تقدیم به عادل فردوسی‌پور

چه‌قدر خوب بودی تو

مقدمه

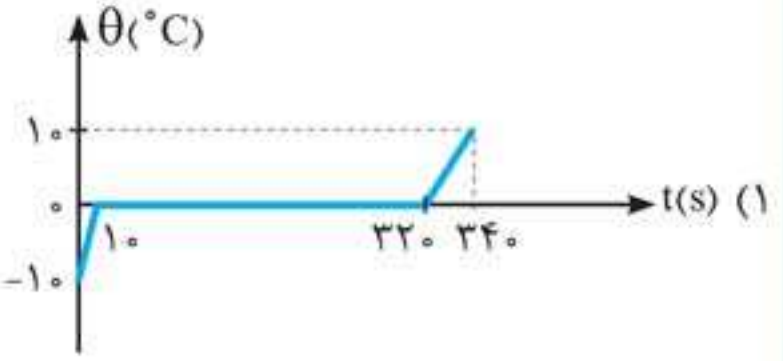
احتمالاً آرزوی اکثر شـــماهایی که این کتابو دارید می‌خونید اینه که دکتر یا مهندس بشـــید. برای رســـیدن به این آرزو، سدی به نام کنکور پیش روی شماست. بی‌شک یکی از پایه‌های مهم این سد، درس فیزیکه. با تجربه‌ای که پس از ســـال‌ها تدریس در انواع مدارس تیزهوشان، غیرانتفاعی، نمونه دولتی، نمونه مردمی، هیئت امنایی، هیئت مدیره‌ای، هیئتی، مســـجدی و... داشـــتیم، میشـــه گفت کـــه همهٔ بچه‌های کنکوری از حجم بالای مطالب و فرمول‌های فیزیکی شـــکایت دارن. خب چاره‌ای نیست فیزیکه دیگه! شوخی نداره، بحث نیوتون، اینشتین، پلانک و دکتر حسابی وسطه! واسه همین ما این کتاب جمع و جور رو نوشـــتیم که جمع‌بندی فیزیک در ســـریع‌ترین زمان ممکن امکان‌پذیر باشـــه. تقریباً تمام مطالب همهٔ کتاب‌های فیزیکی که دارید توی درسنامه‌های این کتاب هست. توی درســـنامه‌ها بر اساس ســـؤالات کنکور و تجربهٔ خودمون، دسته‌بندی مطالب و تیپ‌بندی سؤالات رو طوری انجام دادیم که یادگیری اون‌ها و مرتبط ســـاختن نکات با تســـت‌ها خیلی ساده بشه. یه نکتهٔ مهمی هم باید بگیم که از آوردن نکات تزئینی و گول زننده که فقط یه ســـؤال باهاش حل میشـــه، شدیداً پرهیز کردیم و نکات واقعاً مهم و کاربردی توی کنکور رو ارائه دادیم.

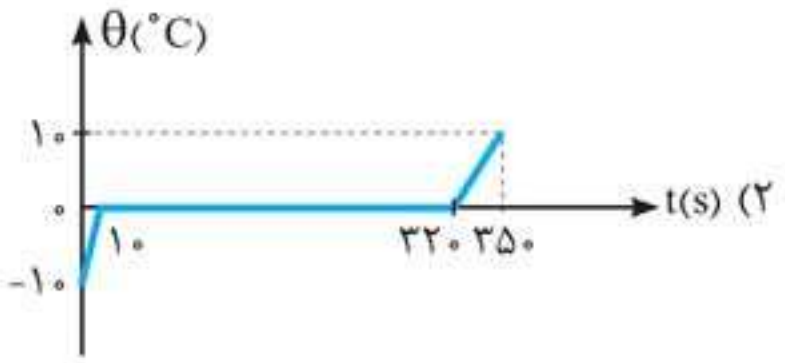
ساختار و ویژگی‌های کتاب

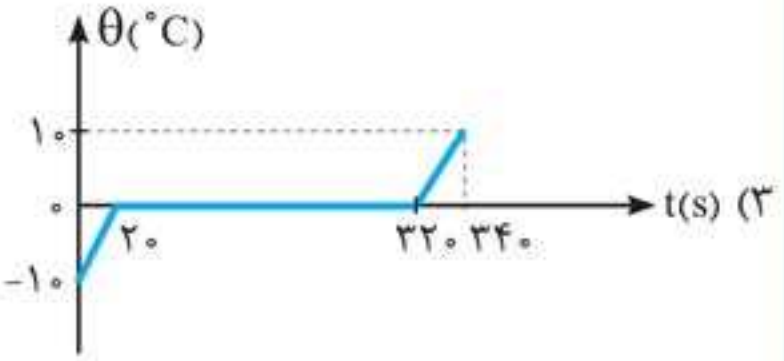
با تغییر نظام آموزشـــی، درس فیزیک تغییرات نسبتاً زیادی داشته، یه سری مطالب حذف شده و یه سری مطالب جدید اضافه شده. این موضوع رو واسه این میگیم که شما باید بدونید صرفاً حل سؤالات کنکورهای قبلی، کافی نیســـت و باید به کتاب درســـی هم نگاه ویژه‌ای داشته باشید. به همین دلیل در این کتاب سؤالات جدید و مهم کتاب درسی رو در قالب تست‌های سَبک کنکور، آوردیم تا خیال شـــما از این بابت راحت بشه. یادتون نره که این ســـؤالا خیلی مهم‌ان، چون اینا سؤالای کنکورهای آینده‌ان...

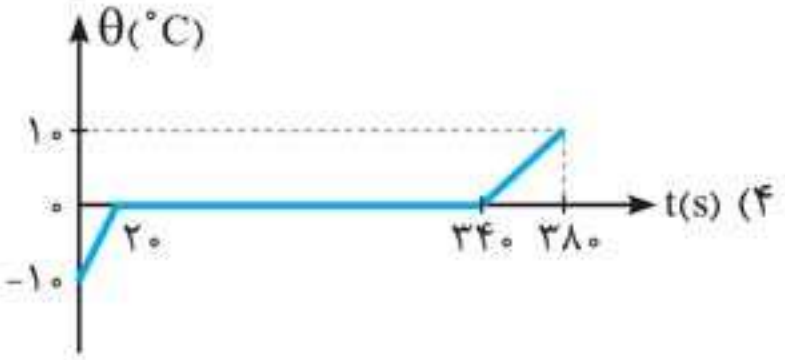
تست به $200g$ یخ $-10^\circ C$ با آهنگ ثابت $210J/s$ گرما می‌دهیم تا به آب $10^\circ C$ تبدیل شود. کدام نمودار، تغییرات دما را برحسب زمان درست نشان می‌دهد؟ $(L_F = 336000J/kg, c_{یخ} = 2c_{آب} = 4200J/kg^\circ C)$

(ریاضی خارج ۹۸)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ **گزینهٔ «۴»** ابتدا مدت زمانی که دمای یخ از $-10^\circ C$ به $0^\circ C$ می‌رسد را محاسبه می‌کنیم:

$$P = \frac{Q}{t} \xrightarrow{Q=mc_{یخ}\Delta\theta} P = \frac{mc_{یخ}\Delta\theta}{t}$$

$$\Rightarrow 210 = \frac{0/2 \times 2100 \times (0-(-10))}{t_1} \Rightarrow t_1 = 20s$$

حالا مدت زمانی که تمام یخ ذوب می‌شود را می‌یابیم:

$$P = \frac{Q}{t_2} \xrightarrow{Q=mL_F} P = \frac{mL_F}{t_2}$$

$$\Rightarrow 210 = \frac{0/2 \times 336000}{t_2} \Rightarrow t_2 = 320s$$

بنابراین در لحظهٔ $t = 20 + 320 = 340s$، تمام یخ ذوب می‌شود و از آن لحظه به بعد، دمای آب حاصل از ذوب یخ بالا می‌رود. تا همینجا گزینهٔ ۴ درست است. (قسمت آخر نمودار به عهدهٔ خودتان!)

۳۸ تعادل گرمایی

اگر دو یا چند جسم با دماهای $\theta_1, \theta_2, \ldots$ را در کنار یکدیگر قرار دهیم، پس از مبادلهٔ انرژی گرمایی، هم‌دما می‌شوند که به این دما، **دمای تعادل** (θ_e) می‌گویند و این حالت را **تعادل گرمایی** می‌نامند.

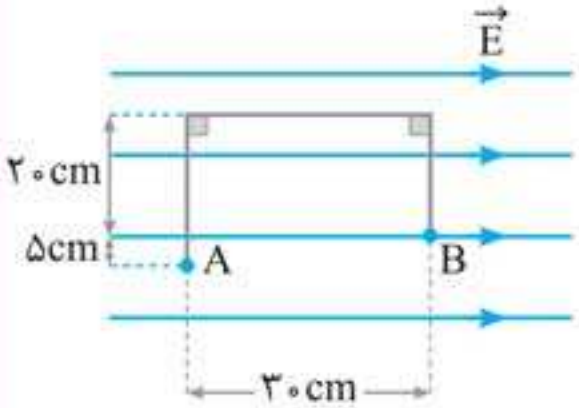
۱. تعادل گرمایی بدون تغییر حالت

پس از تعادل گرمایی، با فرض عدم خروج انرژی از مجموعه می‌توانیم بنویسیم:

جمع جبری گرماهای مبادله شده برابر صفر است $\Rightarrow \sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots = 0$

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

در شـــکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = ۱۰^۵ N/C$ ، بار نقطه‌ای $q = -۵\mu C$ از طریق مسیر نشان داده شـــده از نقطهٔ A به نقطهٔ B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذرهٔ باردار چند ژول تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۹۹)



۱) $+۰/۱۵$

۲) $-۰/۱۵$

۳) $+۰/۱۰$

۴) $-۰/۱۰$

پاسخ **گزینهٔ «۱»** می‌دانیم که در جابه‌جایی عمود بر خطوط میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی بار ثابت می‌ماند. بنابراین تنها برای جابه‌جایی $d = ۳۰cm$ در راستای میدان داریم:

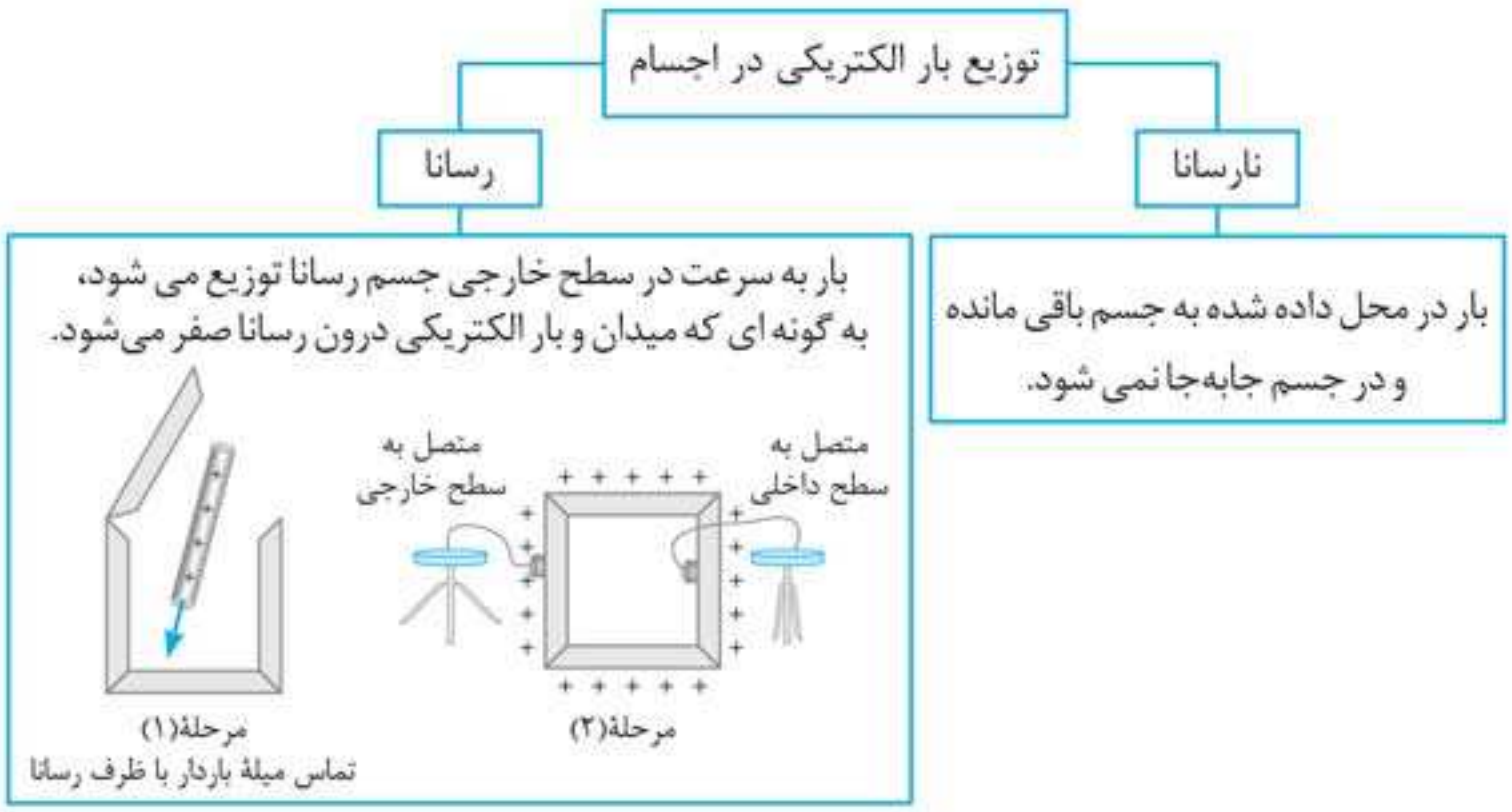
$$\Delta U = -|q| Ed\cos\theta$$

$$\xrightarrow[d=۰/۳m,\ \theta=۱۸۰^\circ]{|q|=۵\times۱۰^{-۶}C,\ E=۱۰^۵N/C} \Delta U = -۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰^۵\times۰/۳\times\cos(۱۸۰^\circ) = ۰/۱۵J$$

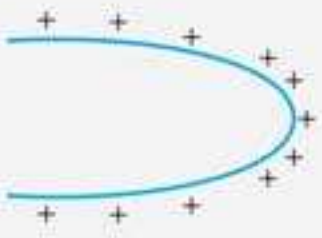
تذکر دقت کنید، چون بار منفی است θ که زاویهٔ بین F_E و جابجایی d است، ۱۸۰° می‌شود.

۵۳ توزیع بار الکتریکی در اجسام

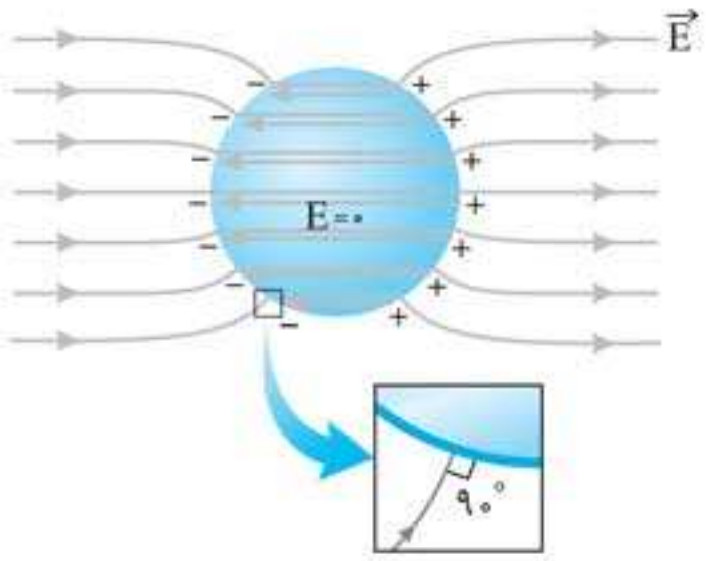
شکل زیر نحوهٔ توزیع بار الکتریکی در اجسام را نشان می‌دهد:



نکته: تراکم بار در نقاط تیزتر سطح یک رسانای باردار بیشتر است. در نتیجه در این نقاط، میدان الکتریکی قوی‌تر است.

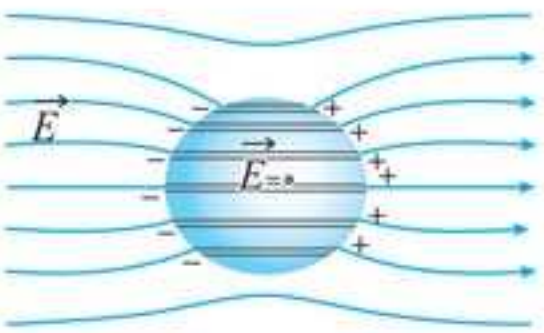


رسانای خنثی در میدان الکتریکی



- الکترون‌های آزاد طوری در سطح جسم پخش می‌شوند تا اثر میدان خارجی درون رسانا از بین برود و میدان خالص درون رسانا صفر شود.
- همهٔ نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند (رسانا در تعادل الکتروستاتیکی است).
- سطح جسم رسانا یک سطح هم‌پتانسیل است.
- میدان روی سطح رسانا عمود بر این سطح است.
- خطوط میدان بر سطح رسانا عمود است.

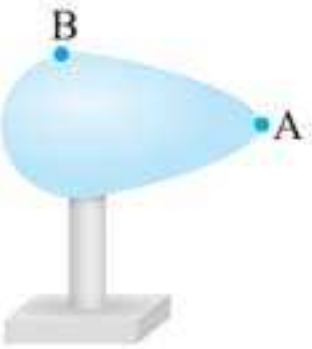
تست شکل زیر، کره‌ای را نشان می‌دهد که درون میدان الکتریکی قرار دارد. این کره ..... است و درون آن از چپ به راست، پتانسیل الکتریکی ..... (ریاضی خارج ۹۸)



۱) رسانا ـ ثابت می‌ماند.
۲) رسانا ـ کاهش می‌یابد.
۳) نارسانا ـ کاهش می‌یابد.
۴) نارسانا ـ افزایش می‌یابد.

پاسخ **گزینهٔ «۱»**

شکل یک کرهٔ رسانا در تعادل الکتروستاتیکی را نشان می‌دهد. همانطور که می‌دانیم، همهٔ نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند.



کدام گزینه در مورد پتانسیل الکتریکی و میدان الکتریکی در نقاط A و B روی سطح رسانای در حال تعادل الکتروستاتیکی شکل مقابل درست است؟

۱) $E_A < E_B , V_A = V_B$
۲) $E_A > E_B , V_A = V_B$
۳) $E_A = E_B , V_A > V_B$
۴) $E_A = E_B , V_A < V_B$

پاسخ **گزینهٔ «۲»**

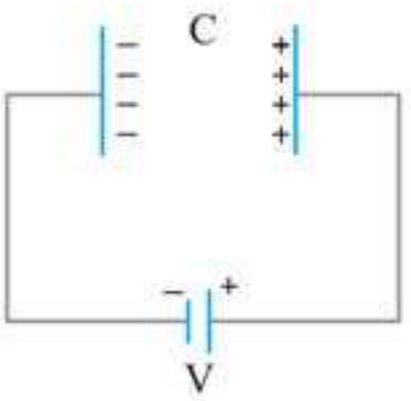
پتانسیل الکتریکی در تمام نقاط واقع بر یک رسانای در حال تعادل الکتروستاتیکی یکسان است: $V_A = V_B$

در مورد میدان الکتریکی؛ این پارامتر در نقاط نوک‌تیز بیشتر از سایر نقاط است: $E_A > E_B$

۵۴ خازن

خازن وسیله‌ای است که بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می‌کند و از دو صفحهٔ رسانای موازی تشکیل شده است که یک مادهٔ نارسانا به نام دی الکتریک بین آن‌ها قرار دارد.

ظرفیت خازن:



بار ذخیره شده در خازن (C)

$C = \frac{Q}{V}$ ← ظرفیت خازن (فاراد: F)

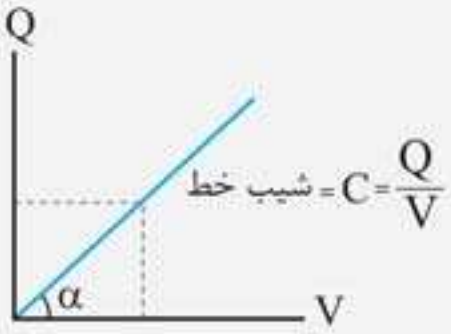
اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V)

نکته‌ها: ۱ ظرفیت خازن همواره مقدار ثابتی است.

۲ هرچه اختلاف‌پتانسیل دو سر خازن بیشتر باشد، بار بیشتری در آن ذخیره می‌شود.

۳ ظرفیت خازن به بار و اختلاف‌پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد. (با تغییر یکی، دیگری به نحوی تغییر می‌کند که ظرفیت خازن ثابت بماند.)

۴ شیب نمودار $Q-V$ نشان‌دهندهٔ ظرفیت خازن است.



۵ ظرفیت خازن **فقط و فقط** به **ساختار درونی** آن بستگی دارد.

۶ **عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن:**

- مساحت هر صفحه (A)
- فاصلهٔ دو صفحه (d)
- جنس مادهٔ عایق بین دو صفحه (κ)

ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

$\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}\ F/m$

$C = \kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$

κ: ضریب دی الکتریک (F) — $A \to (m^2)$ — $d \to (m)$

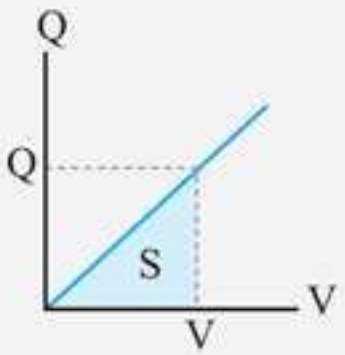
تذکر κ برای خلأ و هوا برابر ۱ و برای سایر نارساناها از یک بیشتر است.

۷ حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن را **ولتاژ شکست یا فروریزش** (V_{max}) می‌گویند. با اعمال این ولتاژ به دو سر خازن، ناگهان خازن تخلیه شده و معمولاً با یک جرقه خازن می‌سوزد (یک مسیر رسانا درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود).

۸ بین دو صفحهٔ خازن متصل به یک باتری، میدان الکتریکی یکنواخت به وجود می‌آید.

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{Q}{\kappa\varepsilon_0 A}$$

۹ **انرژی خازن:**



$$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \rightarrow U\ (\text{ژول } J)$$

بنابراین مساحت محصور بین نمودار $Q-V$ و محور V برابر انرژی ذخیره شده در خازن است.

$$S = U = \frac{1}{2}QV$$

۱۰

جمع‌بندک

الکتریسیته ساکن

مفاهیم اولیه بار الکتریکی

بار بنیادی
اندازه بار الکتریکی الکترون یا پروتون:
$e = 1/60 \times 10^{-19} C$

اصل پایستگی بار
بار به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

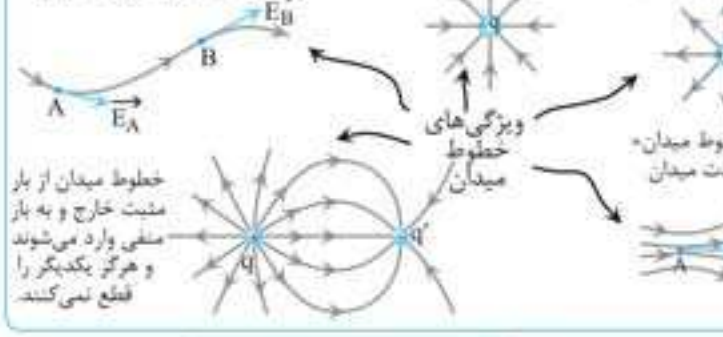
اصل کوانتیده بودن بار
بار الکتریکی مضرب درستی از بار بنیادی است: $q = \pm ne$
از دست دادن الکترون
گرفتن الکترون

روش‌های باردار کردن اجسام

مالش
* با مالش دو جسم به یکدیگر، تعدادی الکترون از یکی به دیگری منتقل می‌شود. * الکترون از ماده بالاتر جدول سری الکتریسیته مالشی به ماده پایین‌تر منتقل می‌شود (بار جسم بالاتر: مثبت / بار جسم پایین‌تر: منفی)

تماس
تماس یک جسم باردار به یک جسم بدون بار سبب مبادله الکترون بین آن‌ها می‌شود
تماس دوکره رسانای مشابه: $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$

القا
جابجایی بار الکتریکی درون یک جسم در اثر نیروی جاذبه یا دافعه الکتریکی را القا گویند.
* جسم القاکننده و القاشونده همواره یکدیگر را جذب می‌کنند



نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار

* دو بار نقطه‌ای در راستای خط واصل دو بار بر یکدیگر نیروهای هم‌اندازه و در خلاف جهت وارد می‌کنند.
* نیروی بین دو بار همنام از نوع دافعه و بین دو بار ناهمنام از نوع جاذبه است.

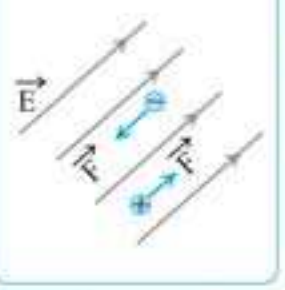
قانون کولن
$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$

بر هم نهی نیروهای الکتروستاتیکی
نیروی برایند وارد بر بار q در اینجا برابر است با:
$\vec{F_T} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$

میدان الکتریکی

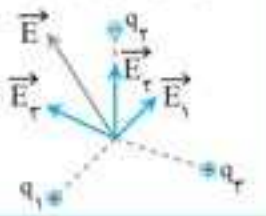
نیروی وارد بر بار q در میدان خارجی E

$\vec{F} = q\vec{E}$



برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی

میدان الکتریکی $\vec{E}$ در محل بار آزمون برابر جمع برداری میدان‌های $\vec{E_1}$، $\vec{E_2}$ و $\vec{E_3}$ در محل این بار است.



نقطه صفر شدن میدان با حضور دو بار

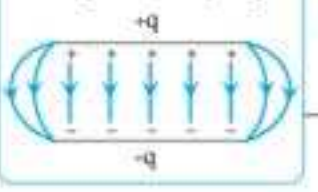
۱) دو بار همنام: بین دو بار و نزدیک بار کوچکتر
۲) دو بار ناهمنام: خارج از فاصلهٔ دو بار و نزدیک بار کوچکتر
* در این نقاط هر باری قرار دهیم نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر می‌شود.

خاصیتی در اطراف بار الکتریکی که به سبب آن به بارهای اطرافش نیرو وارد می‌کند.

$E = k\frac{|q|}{r^2}$

میدان یکنواخت

میدانی که اندازه و جهت آن در تمام نقاط یکسان است.



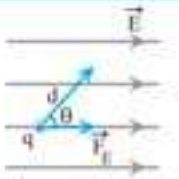
ویژگی‌های خطوط میدان

اختلاف پتانسیل الکتریکی

$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$

* جابجایی در جهت خطوط میدان: کاهش پتانسیل نقاط
* جابجایی خلاف جهت خطوط میدان: افزایش پتانسیل نقاط
* جابجایی عمود بر خطوط میدان: عدم تغییر پتانسیل نقاط

انرژی پتانسیل الکتریکی



$\Delta U_E = -W_E = -|q|Ed\cos\theta$

* درجابجایی‌های عمود بر خطوط میدان انرژی پتانسیل بار ثابت می‌ماند.
* جابجایی بار در جهتی که تمایل دارد: کاهش انرژی پتانسیل
* جابجایی در خلاف جهتی که تمایل دارد: افزایش انرژی پتانسیل

توزیع بار الکتریکی

* در اجسام رسانا: بار به سرعت در سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود و میدان درون رسانا صفر می‌شود.
* در اجسام نارسانا: بار در محل داده شده به جسم باقی می‌ماند.

خازن

انرژی خازن

$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

میدان الکتریکی یکنواخت خازن

$E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{\kappa\varepsilon_0 A}$

عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن

$C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$

تغییر در خازن

۱) برای خازنی که به باتری وصل است، V همواره ثابت است.
$\frac{U_2}{U_1} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$

۲) برای خازنی که پرشده و جدا از مولد است. Q همواره ثابت است.
$\frac{U_2}{U_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$

* ظرفیت یک خازن همواره مقداری ثابت است و فقط به ساختار درونی آن بستگی دارد.
$C = \frac{Q}{V}$

پاسخ‌نامه تشریحی

۱. گزینهٔ «۳»

ابتدا با استفاده از رابطهٔ $R=\frac{V^2}{P}$، مقاومت هر لامپ را محاسبه می‌کنیم:

$$R=\frac{V^2}{P}=\frac{(۶)^2}{۱۲}=۳\,\Omega$$

دو لامپ به‌صورت متوالی به یکدیگر متصل شده‌اند:

$$R_{eq}=۲\times ۳=۶\,\Omega$$

حال جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم $(I=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{۱۲}{۶}=۲A)$ و با استفاده از رابطهٔ $I=\frac{q}{t}$ داریم:

$$t=\frac{q}{I}=\frac{۴۸(Ah)}{۲(A)}=۲۴\,h$$

۲. گزینهٔ «۱»

دو مقاومت با یکدیگر موازی هستند. بنابراین داریم:

$$V_{R_A}=V_{R_B}\Rightarrow R_AI_A=R_BI_B\xrightarrow[I_B=۲\frac{I}{۳}]{I_A=\frac{I}{۳}}R_A\times\frac{I}{۳}=R_B\times۲\frac{I}{۳}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=۲$$

حال با استفاده از فرم مقایسه‌ای از رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ داریم:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}\Rightarrow ۲=۳\times۱\times\frac{A_B}{A_A}\Rightarrow\frac{A_A}{A_B}=\frac{۳}{۲}$$

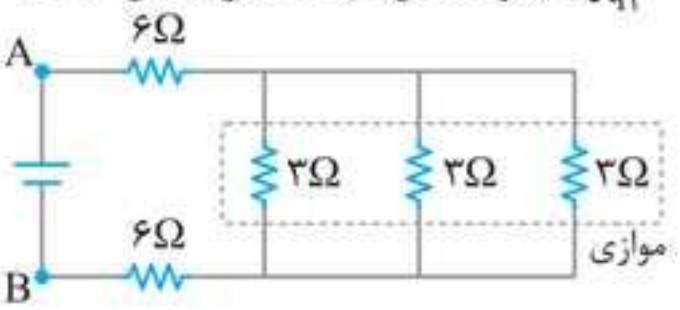
(۱)

۳. گزینهٔ «۱»

دقت کنید! دو سر A و C در مدار هستند و نه دو سر A و B! بنابراین مقاومت رئوستا ثابت مانده و با ثابت بودن مقاومت معادل، عدد آمپرسنج تغییری نمی‌کند.

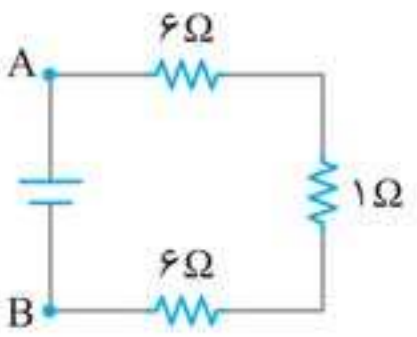
۴. گزینهٔ «۳»

مقاومت‌های روی دایره‌ها دو به دو با هم موازی هستند $(R_{eq_۱}=\frac{۶}{۲}=۳\Omega)$ و معادل آنها مطابق شکل است:



$$\Rightarrow R_{eq_۲}=\frac{R}{n}=\frac{۳}{۳}=۱\,\Omega$$

مقاومت معادل مقاومت‌های ۳ Ω با دو مقاومت ۶ Ω متوالی است:



$$R_{eq}=۶+۶+۱=۱۳\,\Omega$$

۵. گزینهٔ «۳»

مقاومت معادل مدار در دو حالت را محاسبه می‌کنیم:

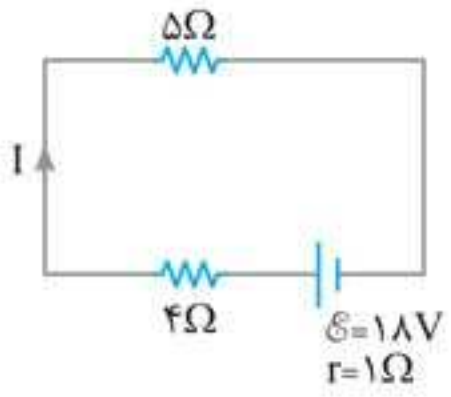
$$R_{eq_1} = R + \frac{R}{n} = \frac{(n+1)}{n}R \quad , \quad R_{eq_2} = R + \frac{R}{n+1} = \frac{(n+2)}{(n+1)}R$$

شدت جریان عبوری از مدار تک‌حلقه با یک باتری $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}}$ است که در این سؤال $r = 0$ است:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_{eq_1}}{R_{eq_2}} \Rightarrow \frac{16}{15} = \frac{\frac{(n+1)}{n}R}{\frac{(n+2)}{(n+1)}R} = \frac{(n+1)^2}{n(n+2)}$$

$$16(n^2+2n) = 15(n^2+2n+1) \Rightarrow n^2+2n-15 = 0 \Rightarrow (n-3)(n+5) = 0 \Rightarrow \begin{cases} n=3 & \text{ق ق} \\ n=-5 & \text{غ ق ق} \end{cases}$$

۶. گزینهٔ «۳»

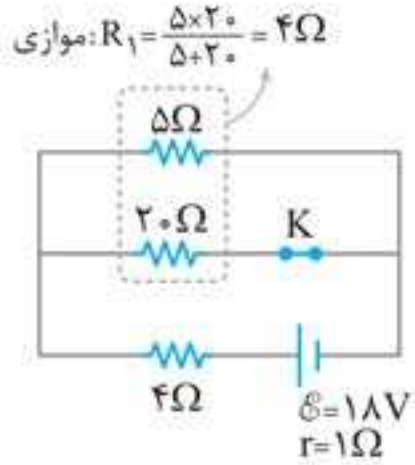


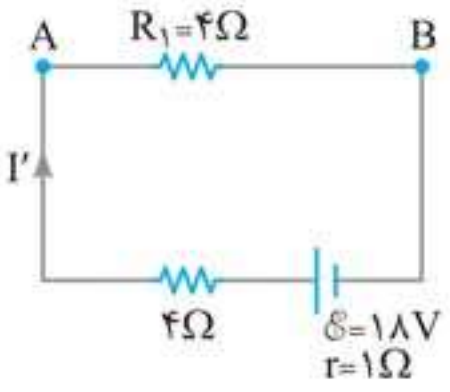
در حالتی که کلید K باز است، اختلاف پتانسیل مقاومت ۵ اهمی را می‌یابیم. به همین منظور لازم است ابتدا جریان الکتریکی مدار را حساب کنیم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{18}{(5+4)+1} \Rightarrow I = 1/8A$$

$$\xrightarrow{V=RI} V_{5\Omega} = 5 \times 1/8 = 9V$$

با بستن کلید K مقاومت‌های ۲۰Ω و ۵Ω باهم موازی می‌شوند. در این حالت مقاومت معادل آن‌ها و سپس جریان الکتریکی مدار را حساب می‌کنیم:





$$R'_{eq} = R_1 + 4 = 4 + 4 = 8\Omega$$

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R'_{eq} + r} = \frac{18}{8+1} \Rightarrow I' = 2A$$

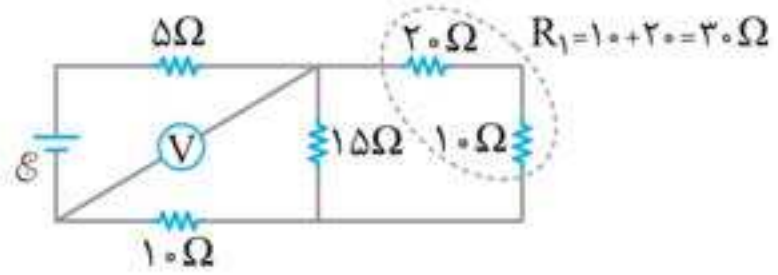
اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B که برابر اختلاف پتانسیل مقاومت ۵ اهمی است را می‌یابیم:

$$V'_{5\Omega} = V_{AB} = R_1 \times I' \xrightarrow[I'=2A]{R_1=4\Omega} V'_{5\Omega} = V_{AB} = 4 \times 2 = 8V$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی از ۹V به ۸V تغییر می‌کند، یعنی ۱V کاهش می‌یابد.

۷. گزینهٔ «۴»

ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:



۷۱ آهنربا

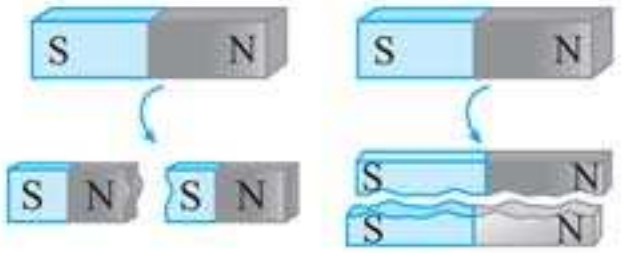
آهنربا از ماده‌ای با نام مگنتیت (Fe_3O_4) ساخته شده است که به‌طور طبیعی در پوستهٔ کرهٔ زمین وجود دارد.
قطب‌های آهنربا: در آهنربا به هر شکلی که باشد، دو ناحیه وجود دارد که خاصیت آهنربایی در این دو ناحیه بیشتر از جاهای دیگر است. به این دو ناحیه **قطب‌های آهنربا** گفته می‌شود.

- خاصیت آهنربایی در نزدیکی قطب‌ها بیشتر و در وسط آهنربا ناچیز است.
- یک آهنربای میله‌ای همواره تمایل دارد به شکلی قرار گیرد که یک قطب آن به سمت شمال کرهٔ زمین و قطب دیگر به سمت جنوب کرهٔ زمین باشد. به همین دلیل این دو قطب را N (شمال‌گرا) و S (جنوب‌گرا) نامگذاری کرده‌اند.

اثر قطب‌های آهنربا بر هم: قطب‌های همنام آهنربا همدیگر را می‌رانند و قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

دو قطبی مغناطیسی

اگر یک آهنربای میله‌ای را به چند قسمت تقسیم کنیم، هر قسمت به‌طور مستقل به یک آهنربا با قطب‌های N و S تبدیل می‌شود.



تذکر بر خلاف بارهای الکتریکی که به تنهایی وجود دارند، قطب‌های مغناطیسی را نمی‌توان از هم جدا کرد و قطب‌ها همواره به‌صورت زوج (S و N) ظاهر می‌شوند.

القای مغناطیسی

اگر یک آهنربا را به یک میخ آهنی نزدیک کنیم، در میخ آهنی حتی بدون تماس با آهنربا، خاصیت مغناطیسی ایجاد می‌شود (میخ تبدیل به یک آهنربا می‌شود) که این پدیده را **القای مغناطیسی** می‌نامند.

نکته‌ها:

۱ القای مغناطیسی همواره به شکل جاذبه است؛ یعنی قسمتی از میخ که نزدیک یک قطب آهنرباست، به قطبی مخالف با آن تبدیل شده و به همین دلیل بین این دو، نیروی **ربایشی** وجود دارد.

۲ علت جذب واشرهای آهنی به میخ این است که میخ که خود تبدیل به آهنربا شده خاصیت مغناطیسی را در واشرها القا کرده و آن‌ها را جذب می‌کند.

تذکر مقایسهٔ خاصیت مغناطیسی اجسام شکل بالا: واشرهای آهنی < میخ < آهنربا

عقربهٔ مغناطیسی

عقربهٔ مغناطیسی یک آهنربای بسیار کوچک و سبک است که آن را با نماد N ⟶ S نشان می‌دهند (جهت فلش قطب N است). پس قطب N عقربهٔ مغناطیسی، جهت بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه اطراف آهنربا را نشان می‌دهد.
عقربهٔ مغناطیسی را با نماد N ➡ S نیز نمایش می‌دهند که سر رنگی آن قطب N است.

مبدل

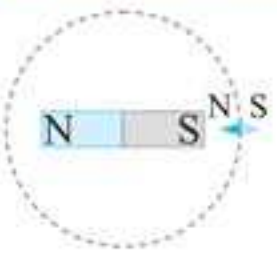
افزایش و کاهش ولتاژ در شبکه‌های توزیع توان الکتریکی جریان متناوب (ac) با استفاده از وسیله‌ای به نام مبدل (ترانسفورمر) صورت می‌گیرد.

نکته‌ها: ۱ مبدل‌ها بر دو نوع‌اند:
الف) **مبدل افزاینده** که ولتاژ را زیاد می‌کنند. ب) **مبدل کاهنده** که ولتاژ را کم می‌کنند.
۲ برای کاهش تلفات در انتقال توان الکتریکی از مبدل افزاینده استفاده می‌شود که ولتاژ ثانویه را افزایش می‌دهد و در نتیجه جریان ثانویه کاهش می‌یابد.

$$(\downarrow \text{تلفات} = \underbrace{R}_{\text{مقاومت خط انتقال}} I^2 \downarrow)$$

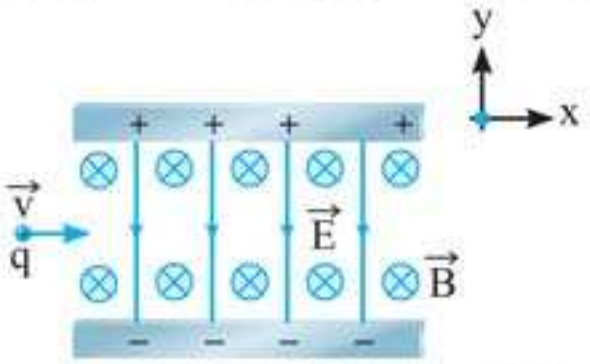
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱. یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل، روی یک میز قرار دارد. یک عقربهٔ مغناطیسی که آزادانه می‌تواند حول محور قائم بچرخد، به آرامی روی مسیر دایره‌ای شکل به دور آهنربا یک دور می‌چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟ (ریاضی ۹۶)



۱) ۱۸۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۷۲۰

۲. مطابق شکل ذره‌ای با بار مثبت و جرم ناچیز با سرعت $\vec{v}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ وجود دارند. اندازهٔ این میدان‌ها برابر $E = 400\ N/C$ و $B = 0/2\ T$ است. تندی ذره چند کیلومتر بر ثانیه باشد تا در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟ (برگرفته از کتاب درسی)



۱) ۲ ۲) ۵
۳) 2×10^{3} ۴) 5×10^{3}

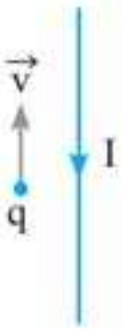
۳. ذره‌ای به جرم ۵ گرم که دارای بار $-50\mu C$ است، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، با سرعت $2/5\times10^{3}\ m/s$ در راستای افقی از جنوب به شمال پرتاب می‌شود. اندازه و جهت میدان، کدام یک از موارد زیر می‌تواند باشد تا نیروی مغناطیسی نیروی وزن را خنثی کند و ذره در مسیر مستقیم به حرکت خود ادامه دهد؟ $(g = 10\ N/kg)$ (تجربی خارج ۹۸)

۱) ۰/۰۴ تسلا در راستای افقی از شرق به غرب
۲) ۰/۰۴ تسلا در راستای افقی از غرب به شرق
۳) ۰/۴۰ تسلا در راستای افقی از شرق به غرب
۴) ۰/۴۰ تسلا در راستای افقی از غرب به شرق

۴. در شکل روبه‌رو، سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق است و قبل از بستن کلید K ترازو عدد ۱۰ نیوتون را نشان می‌دهد. وقتی کلید K بسته شود، از سیم جریان ۲۰ آمپر می‌گذرد و ترازو عدد ۸ نیوتون را نشان می‌دهد. اگر طول سیم AB برابر ۱۰ سانتی‌متر باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی برحسب تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟ (ریاضی ۸۴)

۱) ۰/۱ و از A به B
۲) ۱ و از B به A
۳) ۱ و از A به B
۴) ۰/۱ و از B به A

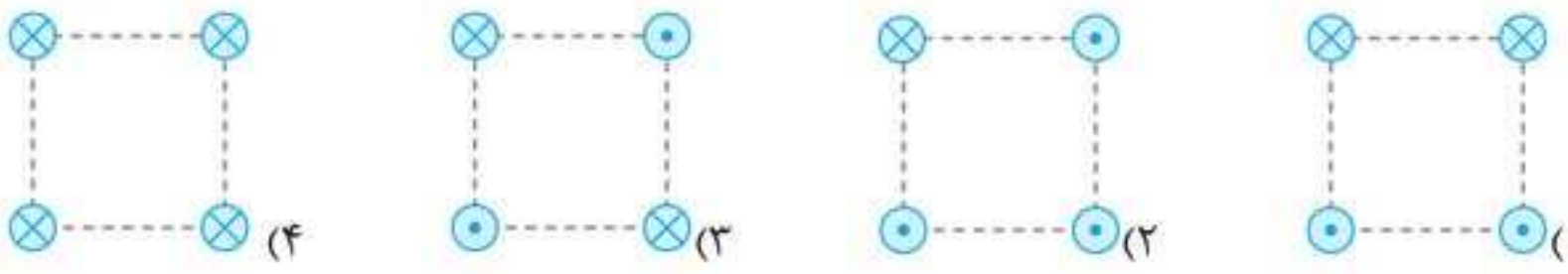
۵. در شکل مقابل، بار نقطه‌ای q منفی است و در جهت نشان داده شده حرکت می‌کند. نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن در کدام جهت است؟ (سیم و بار نقطه‌ای در این صفحه قرار دارند.) (تجربی ۸۸)



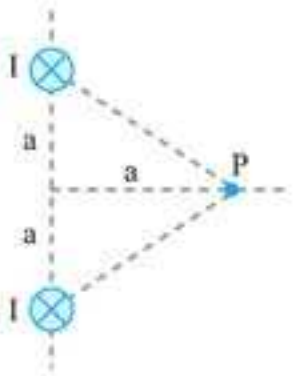
۱) ⊗ ۲) ⊙

۳) ← ۴) →

۶. شکل‌های زیر، چهار آزمایش را نشان می‌دهند که در آن سیم‌های موازی حامل جریان I در گوشه‌های مربع‌های مشابه قرار گرفته‌اند و سیم‌ها بلند و همگی عمود بر صفحه هستند. در کدام شکل بزرگی میدان مغناطیسی برایند در مرکز مربع بیشترین مقدار را دارد؟ (تجربی خارج ۹۴)



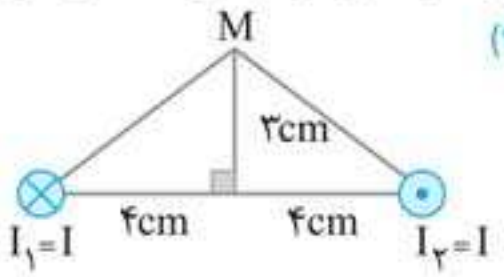
۷. از دو سیم موازی بلند، جریان I مطابق شکل می‌گذرد. اگر اندازهٔ میدان هر سیم در نقطهٔ P برابر B باشد، بزرگی و جهت میدان مغناطیسی برایند ناشی از دو سیم در نقطهٔ P کدام است؟ (سیم‌ها عمود بر صفحه و نقطهٔ P روی صفحه است.) (ریاضی ۹۳ با تغییر)



۱) $\downarrow ۲\sqrt{۲}B$ ۲) $\uparrow ۲\sqrt{۲}B$

۳) $\downarrow \sqrt{۲}B$ ۴) $\uparrow \sqrt{۲}B$

۸. دو سیم موازی بسیار بلند، حامل جریان I ، مطابق شکل عمود بر صفحه قرار دارند. بردار میدان مغناطیسی هر یک از دو سیم در نقطهٔ M در کدام شکل درست است؟ (تجربی ۹۴)



۹. تسلا (یکای میدان مغناطیسی) معادل با کدام است؟ (ریاضی خارج ۹۸)

۱) $\frac{\text{متر} \times \text{نیوتون}}{\text{آمپر}}$ ۲) $\frac{\text{متر} \times \text{نیوتون}}{\text{کولن}}$ ۳) $\frac{\text{نیوتون}}{\text{متر} \times \text{کولن}}$ ۴) $\frac{\text{نیوتون}}{\text{متر} \times \text{آمپر}}$

۱۰. می‌خواهیم سیملوله‌ای بدون هستهٔ آهنی بسازیم که وقتی جریان ۲ A از آن می‌گذرد، میدان مغناطیسی ۰/۰۱۲ T داخل آن برقرار شود. در هر سانتی‌متر سیملوله چند دور سیم لازم است؟ ($\mu_۰ = ۱۲\times ۱۰^{-۷}\ T\cdot m/A$) (ریاضی ۸۷)

۱) ۲۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۵۰۰

بچه‌هـــا یه کاری در فیزیک تقریباً فایده نداره، این‌که در دوران جمع‌بندی فقط نکته و فرمول بخونیم. خیلی واضحه تا وقتی که از اون فرمول یا نکته استفاده نکنیم، خیلی سریع هم فراموش می‌شه (می‌شه گفت نکته یا فرمول بدون تست مثل زنبور بی‌عسله)، واسه همین تست‌های کنکور و تست‌های تألیفی خودمون رو با وسواس و دقت زیاد لابه‌لای درسنامه‌ها قرار دادیم که روند یادگیری و جمع‌بندی مطالب، درست انجام بشه و شما بعد از خوندن این کتاب بتونید به سؤالات فیزیک کنکور جواب بدید.

- برای یادگیری بهتر مطالب و تیپ‌بندی ســـؤالات کتاب رو، به ۱۶۰ بسته تقسیم کردیم که به طور میانگین هر بسته رو توی ده دقیقه می‌تونید بخوند و بسته به بسته برید جلو و فیزیک رو جمع‌بندی کنید.
- در عنوان هر بســـته به علامت آنتنِ وایفای می‌بینید که هر چقدر این آنتن پُرتر باشـــه، یعنی اون بسته مهم‌تره. همچنین این علامت رو در کنار تست‌ها هم گذاشتیم و هر چقدر پُرتر باشه یعنی اون تســـت هم مهم‌تره. اگه وقتتون خیلی کمه در اولین گام فقط بســـته‌ها و تست‌های با وایفای پُر رو مطالعه کنید.
- در آخر هر فصل، بســـته به حجم و اهمیت هر فصل، یک آزمون از تســـت‌های کنکور و تألیفی قرار دادیم که بتونید بعد از خوندن هر فصل خودتون رو محک بزنید.

در ضمن یه چیز جالب! برای اولین بار در جهان، در انتهای هر فصل یک «جمع‌بندک» خیلی باحال، جمع و جور و کاربردی آوردیم که شـــما بعد از خوندن این کتاب هر وقت که هوس کردید ده دقیقه فیزیک بخونید، با خونـــدن هرکدوم از این «جمع‌بندک»ها یه فصل فیزیک رو دوره کنید. لابد الان می‌خواید بپرسید که جمع‌بندک دیگه چیه 😐، خب ما هم میگیم خودتون برید ببینید!

تازه کتابمون یه نیمچه فصل هم به نام ریاضی‌نامه داره که اونجا نکات ریاضی پر کاربرد در ســـؤالات کنکور فیزیک رو دوره کردیم که خوندنش رو شدیداً توصیه می‌کنیم.

آخرِ آخرِکتاب هم، یه آزمون جامع کنکوری گذاشتیم، واسه این‌که، هر کسی حالشو داشت یه آزمون جامع هم بده.

دیگه حرفی نیست، فقط به امید خدا این کتاب بتونه شما رو در رسیدن به آرزوتون کمک کنه.

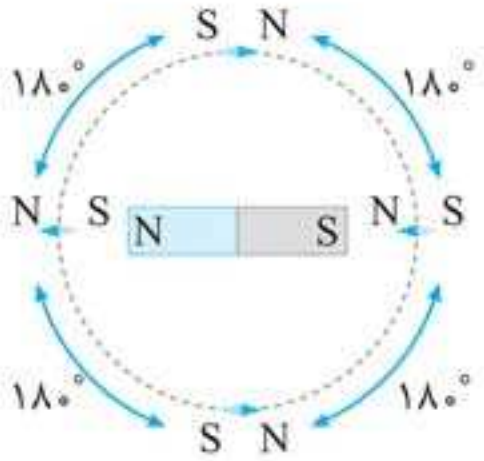
سپاس و قدردانی

در این‌جا لازمه از تمامی عزیزانی که به ما در روند آماده‌سازی کتاب کمک کرده‌اند قدردانی کنیم:

- جناب آقای احمد اختیاری، مدیر محترم انتشارات که فرصت نوشتن این کتاب را برای ما ایجاد کردند.
- جناب آقای محمدحســـین انوشـــه، مدیر شـــورای تألیف که در تک تک لحظات نوشتن این کتاب همراه ما بودند.
- سرکار خانم مهندس مهدیه اسکندری که برای این کتاب زحمات زیادی کشیدند.
- آقـــای مهدی حیاتی، خانم بهاره اســـداللهی و آقایان پوریا کلانتـــری، محمدمهدی واحدی، عرفان عقدایی و مهدی نعمتی که تلاش شبانه‌روزی برای ویراستاری علمی و فنی این کتاب داشتند.

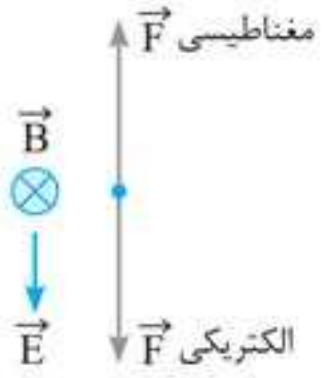
پاسخ‌نامه تشریحی

۱. گزینهٔ «۴»



عقربه در هر ربع دایره، مطابق شکل، 180° دوران می‌کند. بنابراین در یک دور کامل، عقربه $4\times180^\circ=720^\circ$ دوران می کند.

۲. گزینهٔ «۱»

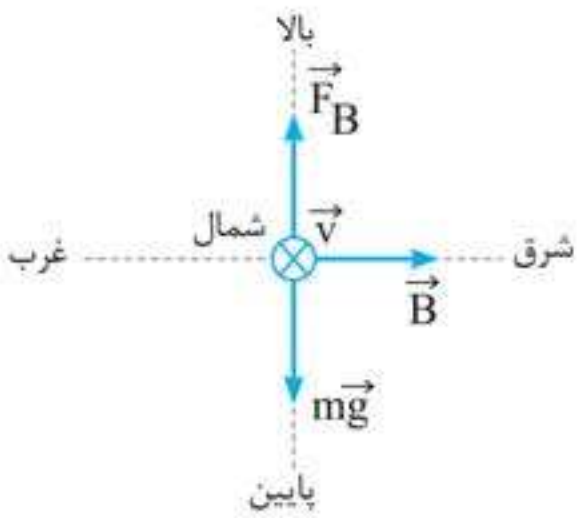


شرط این‌که ذره از مسیر خود منحرف نشود این است که نیروی الکتریکی و مغناطیسی هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگر باشند.

$$F_{\text{مغناطیسی}}=F_{\text{الکتریکی}}\Rightarrow|q|vB\sin\theta=E|q|\xrightarrow{\theta=90^\circ}E=vB\Rightarrow v=\frac{E}{B}$$

$$\Rightarrow v=\frac{400}{0/2}=2000\ m/s=2\ km/s$$

۳. گزینهٔ «۴»



نیروی وزن به سمت پایین اســـت. پس $\vec{F}_B$ باید به سمت بالا باشد. با توجه به جهت $\vec{v}$ که به سمت شمال (درون‌سو) است و استفاده از قاعدهٔ دست چپ (بار منفی است)، جهت B از غرب به شرق است. حال شرط عدم انحراف بار در مسیر حرکتش را می‌نویسیم:

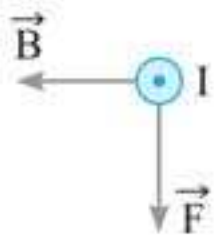
$$F_B=mg\Rightarrow|q|vB\sin\theta=mg$$

$$\Rightarrow(50\times10^{-6})\times(2/5\times10^{3})\times B\times1=(5\times10^{-3})\times10$$

$$\Rightarrow B=0/4\,T$$

۴. گزینهٔ «۳»

با بســـتن کلید K، عددی که ترازو نشـــان می‌دهد از $10\ N$ به $8\ N$ کاهش یافته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت نیرویی که سیم به آهنربا وارد می‌کند به طرف بالا است. در نتیجه طبق قانون سوم نیوتون عکس‌العمل این نیرو که به سیم وارد می‌شود به طرف پایین خواهد بود. با توجه به این‌که جهت میدان در خارج از آهنربا از N به S یعنی از راست به چپ است، با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت جریان را تعیین می‌کنیم:

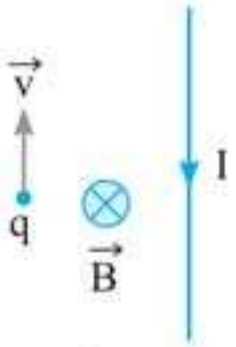


بنابراین جهت جریان به سمت بیرون صفحه یعنی از A به سمت B است.

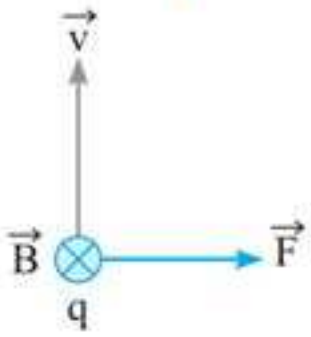
حال برای به دســـت آوردن اندازهٔ میدان مغناطیســـی، با توجه به این‌که تغییر مقدار عدد ترازو دقیقاً برابر نیروی مغناطیسی وارد بر سیم است و با استفاده از رابطهٔ $F=I\ell B\sin\theta$ داریم:

$$B=\frac{F}{I\ell\sin\theta}\xrightarrow[I=20\,A\ ,\ F=10-8=2\,N]{\theta=90^\circ\ ,\ \ell=0/1\,m}B=\frac{2}{20\times0/1\times1}=1\,T$$

۵. گزینهٔ «۴»



با اســـتفاده از قاعده دست راست در ابتدا جهت میدان مغناطیسی سیم را در محل q تعیین می‌کنیم: (اگر سیم را طوری در دست راست بگیریم که انگشت شست در جهت جریان باشد، جهت بسته شدن انگشتان دست راست، جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.)

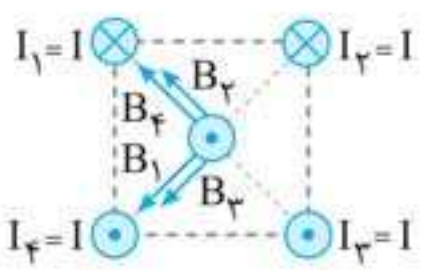


حال به‌خاطر این‌که بار q منفی است، با استفاده از قانون دست چپ، جهت نیروی وارد بر بار q را تعیین می‌کنیم: (اگر چهار انگشت دست چپ در جهت v و بسته شدن انگشتان در جهت B باشد، انگشت شست جهت F را نشان می‌دهد.)

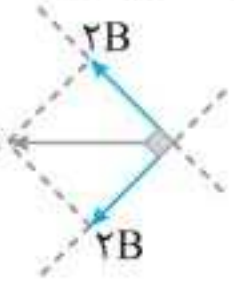
۶. گزینهٔ «۱»

میدان مغناطیسی ناشی از هر سیم در مرکز مربع را B فرض می‌کنیم، بنابراین میدان مغناطیسی برایند را برای هر چهار گزینه به دست آورده و با هم مقایسه می‌کنیم:

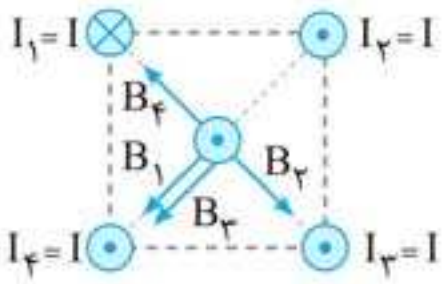
گزینهٔ «۱»:



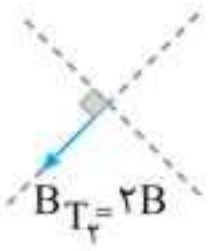
$\Rightarrow B_{T_1} = 2\sqrt{2}B$



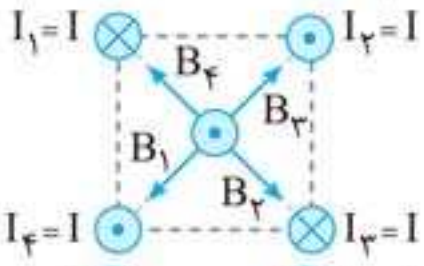
گزینهٔ «۲»:



$\Rightarrow$

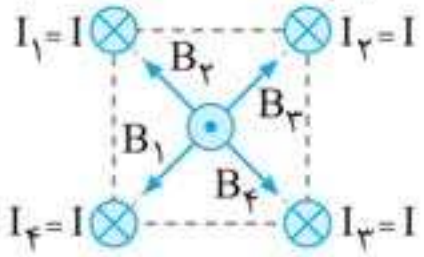


گزینهٔ «۳»:



$\Rightarrow B_{T_3} = 0$

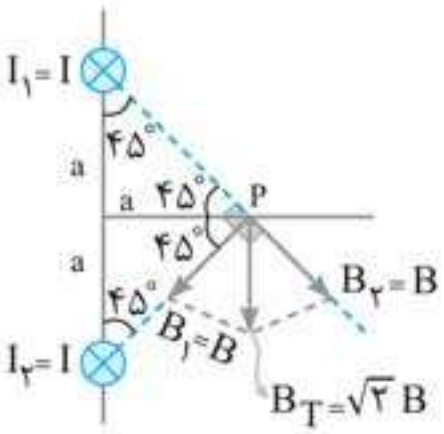
گزینهٔ «۴»:



$\Rightarrow B_{T_4} = 0$

بنابراین بیشترین میدان مغناطیسی برایند مربوط به آرایش گزینهٔ «۱» است.

۷. گزینهٔ «۳»



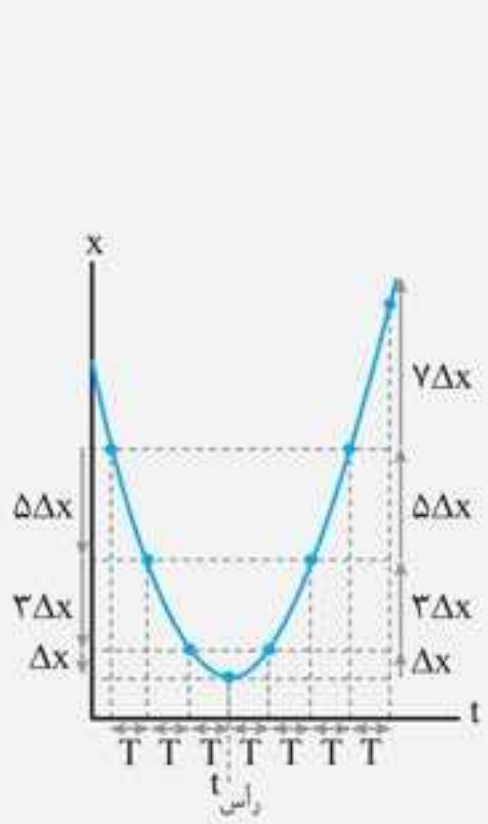
بردار میدان هر سیم در نقطهٔ P باید بر خط واصل سیم تا نقطهٔ P عمود باشد و جهت آن با توجه به قاعدهٔ دست راست تعیین می‌شود.

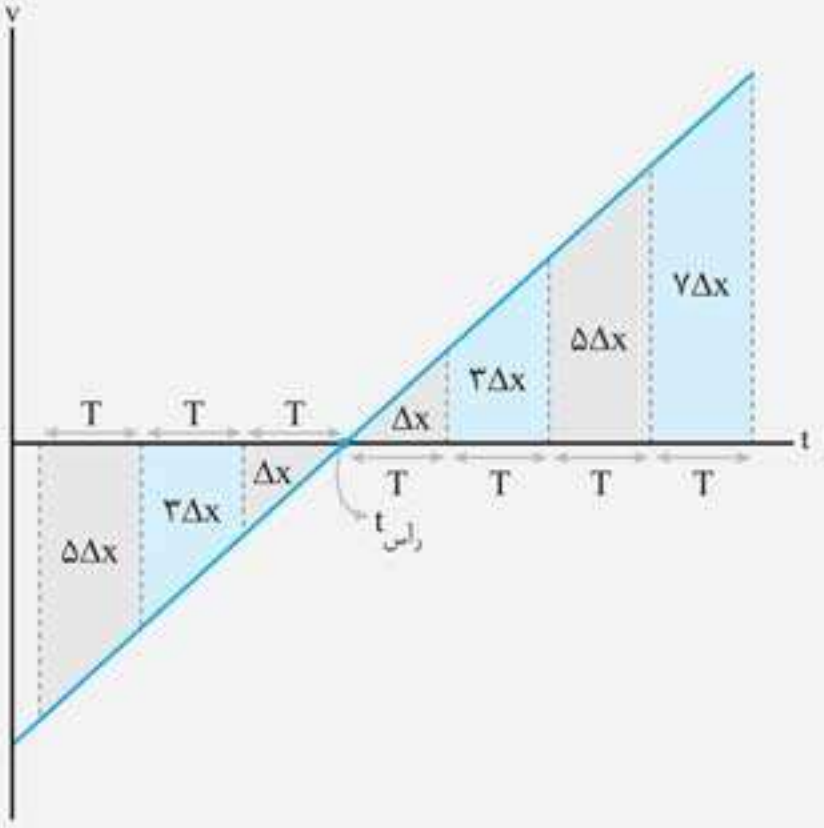
با توجه به آرایش سیم‌ها و قرار گرفتن در رئوس یک مثلث متساوی‌الساقین، میدان‌های B بر هم عمود بوده و مطابق شکل، برایند آن‌ها به سمت پایین است.

همچنین اندازهٔ میدان برایند دو بردار عمود بر هم مطابق زیر به دست می‌آید:

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \xrightarrow{B_1 = B_2 = B} B_T = \sqrt{B^2 + B^2} = \sqrt{2}B$$

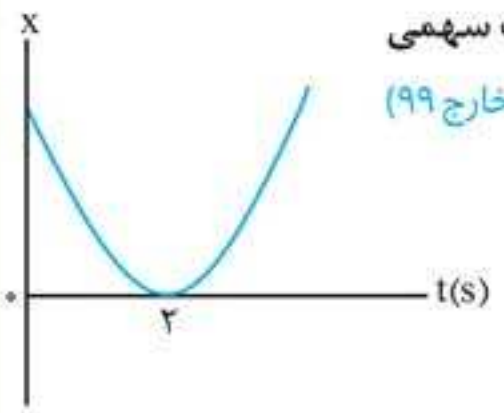
نکته: همانطور که در بخش تصاعد گفتیم وقتی متحرکی از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند، جابه‌جایی‌های آن در T ثانیه‌های متوالی به صورت Δx ، $3\Delta x$ ، $5\Delta x$ و... است و همچنین در حالتی که حرکت به سکون ختم می‌شود، جابه‌جایی‌ها برعکس حالت قبل است. حالا می‌خواهیم این موضوع را با تقارن نمودار مکان ـ زمان نسبت به لحظهٔ $t_{راس}$ ترکیب کنیم. چون در لحظهٔ $t_{راس}$ سرعت متحرک صفر می‌شود، در نتیجه نمودارهای زیر را می‌توان برای جابه‌جایی متحرک در T ثانیه‌های متوالی رسم کرد:





تست

نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو، به صورت سهمی است. کدام مورد درست است؟ (تجربی خارج ۹۹)



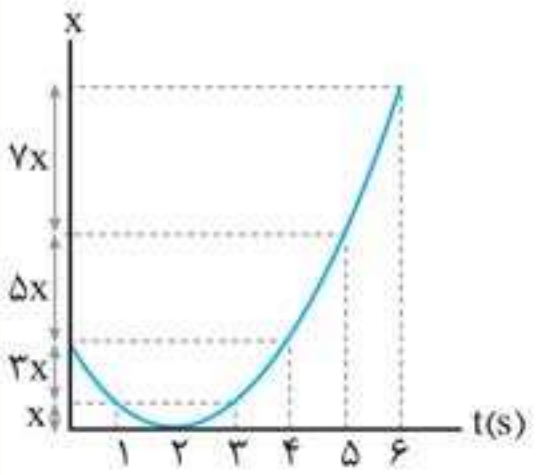
۱) مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ دوم است.

۲) مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر بزرگی جابه‌جایی این بازهٔ زمانی است.

۳) بزرگی سرعت متوسط در ۴ ثانیهٔ اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 5s$ است.

۴) بزرگی سرعت متوسط در ۳ ثانیهٔ اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 4s$ است.

پاسخ **گزینهٔ «۴»** با توجه به نکتهٔ گفته شده نمودار مکان ـ زمان این متحرک را به شکل مقابل تکمیل می‌کنیم:



بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): مسافت طی شده در سه ثانیه اول برابر $3x + x + x = 5x$ است و در سه ثانیهٔ دوم (از $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 6s$) برابر $3x + 5x + 7x = 15x$ است، پس برابر نیستند و گزینهٔ «۱» نادرست است.

گزینهٔ (۲): در ۳ ثانیهٔ اول، متحرک تغییر جهت دارد و مسافت و جابه‌جایی هم‌اندازه نیستند.

گزینهٔ (۳): سرعت متوسط نسبت جابه‌جایی به زمان آن است و جابه‌جایی در ۴ ثانیه اول صفر است اما در بازهٔ $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 5s$ برابر $3x + 5x = 8x$ است، پس گزینهٔ «۳» نادرست است.

گزینهٔ (۴): بزرگی سرعت متوسط در سه ثانیهٔ اول برابر:

$$|v_{av}| = |\frac{-۳x - x + x}{۳}| = x$$

و بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ $t_۱ = ۱s$ تا $t = ۴s$ برابر است با: $v_{a'v} = \frac{-x + x + ۳x}{۳} = x$ است

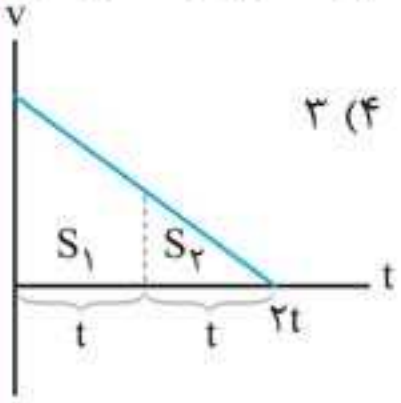
پس گزینهٔ «۴» درست است.

۱۰۱ رسم نمودار سرعت - زمان

در حرکت‌هایی که به چند بازهٔ زمانی تقسیم می‌شوند و یا در حرکت‌هایی که در چند مرحله انجام می‌شوند، رسم نمودار سرعت ـ زمان می‌تواند بهترین راه حل پاسخ‌گویی به تست باشد.

تست **اتومبیلی که روی خط راست حرکت می‌کند، با شتاب ثابت ترمز کرده و در $۲t$ ثانیه متوقف می‌شود. مسافت طی شده توسط اتومبیل در t ثانیهٔ اول چند برابر مسافت طی شده توسط آن در t ثانیهٔ دوم حرکتش است؟**

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{۳}$ ۴) ۳



پاسخ **گزینهٔ «۴»** **روش اول:** با یک حرکت ترمزی با شتاب ثابت سر و کار داریم و نمودار سرعت ـ زمان آن مانند شکل مقابل است، با یک تالس ساده به پاسخ می‌رسیم:

$$\text{تالس جزء به کل} \Rightarrow \frac{S_۲}{S_۱ + S_۲} = (\frac{t}{t+t})^۲ \Rightarrow \frac{S_۲}{S_۱ + S_۲} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow S_۱ = ۳S_۲ \Rightarrow \frac{S_۱}{S_۲} = ۳$$

روش دوم: طبق نکته‌ای که قبل‌تر گفته شده است می‌دانیم در توقف با شتاب ثابت جابه‌جایی متحرک در t ثانیه‌های متوالی به صورت روبه‌رو است: $\frac{۳\Delta x}{\Delta x} = ۳$

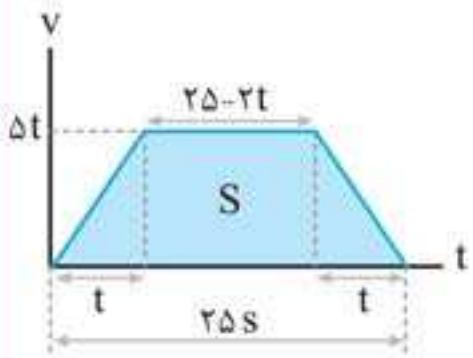
متحرکی در یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $۵\ m/s^۲$ به حرکت درمی‌آید و پس از مدتی حرکتش یکنواخت می‌شود و در نهایت با همان شتاب $۵\ m/s^۲$ حرکتش کند شده و می‌ایستد. اگر کل زمان حرکت ۲۵ ثانیه و سرعت متوسط در این مدت $۲۰\ m/s$ باشد، زمانی که حرکت متحرک یکنواخت بوده است، چند ثانیه است؟ (تجربی ۹۷)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ **گزینهٔ «۳»** مدت زمان هر یک از مراحل حرکت تندشونده و کندشوندهٔ متحرک را t فرض می‌کنیم. در نتیجه سرعت متحرک در پایان مرحلهٔ تندشونده برابر است با:

$$v = at + v_۰ \xrightarrow[a=۵\,m/s^۲]{v_۰=۰} v = ۵t$$

حالا مطابق شکل، نمودار سرعت ـ زمان را رسم می‌کنیم:



$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۲۰ = \frac{\Delta x}{۲۵} \Rightarrow \Delta x = ۵۰۰\,m$$

$$\Delta x = S \Rightarrow ۵۰۰ = (\frac{۲۵ + (۲۵ - ۲t)}{۲}) \times ۵t$$

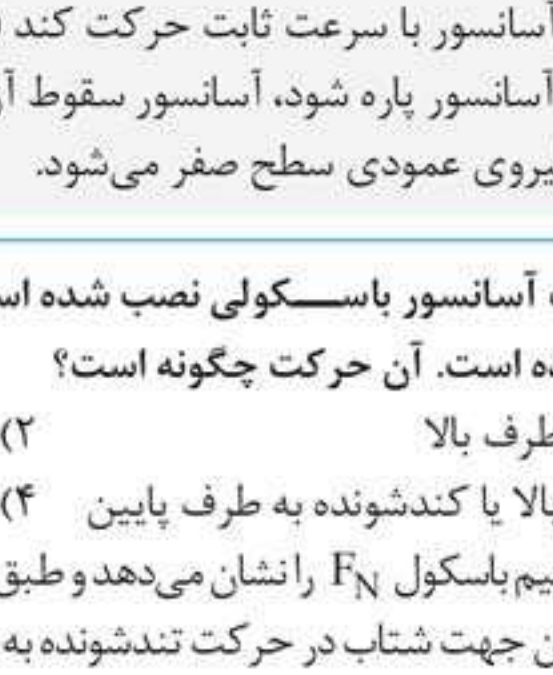
$$\Rightarrow ۱۰۰ = (۲۵ - t)t \Rightarrow t = ۵\,s$$

مدت زمانی که حرکت متحرک یکنواخت بوده است برابر با $۲۵ - ۲t$ می‌باشد:

$$\Delta t_{\text{یکنواخت}} = ۲۵ - ۲ \times ۵ = ۱۵\,s$$

۱۰۹ آسانسور

جســـمی را درون یک آسانسور که حرکت شتاب‌دار، دارد تصور کنید. در این حالت نیروی عمودی تکیه‌گاه برابر mg نیست و بستگی به اندازه و جهت شتاب آسانسور دارد.

جهت شتاب	رو به پایین	رو به بالا
جهت و نوع حرکت	تندشونده رو به پایین یا کندشونده رو به بالا	تندشونده رو به بالا یا کندشونده رو به پایین
وضعیت نیروها		
مقایسه نیروها	$mg > F_N$	$mg < F_N$
بزرگی F_N	$mg - F_N = ma \Rightarrow F_N = m(g-a)$	$F_N - mg = ma \Rightarrow F_N = m(g+a)$

تذکر ۱ در روابط فوق، a اندازهٔ شتاب آسانسور و عددی مثبت است.
۲ در حرکت تندشونده، شتاب هم‌جهت با حرکت و در حرکت کندشونده، شتاب در خلاف جهت حرکت است.

نکته‌ها: ۱ اگر آسانسور با سرعت ثابت حرکت کند $(a = 0)$، همواره $F_N = mg$ است.
۲ در حالتی که کابل آسانسور پاره شود، آسانسور سقوط آزاد می‌کند و اندازه شتاب آن برابر g و رو به پایین است و در این حالت، نیروی عمودی سطح صفر می‌شود.

تست در کف یک آسانسور باســـکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟ (ریاضی ۹۸)

۱) الزاماً تندشونده به طرف بالا
۲) الزاماً تندشونده به طرف پایین
۳) تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین
۴) کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین

پاسخ گزینهٔ «۳» می‌دانیم باسکول F_N را نشان می‌دهد و طبق جدول فوق در حالتی که $mg < F_N$ می‌باشد، جهت شتاب رو به بالا است و این جهت شتاب در حرکت تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین ایجاد می‌شود.

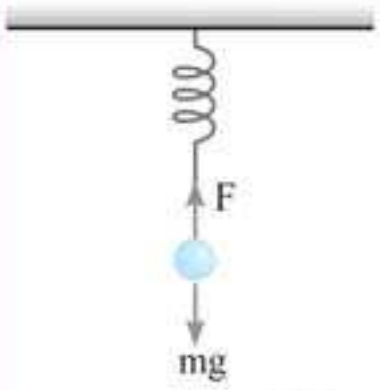
شخصی به جرم ۸۰ kg درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه‌ای که آسانسور با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ تندشونده رو به پایین حرکت می‌کند، نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می‌شود چند نیوتون است؟ $(g = 10\ m/s^2)$ (ریاضی ۹۳)

۱) ۹۶۰
۲) ۸۰۰
۳) ۱۶۰
۴) ۶۴۰

پاسخ **گزینهٔ «۴»** چون شتاب رو به پایین است، نیروی خالص نیز رو به پایین می‌باشد.

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - F_N = ma$$
$$\Rightarrow F_N = m(g-a) \Rightarrow F_N = ۸۰ \times (۱۰ - ۲) = ۶۴۰\,N$$

وزنه‌ای توسط یک نیروسنج از سقف یک آسانسور آویزان است. در حالت اول آسانسور با شتاب $۲\,m/s^۲$ تندشونده بالا می‌رود و نیروسنج $F_۱$ را نشان می‌دهد. در حالت دوم آسانسور با شتاب $۲\,m/s^۲$ تندشونده پایین می‌رود و نیروسنج نیروی $F_۲$ را نشان می‌دهد. نسبت $\frac{F_۲}{F_۱}$ چقدر است؟ $(g = ۱۰\,N/kg)$ (تجربی خارج ۹۶)



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

پاسخ **گزینهٔ «۲»** در حالت اول، چون شتاب رو به بالا است، F_{net} نیز رو به بالا است و داریم:

$$F_{net} = F_۱ - mg = ma \Rightarrow F_۱ = m(g+a) = ۱۲\,m$$

در حالت دوم، چون شتاب رو به پایین است، F_{net} نیز رو به پایین است و داریم:

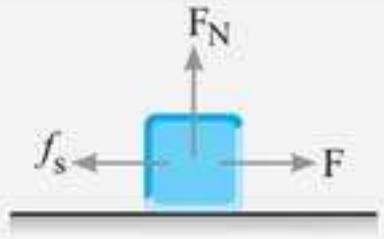
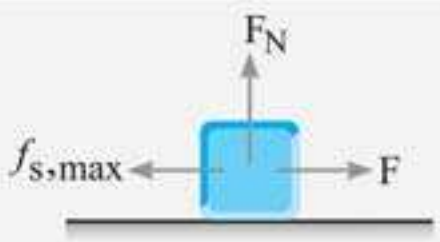
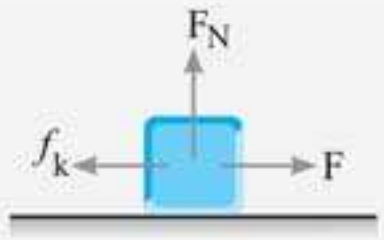
$$F_{net} = mg - F_۲ = ma \Rightarrow F_۲ = m(g-a) = ۸\,m$$

نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{F_۲}{F_۱} = \frac{۸\,m}{۱۲\,m} = \frac{۲}{۳}$$

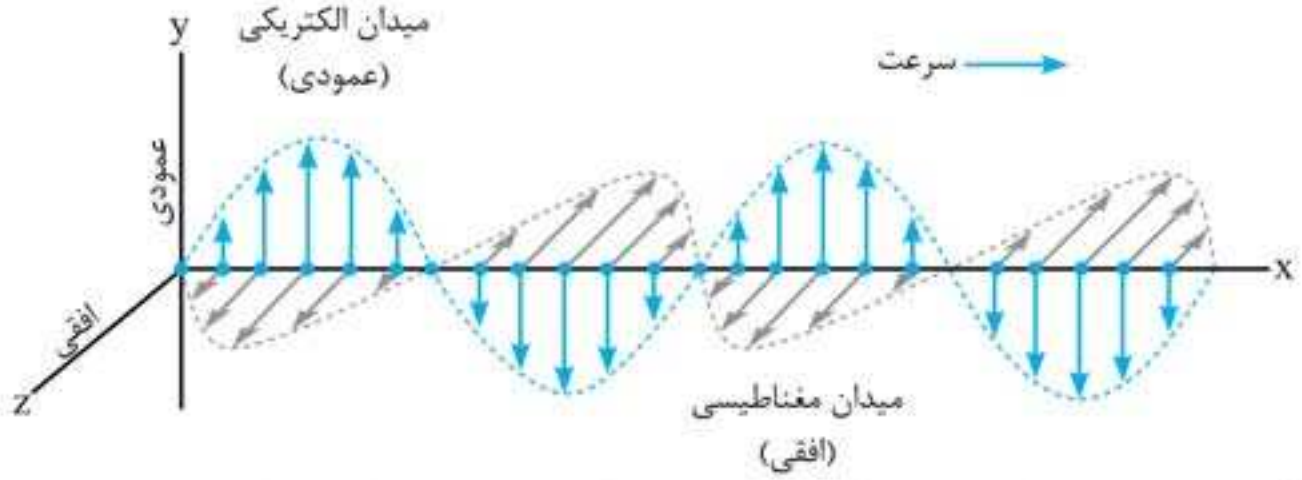
۱۱۰ نیروی اصطکاک (f)

وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، نیروی مقاومی در خلاف جهت تلاش ما، بر جسم وارد می‌شود که به آن نیروی اصطکاک می‌گویند.
در جدول زیر نیروی اصطکاک را در سه وضعیت برای جسم روی سطح افقی بررسی کرده‌ایم:

نوع نیروی اصطکاک	وضعیت نیروها	وضعیت جسم	اندازهٔ نیروی اصطکاک
اصطکاک ایستایی (f_s)		ساکن	$f_s = F$
اصطکاک ایستایی بیشینه ($f_{s,max}$)		ساکن و در آستانهٔ حرکت	$f_{s,max} = F = F_N \cdot \mu_s$ (ضریب اصطکاک ایستایی)
اصطکاک جنبشی (f_k)		متحرک	$f_k = F_N \cdot \mu_k$ (ضریب اصطکاک جنبشی)

۱۳۲ امواج الکترومغناطیسی

هر موج الکترومغناطیسی شامل یک موج الکتریکی و یک موج مغناطیسی است. این امواج از رابطهٔ متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و تغییرات هم‌زمان این دو میدان به‌وجود می‌آیند.



- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره عمود بر یکدیگر و عمود بر راستای انتشار موج هستند؛ در نتیجه موج الکترومغناطیسی یک موج عرضی است.
- میدان الکتریکی و مغناطیسی با بسامد یکسان و همگام با هم تغییر می‌کنند؛ یعنی هر دو با هم صفر یا بیشینه می‌شوند.
- طبق قاعدهٔ دست راست اگر چهار انگشت دست راست در جهت $\vec{E}$ و کف دست در جهت $\vec{B}$ باشد، آنگاه انگشت شست جهت انتشار (جهت $\vec{v}$) را نشان می‌دهد.
- طبق رابطهٔ ماکسول، تندی انتشار همهٔ امواج الکترومغناطیسی در خلأ (c) از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \simeq 3 \times 10^8 \ m/s \rightarrow m/s$$

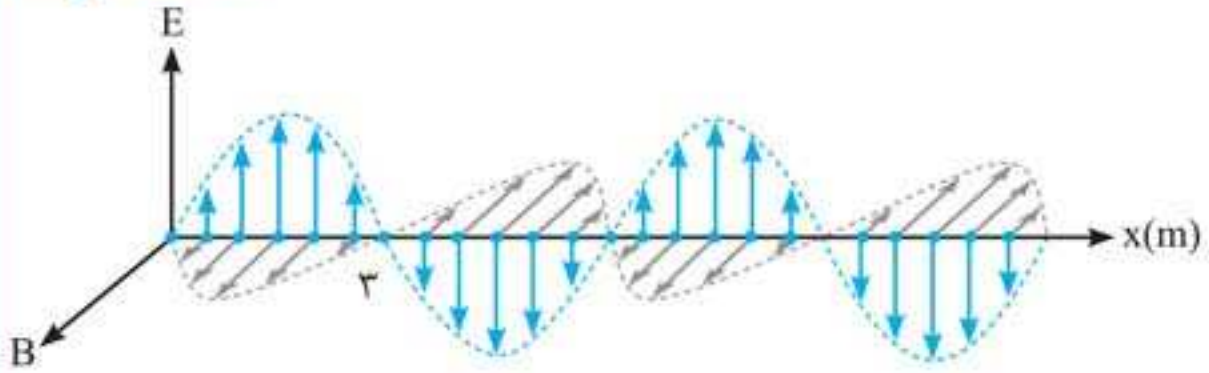
ε_0: ضریب گذردهی الکتریکی خلأ — $8/85 \times 10^{-12} \ C^2/N.m^2$

μ_0: تراوایی مغناطیسی — $4\pi \times 10^{-7} \ T.m/A$

رابطهٔ بین طول موج، بسامد و تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی مشابه سایر امواج است:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow[\text{موج الکترومغناطیسی}]{v=c} \lambda = \frac{c}{f}$$

تست شکل زیر نمودار مکان ـ زمان یک موج الکترومغناطیسی در خلأ را نشان می‌دهد. بسامد آن چند مگاهرتز است؟ $(c = 3 \times 10^8 \ m/s)$ (تجربی خارج ۸۸)



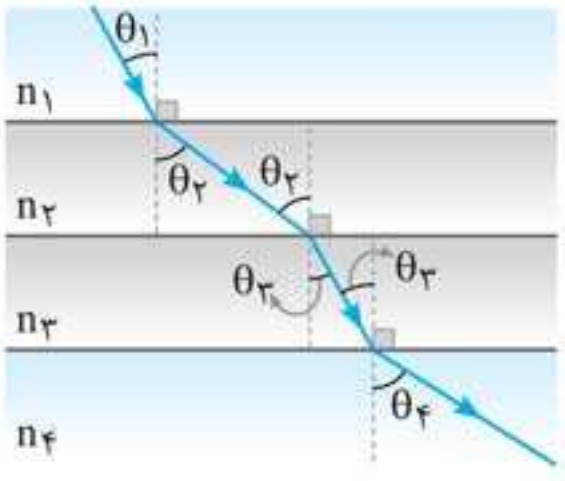
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۵۰
۴) ۱۰۰

پاسخ گزینهٔ «۳»

با توجه به نمودار: $\frac{\lambda}{2} = 3 \Rightarrow \lambda = 6m$

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{6} = 50 \times 10^6 = 50MHz$$

۱۴۶ عبور نور از محیط‌های متوالی موازی

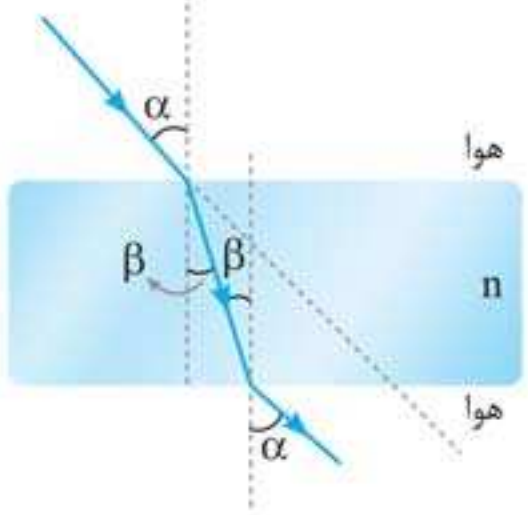


مطابق شکل چند محیط شـــفاف متوالی با سطوح موازی را در نظر بگیرید. مسیر پرتوی نور فرضی در این محیط‌ها مشخص شده است. طبق رابطهٔ اسنل می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 = n_3 \sin\theta_3 = n_4 \sin\theta_4$$

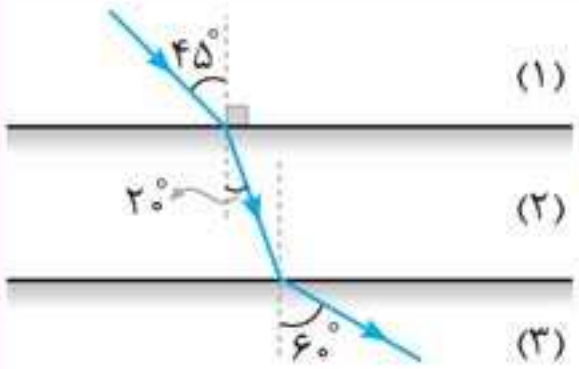
ضریب شکست هر محیطی بزرگ‌تر باشد، پرتوی نور در آن محیط به خط عمود نزدیک‌تر است.

اگر ضریب شکســـت محیط اول و آخر یکسان باشد، پرتوی ورودی و خروجی موازی‌اند و زاویهٔ انحراف صفر درجه است.



تیغهٔ متوازی‌الســـطوح حالت خاص عبور نـــور از محیط‌های متوالی موازی اســـت که محیط اول و آخر آن یکسان (هوا) و پرتوی ورودی و خروجی موازی‌اند.

تست مطابق شـــکل پرتوی نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) و سپس وارد محیط شفاف (۳) می‌شود. سرعت نور در محیط (۳) چند برابر سرعت نور در محیط (۱) است؟ (تجربی ۹۲)



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$

۴) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$

پاسخ **گزینهٔ «۳»** حاصل‌ضرب $n\sin\theta$ در عبور نور از محیط‌های متوالی و موازی ثابت می‌ماند. بنابراین رابطه را به صورت مستقیم برای محیط‌های (۱) و (۳) می‌نویسیم:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_3 \sin\theta_3 \Rightarrow \frac{n_1}{n_3} = \frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_1} \xrightarrow[\theta_1 = 45^\circ]{\theta_3 = 60^\circ} \frac{n_1}{n_3} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

با توجه به این‌که $v \propto \frac{1}{n}$ داریم:

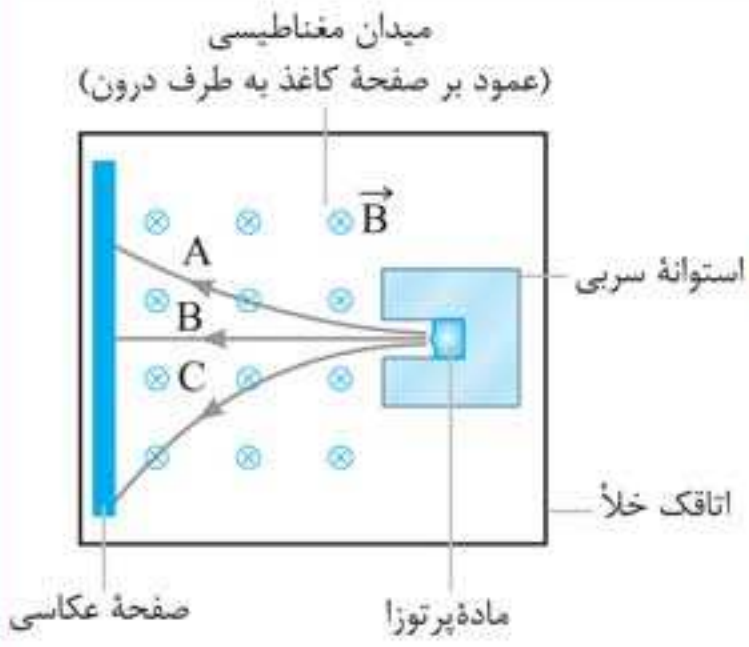
$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{n_1}{n_3} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

۱۵۹ پرتوزایی طبیعی

در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو می‌تواند ایجاد شود: پرتوی آلفا (α)، پرتوی بتا (β) و پرتوی گاما (γ)

نوع پرتو	تعداد نوکلئون‌ها	بار بر حسب بار پایه	میزان نفوذ در سرب	نکتهٔ خاص
آلفا (α)	۴	$+۲$	۰/۰۱ mm	پرتوی α، هستهٔ هلیم ($^{4}_{2}He$) است و در آشکارساز دود کاربرد دارد.
بتای منفی (β^-)	۰	-۱	۰/۱ mm	β^- همان الکترون ($^{0}_{-1}e^-$) است.
بتای مثبت (β^+)	۰	$+۱$	۰/۱ mm	β^+، پوزیترون ($^{0}_{1}e^+$) است.
گاما (γ)	۰	۰	۱۰۰ mm	بیشترین قدرت نفوذ در سرب را دارد.

تست در شکل زیر، مسیر سه پرتوی A، B و C را مشـــاهده می‌کنید. به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه نوع پرتوهای A، B و C به درستی بیان شده است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



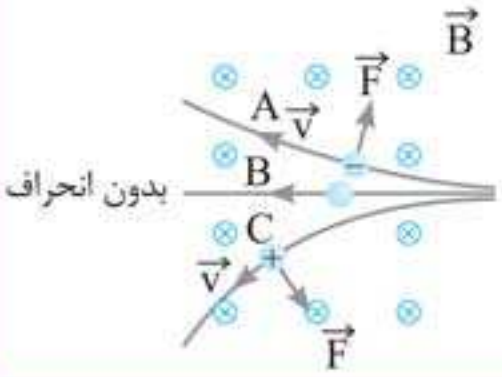
۱) β^- ، γ ، β^+

۲) β^- ، α ، β^+

۳) α ، γ ، β^-

۴) α ، β^+ ، β^-

پاسخ گزینهٔ «۳» طبق رابطهٔ $F = |q| vB\sin\theta$، بر ذرات باردار متحرک در میدان مغناطیســـی نیرو وارد می‌شود. چون پرتوی B، بدون انحراف از میدان مغناطیسی عبور کرده است، بنابراین بار آن صفر و نوع پرتو، گاما می‌باشد.



با توجه به انحراف پرتوهای A و C و با استفاده از قانون دست راست برای تعیین جهت نیروی مغناطیسی، نوع بار ذرهٔ A، منفی (β^-) و نوع بار ذرهٔ C، مثبت (β^+ یا α) است.

ریاضی نامه

فرمول کلی فرمول های مقایسه‌ای

کمیتی را در نظر بگیرید که از ضرب و تقسیم چند متغیر مختلف به دست می‌آید. برای به‌دست آوردن نسبت مقدار ثانویهٔ کمیت به مقدار اولیهٔ آن به این صورت عمل می‌کنیم که متغیرهای صورت کسرِ فرمول اصلی به شکل ثانویه به اولیه و متغیرهای مخرج کسر به شکل اولیه به ثانویه باشند، همچنین فراموش نکنید که توان هر متغیر را باید اثر دهیم.

تذکر اعداد ثابت در فرمول‌های مقایسه‌ای بی‌تأثیر هستند.

چند مثال فیزیکی:

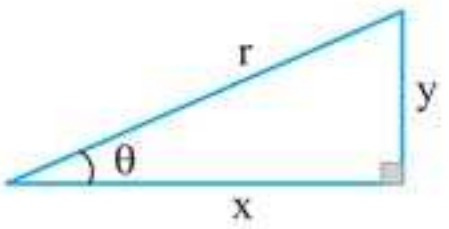
$$\text{تندی انتشار موج عرضی در تار}: v=\frac{۲}{d}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \xrightarrow[\text{d و ρ در مخرج و F در صورت}]{\text{۲ و π ثابت}} \frac{v_۲}{v_۱}=\frac{d_۱}{d_۲}\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\rho_۱}{\rho_۲}}$$

$$\text{میدان الکتریکی}: E=\frac{kq}{r^۲} \xrightarrow[\text{q در صورت و r در مخرج}]{\text{k ثابت}} \frac{E_۲}{E_۱}=\frac{q_۲}{q_۱}\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$$\text{معادلهٔ حالت}: PV=nRT \xrightarrow{\text{R ثابت}} \frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۲}{n_۱}\times\frac{T_۲}{T_۱}$$

روابط مثلثاتی

با توجه به مثلث قائم‌الزاویهٔ زیر، روابط مثلثاتی زاویهٔ θ به شکل زیر تعریف می‌شود:



$$\sin\theta=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}}=\frac{y}{r} \quad , \quad \cos\theta=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{x}{r}$$

$$\tan\theta=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{y}{x} \quad , \quad \cot\theta=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{ضلع مقابل}}=\frac{x}{y}$$

$$\sin^۲\theta+\cos^۲\theta=۱ \xrightarrow{\text{نتایج}} \sin^۲\theta=۱-\cos^۲\theta \quad \text{یا} \quad \cos^۲\theta=۱-\sin^۲\theta$$

$$\sin(۹۰+\theta)=\cos\theta\,,\ \cos(۹۰+\theta)=-\sin\theta\,,\ \sin(۱۸۰+\theta)=-\sin\theta\,,\ \cos(۱۸۰+\theta)=-\cos\theta$$

نکته‌ها:

۱ با افزایش زاویهٔ θ از صفر تا ۹۰°، توابع $\sin\theta$ و $\tan\theta$، افزایش و توابع $\cos\theta$ و $\cot\theta$، کاهش می‌یابند.

۲ اگر تابعی به صورت $A\cos\omega t$ یا $A\sin\omega t$ باشد، بیشینهٔ این تابع مستقل از ω و برابر با $|A|$ و کمینهٔ آن برابر $-|A|$ است. به عنوان مثال اگر جریان متناوب گذرنده از یک القاگر به‌صورت $I=۲\sin(۱۰۰\pi t)$ باشد، بیشینهٔ جریان گذرنده از القاگر برابر با ۲ آمپر است.

- سـرکار خانم مریم تاجداری مدیر واحد تولید، جناب آقای میلاد صفایی مدیر فنی و سـرکار خانم مرجان سپهریان، صفحه‌آرای محترم که در مراحل تولید کتاب زحمت زیادی کشیده‌اند.
- جناب آقای محسن فرهادی، مدیر واحد هنری که تمام زیبایی‌های این کتاب حاصل تلاش ایشان و همکاران‌شان بوده است.
- دوست عزیز و استاد گرانقدر، مهندس نوید شاهی که کلی مشورت خوب با ایشان داشتیم.

پیشاپیش از شما دبیران، مشاوران و دانش‌آموزان عزیز که قرار است این کتاب را نقد کنید متشکریم. در پایان از شما تقاضا داریم که از طریق پل ارتباطی زیر، ما را در جریان نقدها و نظرهای خودتان قرار دهید.

@physics_mehromah

یاشار انگوتی ـ حسن محمدی

فهرست

	صفحه	تعداد بسته‌های آموزشی	تعداد تست‌های داخل فصل	تعداد تست‌های آزمون پایان فصل
فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری	۷	۸	۲۳	۱۵
فصل ۲: کار، انرژی و توان	۲۵	۱۰	۲۳	۱۵
فصل ۳: ویژگی‌های فیزیکی مواد	۵۱	۱۱	۲۸	۲۰
فصل ۴: دما و گرما	۷۹	۱۲	۲۷	۲۰
فصل ۵: الکتریسته ساکن	۱۰۹	۱۳	۲۵	۲۰
فصل ۶: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم	۱۴۱	۱۶	۳۰	۲۰
فصل ۷: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی	۱۷۹	۱۶	۳۳	۲۰
فصل ۸: حرکت بر خط راست	۲۲۳	۱۵	۴۵	۲۰
فصل ۹: دینامیک	۲۶۱	۱۴	۳۴	۲۰
فصل ۱۰: نوسان و امواج	۲۹۱	۳۲	۴۹	۳۵
فصل ۱۱: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای	۳۴۹	۱۳	۲۵	۱۵
ریاضی‌نامه	۳۷۷			
آزمون جامع	۳۸۵			

۹ انرژی جنبشی (K)

نوعی از انرژی است که جسم به دلیل حرکتش دارد:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

- v: تندی (m/s)
- m: جرم (kg)
- K: انرژی جنبشی (J)

انرژی جنبشی کمیتی نرده‌ای و همواره مثبت است و فقط به تندی جسم (اندازهٔ سرعت) و جرم آن بستگی دارد و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

تست اگر تندی متحرکی به جرم m به اندازهٔ $5\ m/s$ افزایش پیدا کند، افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{5}{4}$ انرژی جنبشی اولیهٔ می‌شود. تندی اولیه متحرک چند متر بر ثانیه بوده است؟ (تجربی خارج ۹۵)

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

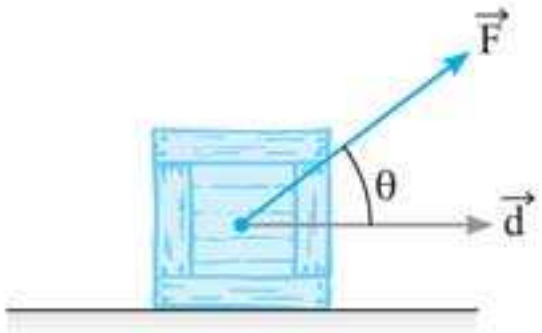
پاسخ گزینهٔ «۲»

$$\Delta K = \frac{5}{4}K_1 \Rightarrow \frac{5}{4}K_1 = K_2 - K_1 \Rightarrow K_2 = \frac{9}{4}K_1 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{9}{4}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{v_1+5}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{\text{رادیکال}} \frac{3}{2} = \frac{v_1+5}{v_1} \Rightarrow v_1 = 10\ m/s$$

۱۰ کار نیروی ثابت (W)

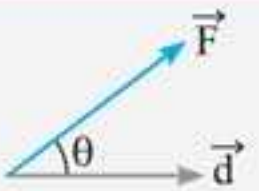
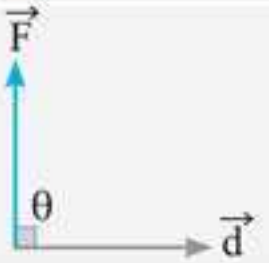
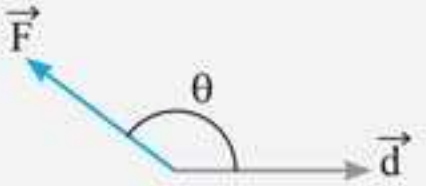
کاری که **نیروی ثابت** $\vec{F}$ به ازای جابه‌جایی $\vec{d}$ روی جسم انجام می‌دهد از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:



$$W = F\,d\cos\theta$$

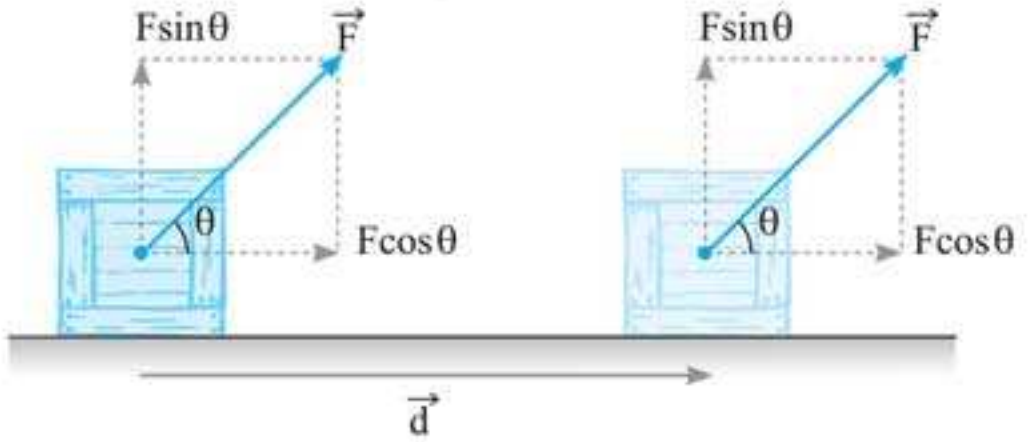
- F: نیروی ثابت (N)
- d: جابه‌جایی (m)
- θ: زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی
- W: کار (J) ژول

نکته: در رابطهٔ $W = Fd\cos\theta$، F و d به ترتیب اندازهٔ نیرو و اندازهٔ جابه‌جایی هستند و همیشه مثبت‌اند.
در نتیجه وظیفهٔ تعیین علامت W به عهدهٔ $\cos\theta$ است که سه وضعیت زیر برای آن امکان‌پذیر است:

W	وضعیت $\vec{F}$ و $\vec{d}$	$\cos\theta$	θ
$W > 0$		$0 < \cos\theta \le 1$	$0^\circ \le \theta < 90^\circ$
$W = 0$		$\cos\theta = 0$	$\theta = 90^\circ$
$W < 0$		$-1 \le \cos\theta < 0$	$90^\circ < \theta \le 180^\circ$

نگاه مفهومی‌تر به کار

اگر نیرو و جابه‌جایی بر هم عمود باشند، کار آن نیرو صفر خواهد بود. هنگامی که مانند شکل زیر نیروی $\vec{F}$ با جابه‌جایی $\vec{d}$، زاویهٔ θ می‌سازد، مؤلفه‌ای از نیرو که عمود بر جابه‌جایی است $(F\sin\theta)$ کارش صفر خواهد بود و فقط مؤلفه‌ای از نیرو که هم‌راستا با جابه‌جایی است $(F\cos\theta)$ روی جسم کار انجام می‌دهد:



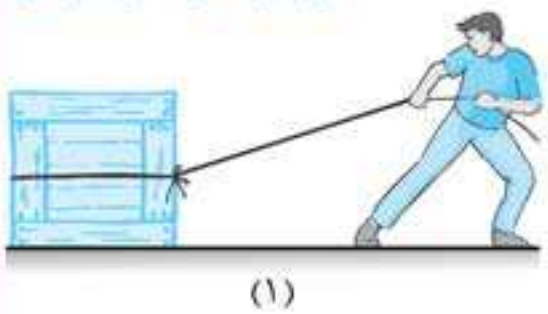
$$W = (F\cos\theta)d = Fd\cos\theta$$

نکته‌ها:

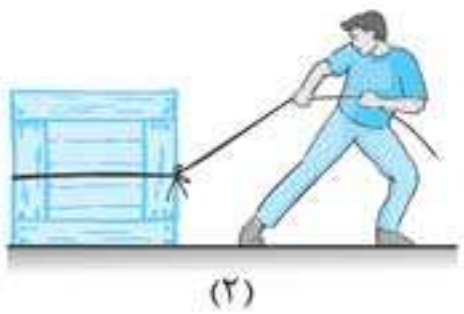
۱ مطابق شکل ماهواره‌ها در مسیر دایره‌ای دور زمین می‌چرخند و فقط نیروی وزن بر آن‌ها وارد می‌شود. چون این نیرو، در هر لحظه عمود بر جابه‌جایی (جهت حرکت) است $(\theta = 90^\circ)$، کاری روی ماهواره انجام نمی‌شود: $\theta = 90^\circ \Rightarrow W = 0$

۲ اگر جسمی را با یک طناب در یک مسیر دایره‌ای بچرخانیم کار نیروی کشش طناب نیز صفر است.

تست شخصی جسمی را یک بار با طناب بلند (شکل ۱) و بار دیگر با طناب کوتاه (شکل ۲) روی سطح افقی و بدون اصطکاک به اندازهٔ d می‌کشد. اگر کار انجام‌شده در هر دو حالت برابر باشد، نیروی وارد شده بر جسم در کدام حالت بزرگ‌تر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



(۱)



(۲)

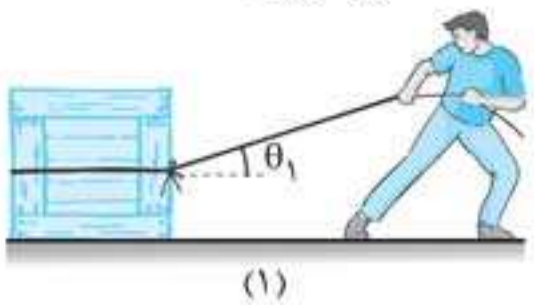
۱) در شکل ۱

۲) در شکل ۲

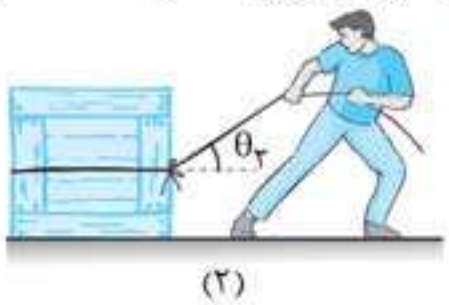
۳) در دو حالت برابر است.

۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

پاسخ **گزینهٔ «۲»** با افزایش زاویهٔ θ از ۰ تا ۹۰ درجه، $\cos\theta$ کاهش می‌یابد.



(۱)



(۲)

طبق شکل مشخص است که: $\theta_1 < \theta_2 \Rightarrow \cos\theta_1 > \cos\theta_2$

$$W_1 = W_2 \Rightarrow F_1 d\cos\theta_1 = F_2 d\cos\theta_2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1} \xrightarrow{\cos\theta_2 < \cos\theta_1} \frac{F_1}{F_2} < 1 \Rightarrow F_1 < F_2$$

پاسخ **گزینهٔ «۳»** دقت کنید که فاصلهٔ کف مخزن از سطح آزاد مایع $h = ۳۰\,cm$ است:

$$F = \rho ghA = ۸۰۰ \times ۱۰ \times ۰/۳ \times (۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}) = ۲۴\,N$$

یادتون نره که همیشه اعداد رو باید برحسب واحدهای SI جایگذاری کنید!

استوانهٔ A پر از آب است. نیرویی که آب بر کف استوانه وارد می‌کند F_A و فشار حاصل از آب در کف استوانه P_A است. اگر ابعاد استوانهٔ B نصف ابعاد استوانهٔ A باشد و آن را هم پر از آب کنیم، نیرو و فشار مورد نظر به ترتیب F_B و P_B می‌شود. نسبت‌های $\frac{F_A}{F_B}$ و $\frac{P_A}{P_B}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (ریاضی ۹۴)

۱) ۲ و ۲
۲) ۴ و ۲
۳) ۸ و ۸
۴) ۸ و ۲

پاسخ **گزینهٔ «۴»**

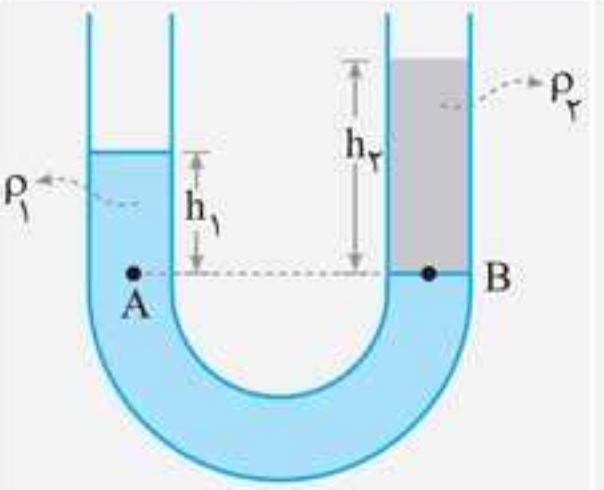
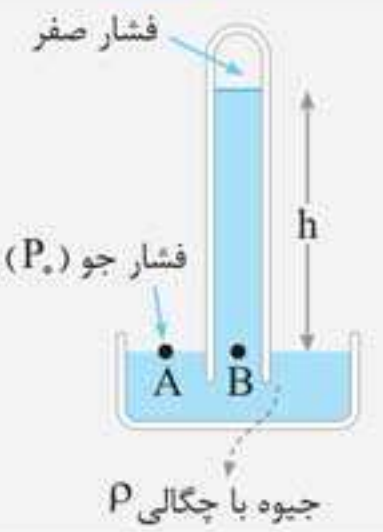
$$P_{\text{مایع}} = \rho gh \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{h_A}{h_B} = ۲$$

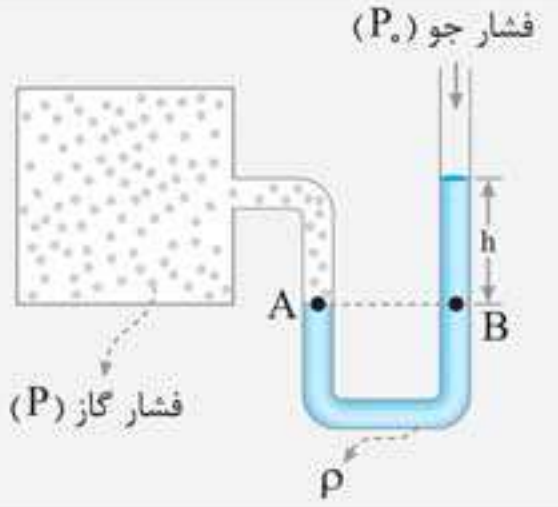
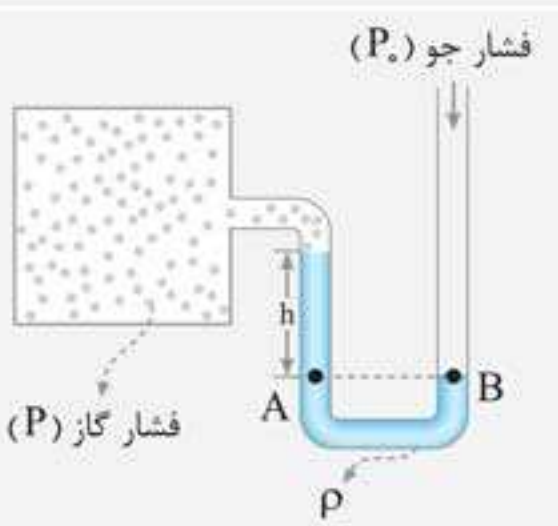
ابعاد ظرف A دو برابر B است، در نتیجه مساحت قاعدهٔ استوانه A، ۴ برابر استوانه B می‌باشد.

$$F = \rho ghA \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{h_A}{h_B} \times \frac{A_A}{A_B} = ۲ \times ۲^۲ = ۸$$

۲۷ کاربردهای هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز در یک مایع ساکن

در تمامی وسیله‌های زیر، نقاط مشخص شدهٔ A و B، نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن هستند و در نتیجه هم‌فشارند. از همین نکته استفاده می‌کنیم و روابط این وسیله‌ها را می‌نویسیم:

نام وسیله	شکل	رابطه	توضیحات
لولهٔ U شکل		$P_A = P_B$ $P_۰ + \rho_۱ gh_۱ = P_۰ + \rho_۲ gh_۲$ $\rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$	مایعی که ارتفاع بیشتری دارد، چگالی کم‌تری دارد و مایعی که پایین‌تر قرار گرفته، چگالی بیشتری دارد.
جوسنج (بارومتر)		$P_A = P_B$ $P_۰ = \rho gh$	میزان بالا آمدن جیوه در لوله، مستقل از سطح مقطع لوله است و اگر فشار در بالای لوله باشد: $P' \neq ۰$ $P_۰ = P' + \rho gh$

فشارسنج (مانومتر)		$P_A = P_B$ $P = P_0 + \rho gh$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = +\rho gh$ $(P_g > 0)$
		$P_A = P_B$ $P + \rho gh = P_0$ $P = P_0 - \rho gh$	فشار پیمانه‌ای (P_g): $P_g = P - P_0 = -\rho gh$ $(P_g < 0)$

نکته: اعدادی که تمامی انواع فشارسنج‌ها (بارومتر، مانومتر، بوردون و...) نمایش می‌دهند، فشار پیمانه‌ای (P_g) است.

تست فشـــار لاستیک باد شده‌ای ۲۲۰ کیلوپاســـکال اندازه‌گیری می‌شود. این فشـــار، ..... (ریاضی خارج ۹۱)

$(\rho_{جیوه} = 13/6\ g/cm^3\ ,\ g = 10\ m/s^2)$

۱) فشار مطلق است و معادل ۲۲ اتمسفر است.

۲) فشار پیمانه‌ای است و معادل ۲۲ اتمسفر است.

۳) فشار پیمانه‌ای است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

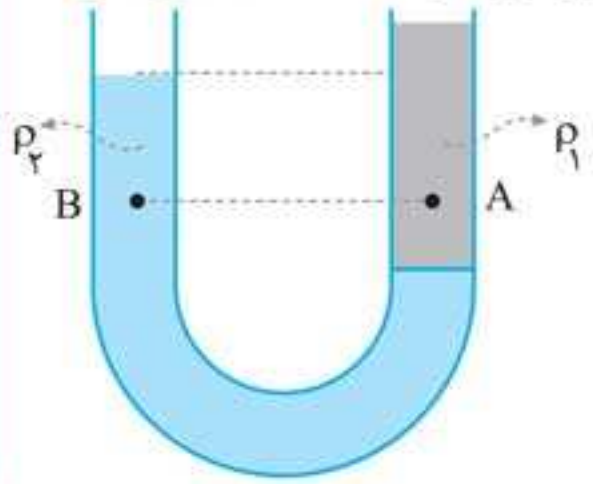
۴) فشار مطلق است و تقریباً معادل ۱۶۲ cmHg است.

پاسخ **گزینهٔ «۳»** همان‌طور که گفتیم تمامی فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند، در نتیجه داریم:

$$P_g = 220\ kPa = 220 \times 10^3\ Pa = 2/2 \times 10^5\ Pa = 2/2\ atm$$

$$P_g = \rho gh \Rightarrow 220 \times 10^3 = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times h \Rightarrow h = 1/62\ m = 162\ cmHg$$

شکل مقابل، درون لولهٔ U شکل دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 ریخته شده و فشار در نقاط A و B درون دو مایع به ترتیب P_A و P_B است. کدام رابطه در این مورد درست است؟ (تجربی خارج ۹۵)



۱) $P_B < P_A\ ,\ \rho_2 > \rho_1$

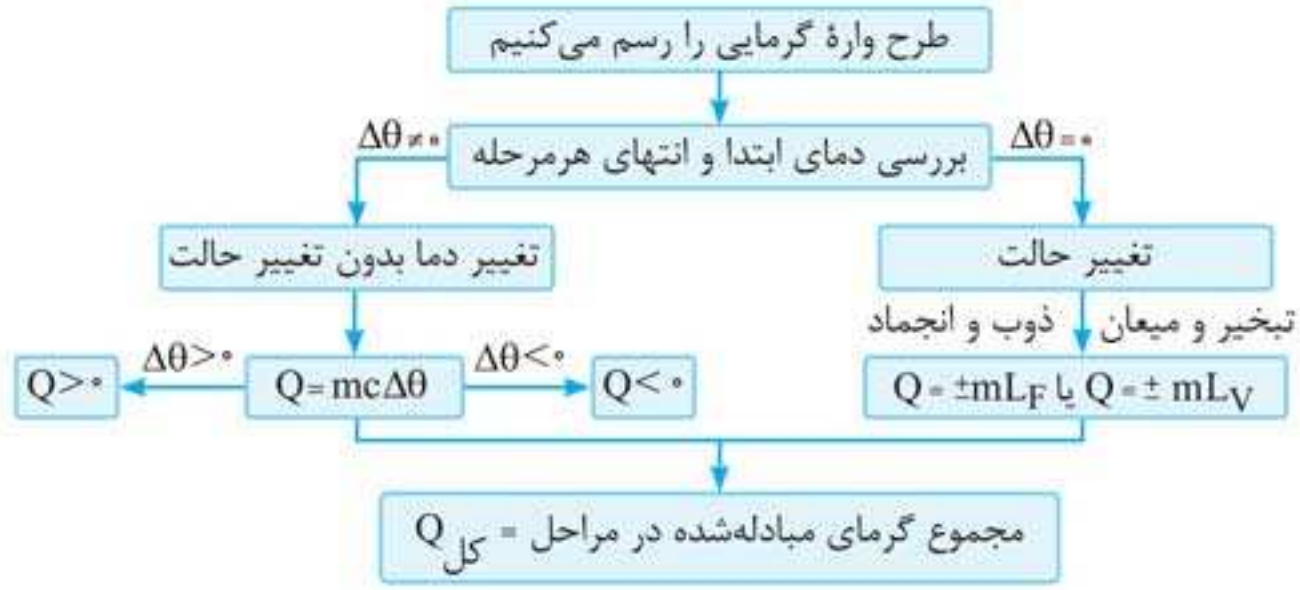
۲) $P_B > P_A\ ,\ \rho_2 > \rho_1$

۳) $P_B < P_A\ ,\ \rho_2 < \rho_1$

۴) $P_B > P_A\ ,\ \rho_2 < \rho_1$

۳۷ تغییر دما و تغییر حالت

در برخی مسائل که بر اثر مبادلهٔ گرما، نه تنها دمای جسم، بلکه حالت آن نیز تغییر می‌کند، مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:



نکته: با استفاده از روابط زیر می‌توانیم مقادیر L_F و L_V آب را در محاسبات ساده کنیم:

$$c_{آب} = ۴۲۰۰\,J/kg\cdot^\circ C \quad , \quad c_{یخ} = ۲۱۰۰\,J/kg\cdot^\circ C = \frac{۱}{۲}c_{آب}$$

$$L_F = ۳۳۶۰۰۰\,J/kg = ۸۰c_{آب} \quad , \quad L_V = ۲۲۶۸۰۰۰\,J/kg = ۵۴۰c_{آب}$$

تست اگر گرمای ویژهٔ آب و یخ به ترتیب $۴۲۰۰\,J/kg\cdot K$ و $۲۱۰۰\,J/kg\cdot K$ و همچنین $L_F = ۳۳۵۰۰۰\,J/kg$ باشد، چند کیلوژول گرما لازم است تا ۲۰۰ گرم یخ (۵−) درجهٔ سلسیوس به آب ۵۰ درجهٔ سلسیوس تبدیل شود؟ (تجربی ۹۵)

۱) ۱۱/۳۲ ۲) ۱۱۱/۱ ۳) ۱۱۳/۲ ۴) ۱۱۱۱۰۰

پاسخ گزینهٔ «۲»

$$Q_{کل} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = mc_{یخ}\Delta\theta_1 + mL_F + mc_{آب}\Delta\theta_3$$

$$\Rightarrow Q_{کل} = ۰/۲(۲۱۰۰\times۵ + ۳۳۵۰۰۰ + ۴۲۰۰\times۵۰) = ۱۱۱۱۰۰\,J = ۱۱۱/۱\,kJ$$

نکته: نمودار دمای یک قطعه یخ برحسب گرمای دریافتی توسط آن به شکل مقابل است:

- قسمت‌های افقی: تغییر حالت (mL_F یا mL_V)
- قسمت‌های غیرافقی: تغییر دما ($Q = mc\Delta\theta$)
- شیب نمودار در قسمت‌های غیرافقی $\frac{۱}{C} = \frac{۱}{mc}$ است.
- اگر با گرمکنی با توان P، جسم را گرم کرده باشیم، به کمک رابطهٔ $Q = Pt$، محور افقی را می‌توان برحسب زمان (t) نیز نوشت.