شده وارد فضای بین دو صفحه شود، باید کدام باتری را در مدار قرار



- (۱) A (۲) B (۳) C (۴) D

۱۸۸۱. مطابق شکل، از میله فلزی همگنی به طول  $\ell$ ، قطر مقطع  $1cm$  و چگالی  $8g/cm^3$  که بر روی صفحه افقی بزرگ و بدون اصطکاکی به حالت سکون قرار



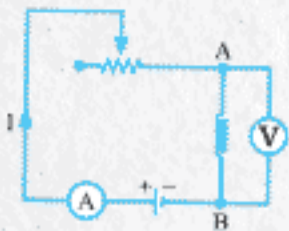
گرفته است، جریانی الکتریکی به بزرگی  $40A$  از C به D عبور می‌کند. اگر در تمامی فضای این صفحه میدان مغناطیسی یکنواخت و برون سویی به بزرگی  $1/2 \times 10^{-2}$  تسلا برقرار شود، اندازه شتاب افقی حرکت میله بر سطح افقی در اثر نیروی مغناطیسی وارد بر آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ( $\pi \approx 3$ ) (کانون فرهنگی آموزش)

- (۱)  $0/2$  (۲)  $0/4$  (۳)  $0/8$

(۴) می‌بایست طول میله فلزی ( $\ell$ ) معلوم باشد.

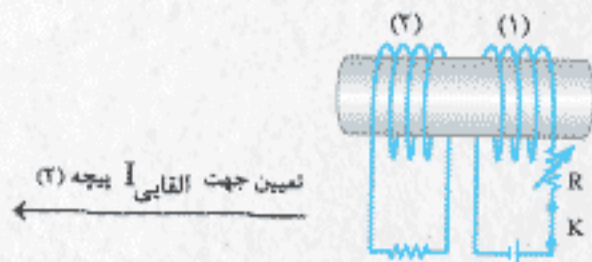
### ۱۷ القاگر

با تغییر جریان گذرنده از القاگر، القاگر مانند یک باتری عمل می‌کند و طبق قانون لنز با تغییر جریان اصلی مدار مخالفت می‌کند.



نکته: اگر جریان گذرنده از القاگر ثابت باشد، نیروی محرکه خودالقاوری به وجود نمی‌آید.

باز شدن کلید، افزایش R، دور شدن دو سیم‌پیچ	بسته شدن کلید، کاهش R، نزدیک شدن دو سیم‌پیچ
شار در حال کاهش ← ایجاد نیروی جاذبه	شار در حال افزایش ← ایجاد نیروی دافعه



انرژی ذخیره شده در القاگر:  $U = \frac{1}{2} LI^2$  ← اگر جریان به شکل  $I = I_m \sin \omega t$  باشد  $U_m = \frac{1}{4} LI_m^2$

تغییرات جریان	افزایش	کاهش	ثابت
انرژی ذخیره شده در القاگر	افزایش	کاهش	ثابت
نتیجه	القاگر در حال دریافت انرژی	القاگر در حال تحویل انرژی	انرژی نه وارد می‌شود نه خارج

### ۱۸ جریان متناوب

فرکانس:  $f = \frac{1}{T}$

دوره تناوب:  $T = \frac{1}{n}$

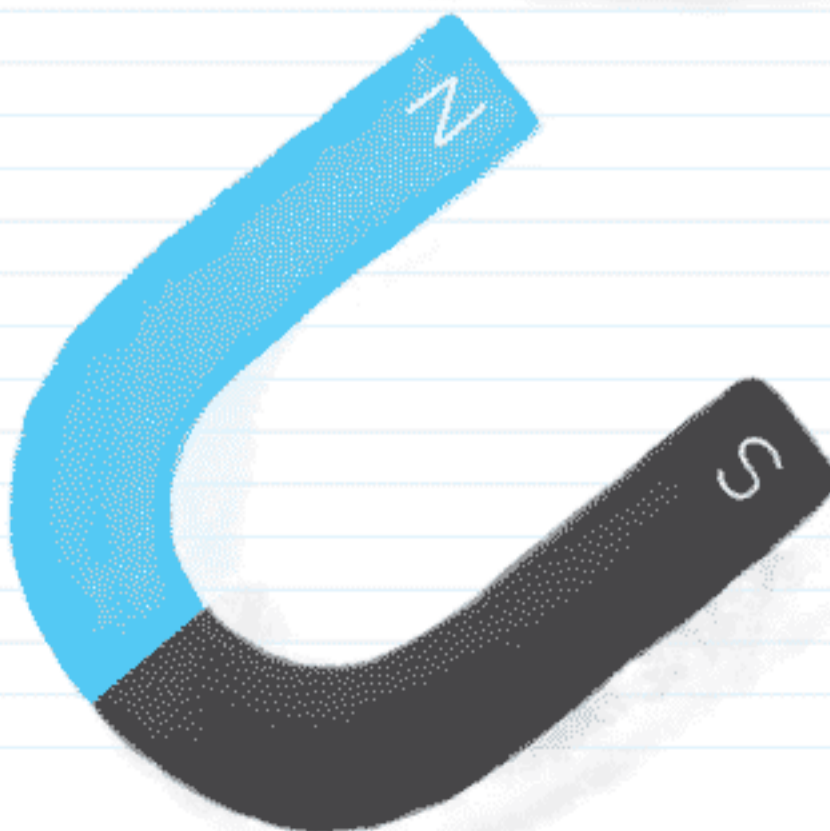
سطح پیچه عمود بر خطوط میدان	سطح پیچه همراستا با خطوط میدان
$\Phi = \max$	$\Phi = 0$
$\mathcal{E}, I = 0$	$\mathcal{E}, I: \max$

نکته  $I_m = \frac{\mathcal{E}_m}{R}$  ← نکته

### ۱۹ مبدل

نکته ← برای کاهش تلفات در انتقال توان از مبدل افزایشده استفاده می‌کنند. (کاهش)  $\downarrow RI^2 = \text{تلفات} \downarrow$  (کاهش)

- ۱ افزایشده: ولتاژ را زیاد می‌کند.
- ۲ کاهشده: ولتاژ را کم می‌کند.





# آزمون جامع

⌚ زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

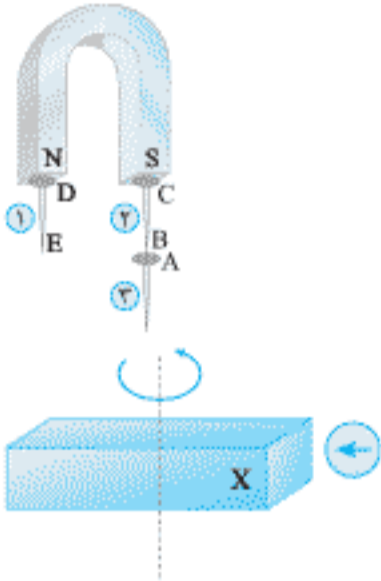
۱۸۹۹. باتوجه به شکل مقابل چند مورد از عبارتهای زیر درست هستند؟

(الف) B قطب N است.

(ب) میخ شماره (۳) آهنربای ضعیفتری نسبت به میخ شماره (۲) است.

(پ) E و A هر دو قطب S هستند.

(ت) آهنربا به روش القا، میخهای فولادی را جذب کرده است.



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

۱۹۰۰. در شکل مقابل، قطب X کدام است و اگر آهنربا را حول محور خط چین  $36^\circ$  بچرخانیم، عقربه مغناطیسی چند

درجه منحرف خواهد شد؟

(۱)  $180^\circ$ , N

(۲)  $360^\circ$ , N

(۳)  $180^\circ$ , S

(۴)  $360^\circ$ , S

۱۹۰۱. در قسمتی از فضا میدانهای الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم وجود دارند. اگر بزرگی آنها به ترتیب برابر  $8 \times 10^4 \text{ N/C}$  و  $0.4 \text{ T}$  باشد، یک ذره باردار

با حداقل چه سرعتهی (برحسب SI) در این میدان پرتاب شود تا از مسیر خود منحرف نشود؟ (نیروی گرانشی وارد بر ذره تاچیز است و  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

- (۱)  $8 \times 10^5$       (۲)  $4 \times 10^5$       (۳)  $2 \times 10^5$       (۴)  $2 \times 10^3$

۱۹۰۲. در شکل مقابل، سیم CD به طول  $20 \text{ cm}$ ، مقاومت  $10 \Omega$  و جرم  $4 \text{ g}$  عمود بر خطهای میدان مغناطیسی

برون سو و یکنواختی به اندازه  $0.5 \text{ T}$  قرار گرفته است. کدام باتری و با چه اختلاف پتانسیلی برحسب وات

در مدار قرار گیرد تا نیروی کشش نخها صفر شود؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

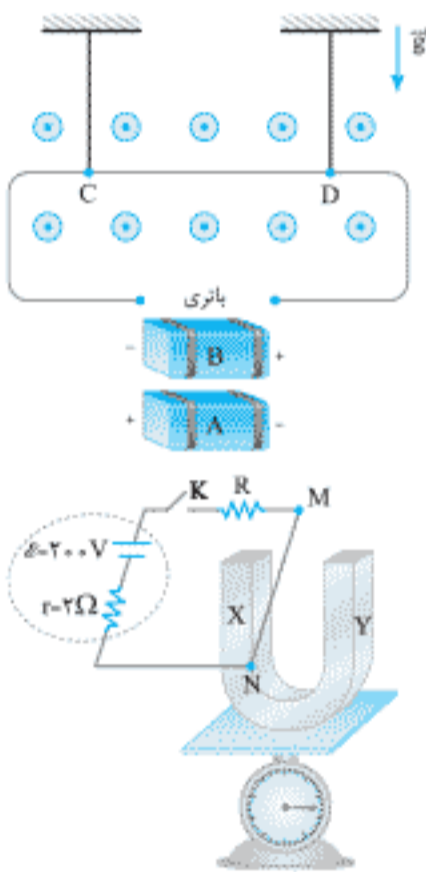
(کانون فرهنگی آموزش)

(۱)  $0.4 \text{ B}$

(۲)  $0.4 \text{ A}$

(۳)  $4 \text{ A}$

(۴)  $4 \text{ B}$



۱۹۰۳. در شکل روبهرو، سیم افقی MN به طول  $8 \text{ cm}$  در میدان مغناطیسی یکنواخت  $2 \text{ T}$  بین دو قطب آهنربا

معلق است و قبل از بستن کلید K، ترازو عدد  $20 \text{ N}$  را نشان می‌دهد. اگر کلید K را ببندیم، ترازو عدد

$24 \text{ N}$  را نشان می‌دهد. مقاومت R اهم و X قطب آهنرباست.

(۱)  $6 \text{ N}$

(۲)  $6 \text{ S}$

(۳)  $8 \text{ N}$

(۴)  $8 \text{ S}$

۱۹۰۴. دو سیم بلند و موازی حامل جریان مطابق شکل در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی ناشی

از سیم (۱) در محل سیم (۲)، برابر  $100 \text{ G}$  باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر واحد طول سیم (۲) از طرف سیم (۱)

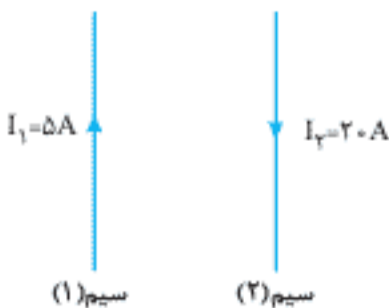
چند نیوتون و در چه جهتی است؟

(۱)  $0.05$ ،  $\rightarrow$

(۲)  $0.05$ ،  $\leftarrow$

(۳)  $0.2$ ،  $\rightarrow$

(۴)  $0.2$ ،  $\leftarrow$



۱۹۰۵. شکل مقابل، سیمهای بلند و موازی را نشان می‌دهد که بر صفحه کاغذ عمودند و جریانهایی با جهتها و اندازههای

مشخص شده از آنها می‌گذرد. اگر سیمهای (۳) و (۴) حذف شوند، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم واقع بر مرکز مربع

به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند و به کدام سمت است؟

(۱)  $50\%$  افزایش می‌یابد،  $\uparrow$

(۲)  $50\%$  کاهش می‌یابد،  $\uparrow$

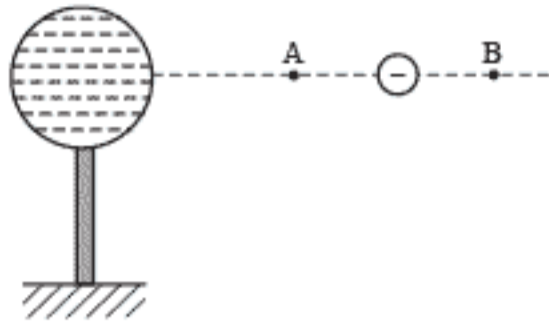
(۳)  $50\%$  افزایش می‌یابد،  $\downarrow$

(۴)  $50\%$  کاهش می‌یابد،  $\downarrow$



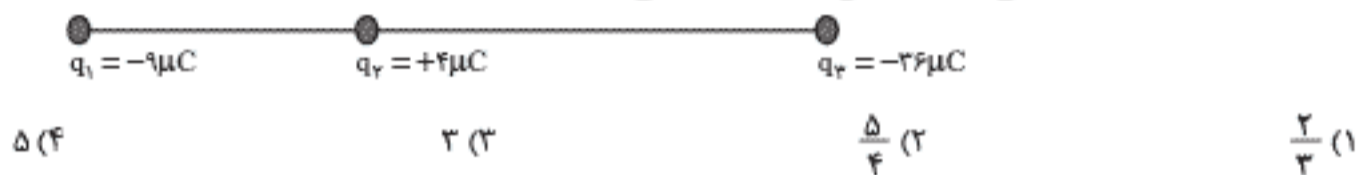
## سوالات کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۰

پایه های دهم و یازدهم

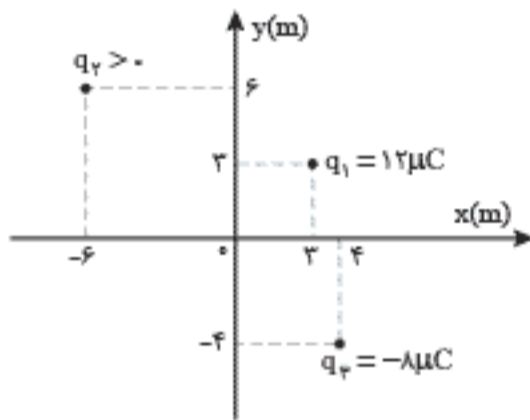


۱۹۵۱. در شکل روبه‌رو، کره فلزی با بار الکتریکی منفی روی پایه نارسانایی قرار دارد و ذره‌ای با بار منفی را از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌کنیم. در این آزمایش، پتانسیل الکتریکی نقطه B در مقایسه با پتانسیل الکتریکی نقطه A چگونه است و در این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار چگونه تغییر می‌کند؟
- (فصل ۱- یازدهم)
- (۱) بیشتر - کاهش  
(۲) بیشتر - افزایش  
(۳) کمتر - کاهش  
(۴) کمتر - افزایش

۱۹۵۲. مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هریک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار  $q_1$  و  $q_2$  عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار  $q_2$  چند برابر بزرگی نیروی خالص وارد بر بار  $q_1$  می‌شود؟

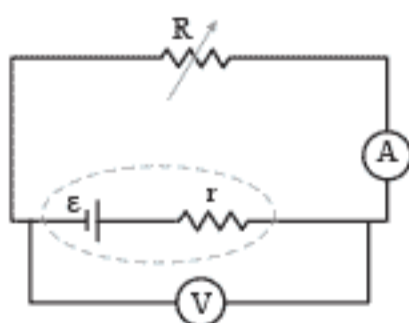


۱۹۵۳. مطابق شکل سه بار نقطه‌ای در صفحه xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه O (مبدأ مختصات) در SI برابر  $7/5 \times 10^2$  است. بزرگی نیروی الکتریکی که بار  $q_1$  به  $q_2$  وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ( $k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ )
- (فصل ۱- یازدهم)
- (۱)  $2/16 \times 10^{-2}$   
(۲)  $2/64 \times 10^{-2}$   
(۳)  $9/2 \times 10^{-2}$   
(۴)  $9/6 \times 10^{-2}$

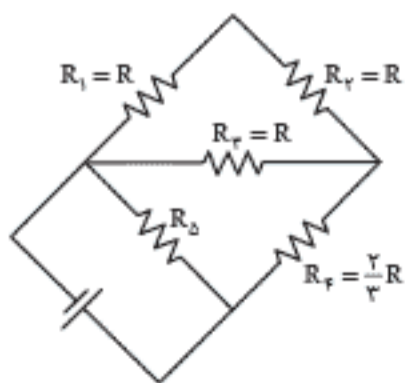


۱۹۵۴. فاصله بین صفحه‌های یک خازن تخت  $5mm$  و مساحت هریک از صفحه‌ها  $2cm^2$  است و خازن از ماده دی‌الکتریک انتعاط پذیر به ثابت  $k = 4$  پر شده است. اگر فاصله بین صفحه‌ها  $3mm$  کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ ( $\epsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$ )
- (فصل ۱- یازدهم)
- (۱)  $2/124$   
(۲)  $2/36$   
(۳)  $21/24$   
(۴)  $23/6$

۱۹۵۵. در پدیده اثر رسانایی، مقاومت ویژه جسم با کاهش دما:
- (۱) با شیب ثابتی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز صفر می‌ماند.  
(۲) کاهش می‌یابد و در دمای خاصی، ناگهان به مقدار زیادی افزایش می‌یابد.  
(۳) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و با ادامه کاهش دما، دوباره افزایش می‌یابد.  
(۴) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند.



۱۹۵۶. در مدار روبه‌رو، توان خروجی باتری به ازای جریان‌های  $3A$  و  $5A$  یکسان است. در حالتی که ولت‌سنج همد صفر را نشان می‌دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی فرض شود).
- (فصل ۲- یازدهم)
- (۱) صفر  
(۲) ۲  
(۳) ۴  
(۴) ۸



۱۹۵۷. در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت  $R_2$ ،  $1/3$  توان مصرفی مقاومت  $R_5$  است. مقاومت معادل مدار چند برابر  $R$  است؟
- (فصل ۲- یازدهم)
- (۱)  $8/3$   
(۲)  $4/3$   
(۳)  $2/3$   
(۴)  $1/3$