

به نام پروردگار مهربان

جمع‌بندی

رشته تجربی | دهم • یازدهم • دوازدهم

فیزیک

مرور و جمع‌بندی کنکور در (۲۴) ساعت

- مهندس یاشار انگوتی • مهندس حسن محمدی
- مدیر گروه فیزیک و ناظر محتوایی: نصراله افاضل



مهروماه

فیزیک و اندازه‌گیری

۱ فیزیک دانش بنیادی

دانشمندان فیزیک با انجام آزمایش‌های مختلف، برای توصیف پدیده‌های فیزیکی از قانون، مدل و نظریه استفاده می‌کنند.

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان معتبر نیستند و ممکن است با انجام آزمایش‌های جدید، تغییر کنند. (مانند اصلاح نظریه اتمی که بارها توسط دانشمندان مختلف انجام شد.) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه قوت دانش فیزیک است.

قانون

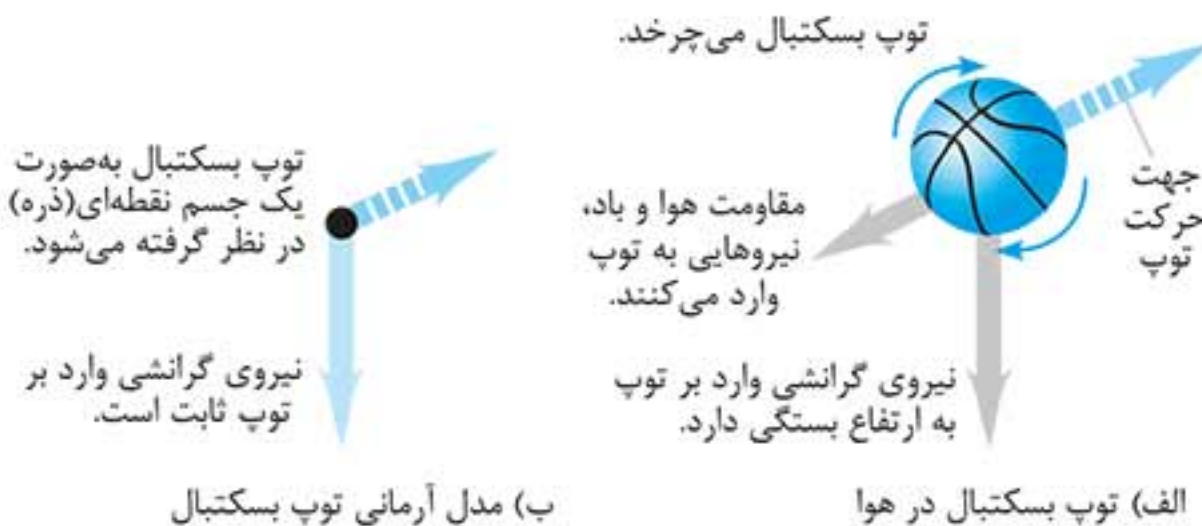
رابطه بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کند و در دامنه وسیعی از پدیده‌های گوناگون کاربرد دارد. (مانند قوانین نیوتون)

اصل

برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کم‌تری دارند، از اصل استفاده می‌شود. (مانند اصل پاسکال که فقط برای شاره‌های ساکن معتبر است.)

۲ مدل‌سازی در فیزیک

مدل‌سازی فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.



به عنوان مثال برای مدل‌سازی حرکت توپ بسکتبال در فضا، آن را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم و از چرخش توپ، تغییر نیروی گرانشی با تغییر ارتفاع و مقاومت هوا صرف‌نظر می‌کنیم و در نهایت جهت حرکت و نیروی وزن را بررسی می‌کنیم.



نکته:

هنگام مدل‌سازی، باید از اثرهای جزئی صرف‌نظر کنیم و نباید اثرهای مهم و تأثیرگذار را نادیده بگیریم. مثلاً در مدل‌سازی حرکت توپ نمی‌توانیم نیروی وزن را حذف کنیم، چرا که در این صورت پرتاب توپ به سمت بالا، با هیچ بازگشتی همراه نخواهد بود!

۳

تقسیم‌بندی کمیت‌ها

- ۱ کمیت نرده‌ای: فقط با یک عدد و یکای مناسب بیان می‌شود.
- ۲ کمیت برداری: علاوه بر یک عدد و یکای مناسب، جهت آن نیز باید گفته شود.

نکته:

کمیت‌های بردار مکان، جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو، تکانه، میدان الکتریکی و مغناطیسی همگی برداری‌اند و کمیت‌هایی مانند مسافت، تندی، انواع انرژی‌ها، کار، شار مغناطیسی، جریان، فشار و ... همگی نرده‌ای‌اند.

تذکر

جریان و فشار دو کمیتی هستند که جهت دارند ولی چون از قوانین جمع برداری پیروی نمی‌کنند، نرده‌ای‌اند.

۴

کمیت‌ها و یکاهای اصلی

هفت کمیت زیر، کمیت‌های اصلی و یکاهای آن‌ها نیز یکاهای اصلی‌اند. هر کمیتی به غیر از این هفت کمیت کمیت‌های فرعی‌اند و توسط رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی به این هفت کمیت وابسته‌اند و یکای آن‌ها برحسب یکاهای اصلی تعریف می‌شود و نیازی به تعریف یکای مستقل برای کمیت‌های فرعی نیست.

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندِلا (شمع)	cd

یکای نجومی (AU) برابر با میانگین فاصله زمین تا خورشید و واحد طول می‌باشد. همچنین سال نوری نیز مسافتی است که نور در یک سال در خلأ طی می‌کند و واحد طول است.



تست

کدام کمیت‌ها همگی فرعی و نرده‌ای هستند؟

(ریاضی ۹۷)

- (۱) نیرو - جرم - گرمای ویژه
 (۲) انرژی جنبشی - شار مغناطیسی - شتاب
 (۳) فشار - جرم - میدان مغناطیسی
 (۴) انرژی جنبشی - شار مغناطیسی - فشار

پاسخ گزینه «۴»

یکای ژول، معادل کدام یک از یکاهای زیر است؟

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \text{ (۴)} \quad \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \text{ (۳)} \quad \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}} \text{ (۲)} \quad \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \text{ (۱)}$$

پاسخ گزینه «۴» ژول یکای انرژی است، به کمک هر کدام از فرمول‌های انرژی که می‌دانیم، می‌توانیم یکای ژول را برحسب یکاهای اصلی به دست آوریم:

$$\text{انرژی جنبشی} = K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow J = \text{kg} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \Rightarrow J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

بدون یکا m/s

↑ ↑

J kg

تبدیل زنجیری

برای تبدیل یکاها به روش تبدیل زنجیری، اندازه کمیت‌ها را در یک ضریب تبدیل مناسب (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می‌کنیم. مثال زیر یک نمونه از تبدیل زنجیری است:

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \underbrace{\left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)}_{\text{ضریب تبدیل}} \times \left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) = 20 \text{ m/s}$$

آهنگ

تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. مثلاً اگر آهنگ خروج آب از شلنگی، $100 \text{ cm}^3 / \text{s}$ باشد، به این معنا است که در هر ثانیه، 100 cm^3 آب از شلنگ خارج می‌شود.

تست

از شلنگی آب با آهنگ $20 \text{ cm}^3 / \text{s}$ خارج می‌شود. آهنگ خروج آب چند لیتر بر دقیقه است؟

- (۱) ۰/۰۱۲ (۲) ۰/۱۲ (۳) ۱/۲ (۴) ۱۲

پاسخ گزینه «۳»

$$20 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 20 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \left(\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \right) \times \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = \frac{20 \times 60}{1000} \frac{\text{L}}{\text{min}} = 1/2 \text{ L/min}$$

سازگاری یکاها

در هر رابطه و فرمول فیزیک، یکای نهایی کمیت‌ها در دو طرف رابطه باید یکسان باشد. به عنوان مثال، امکان ندارد که کمیتی برحسب ژول با کمیتی برحسب متر برابر باشد. یعنی در فیزیک دو تا سیب با دو تا گلابی برابر نیست!



پاسخ گزینه «۱» حجم مخلوط را V در نظر می‌گیریم:

$$V_1 = \frac{1}{3}V, V_2 = \frac{2}{3}V$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V} = \frac{\rho_1 \times \frac{1}{3}V + \rho_2 \times \frac{2}{3}V}{V} = \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$$

چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیه V_A و V_B برابر 0.75 گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چگالی مایع A برابر 600 g/L و چگالی مایع B 800 g/L باشد، V_A چند برابر V_B است؟

(ریاضی خارج ۹۲)

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

پاسخ گزینه «۳» واحد چگالی‌ها را یکسان می‌کنیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 0.75 \text{ g/cm}^3, \rho_A = 600 \text{ g/L} = 0.6 \text{ g/cm}^3, \rho_B = 800 \text{ g/L} = 0.8 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \Rightarrow 0.75 = \frac{0.6 \times V_A + 0.8 V_B}{V_A + V_B} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{1}{3}$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای



۱. جرم و زمان از و کیلوگرم و ثانیه از می‌باشند. (ریاضی خارج ۸۶)

- (۱) یکاهای فرعی - یکاهای اصلی
(۲) یکاهای اصلی - کمیت‌های فرعی
(۳) کمیت‌های اصلی - یکاهای اصلی
(۴) کمیت‌های اصلی - کمیت‌های فرعی

۲. آهنگ خروج آب از یک شلنگ، 300 لیتر بر دقیقه است. اگر با این شیر بخواهیم استخری به قاعده $5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ را پر کنیم، آهنگ افزایش ارتفاع آب استخر بر حسب mm/s کدام است؟

- (۱) $2/5$ (۲) 0.25 (۳) 5 (۴) 0.5

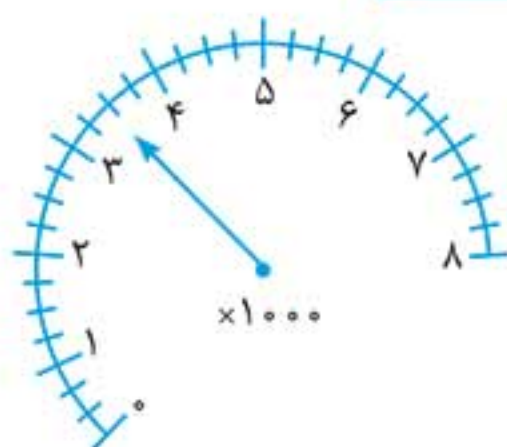
۳. طول یک جسم با خط‌کشی که بر حسب میلی‌متر مدرج شده، اندازه‌گیری شده است. این طول را بر حسب سانتی‌متر چگونه می‌توان نوشت؟ (ریاضی ۸۵)

- (۱) $7/0$ (۲) $7/52$ (۳) $75/0.20$ (۴) $75/2$

۴. شکل مقابل یک کولیس رقمی را نشان می‌دهد. بزرگی خطای اندازه‌گیری با این کولیس چند میکرومتر است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



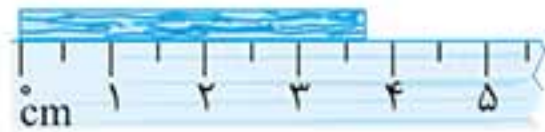
- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) $1/5$ (۴) ۱



۵. شکل مقابل نمایشگر دور موتور یک خودرو را بر حسب دور بر دقیقه (rpm) نمایش می‌دهد. دقت و خطا به ترتیب از راست به چپ بر حسب rpm کدام است؟

- (۱) $\pm 200, 200$ (۲) $\pm 100, 200$
(۳) $\pm 250, 250$ (۴) $\pm 125, 250$

۶ نتیجه اندازه‌گیری توسط خط‌کش مقابل به همراه خطای آن بر حسب سانتی‌متر کدام است؟ (برگرفته از کتاب درسی)



- (۱) $3/7 \pm 0/25$ (۲) $3/75 \pm 0/25$
(۳) $3/7 \pm 0/2$ (۴) $3/75 \pm 0/2$

۷ جرم جسمی $1/40 \times 10^4 \text{ kg}$ اندازه‌گیری شده است. تعداد ارقام با معنی در این اندازه‌گیری کدام است؟

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۸ قدیمی‌ترین سنگ نوشته حقوق بشر به حدود ۲۵۵۰ سال پیش باز می‌گردد. مرتبه بزرگی سن این سنگ نوشته بر حسب ثانیه چقدر است؟ (هر سال را $3 \times 10^7 \text{ s}$ در نظر بگیرید.)

- (۱) 10^{10} (۲) 10^{12} (۳) 10^{14} (۴) 10^{16}

۹ تخمین مرتبه بزرگی تعداد نوترون‌هایی را که می‌توان تنگ هم در یک توپ فوتبال به شعاع $11/5 \text{ cm}$ جای داد، کدام است؟ (مرتبه بزرگی شعاع نوترون را 10^{-15} m در نظر بگیرید.) (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) 10^{29} (۲) 10^{42} (۳) 10^{45} (۴) 10^{48}

۱۰ با فرض اینکه فشار در تمام نقاط سطح کره زمین، 10^5 Pa است، تخمین مرتبه بزرگی جرم هوای اطراف زمین بر حسب کیلوگرم کدام است؟ (شعاع زمین 6400 km است.) (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) 10^{16} (۲) 10^{19} (۳) 10^{22} (۴) 10^{25}

۱۱ چگالی جسم A، $1/5$ برابر چگالی جسم B است. اگر جرم 500 سانتی‌متر مکعب از جسم B برابر 200 گرم باشد، جرم 200 سانتی‌متر مکعب از جسم A چند گرم است؟ (ریاضی خارج ۹۱)

- (۱) ۱۲۰ (۲) ۱۸۰ (۳) ۲۴۰ (۴) ۳۶۰

۱۲ جرم یک گلوله آهنی 3900 گرم و چگالی آن 7800 kg/m^3 است. اگر گلوله آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو ببریم و چگالی الکل 800 گرم بر لیتر باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟ (ریاضی خارج ۹۰)

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۳۹۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۴۰۰۰

۱۳ دو استوانه همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه A توپر و استوانه B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه A چند برابر چگالی استوانه B است؟ (ریاضی ۸۹)

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

۱۴ در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط 5 cm^3 کاهش می‌یابد. جرم یخ ذوب شده چند گرم است؟ ($\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$) (ریاضی خارج ۸۸)

- (۱) $4/5$ (۲) ۵ (۳) ۴۵ (۴) ۵۰

۱۵ جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است. اگر حجم قطعه ساخته شده 5 سانتی‌متر مکعب و چگالی آن $13/6 \text{ g/cm}^3$ باشد، جرم نقره به کار رفته چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب 10 g/cm^3 و 19 g/cm^3 فرض شود.) (ریاضی خارج ۹۵)

- (۱) ۸ (۲) ۳۰ (۳) ۳۴ (۴) ۳۸



پاسخ‌نامه تشریحی



۱. گزینه «۳»

۲. گزینه «۲»

آهنگ خروج آب از شلنگ برابر با آهنگ تغییر حجم آب درون استخر است. آهنگ خروج آب را بر حسب m^3/s

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = 300 \frac{L}{\min} \times \left(\frac{1 \min}{60 s}\right) \times \left(\frac{1 m^3}{1000 L}\right) = 5 \times 10^{-3} m^3/s$$

محاسبه می‌کنیم:

تغییر حجم آب درون استخر برابر با Δh می‌باشد.

$$\Delta V = A \Delta h \xrightarrow[\text{بر } \Delta t \text{ می‌کنیم}]{\text{طرفین را تقسیم}} \frac{\Delta V}{\Delta t} = A \frac{\Delta h}{\Delta t} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} = 20 \times \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta h}{\Delta t} = 0.25 \times 10^{-3} m/s \xrightarrow{\times 1000} \frac{\Delta h}{\Delta t} = 0.25 mm/s$$

۳. گزینه «۲»

چون خط‌کش مدرج است، باید یک رقم حدسی هم داشته باشیم که ارزش و جایگاه این عدد یک دهم میلی‌متر (یک صدم سانتی‌متر) است. بنابراین، گزینه‌ای قابل قبول است که دقیقاً تا یک صدم سانتی‌متر رقم داشته باشد و فقط گزینه «۲» این ویژگی را دارد.

۴. گزینه «۴»

بزرگی خطا در وسایل رقمی برابر با یک واحد از آخرین رقم گزارش شده است:

$$\text{خطا} = \pm \frac{1}{1000} mm = \pm 10^{-6} m = \pm 1 \mu m \Rightarrow \text{بزرگی خطا} = 1 \mu m$$

۵. گزینه «۴»

بین هر دو عدد به چهار قسمت تقسیم شده است، در نتیجه دقت برابر است با:

$$\text{دقت} = \frac{1}{4} \times 1000 \text{ rpm} = 250 \text{ rpm}$$

$$\text{خطای وسیله مدرج} = \pm \frac{\text{دقت}}{2} = \pm \frac{250}{2} = \pm 125 \text{ rpm}$$

۶. گزینه «۳»

دقت برابر با کمینه درجه‌بندی است:

$$\text{خطا} = \pm \frac{\text{دقت}}{2} = \pm \frac{0.5}{2} = \pm 0.25 \text{ cm} \xrightarrow[\text{شود}]{\text{باید گرد}} \text{خطا} = \pm 0.3 \text{ cm}$$

چون وسیله مدرج است، باید یک رقم حدسی هم داشته باشیم. حدس من $3/7 \text{ cm}$ است:

$$\text{گزارش} = \text{خطا} \pm \text{عدد خوانده شده} = 3/7 \text{ cm} \pm 0.3 \text{ cm}$$

↓
رقم حدسی

۷. گزینه «۱»

گفتیم که وقتی عددی به صورت $a \times 10^n$ گزارش می‌شود، تعداد ارقام با معنای آن برابر با تعداد ارقام با

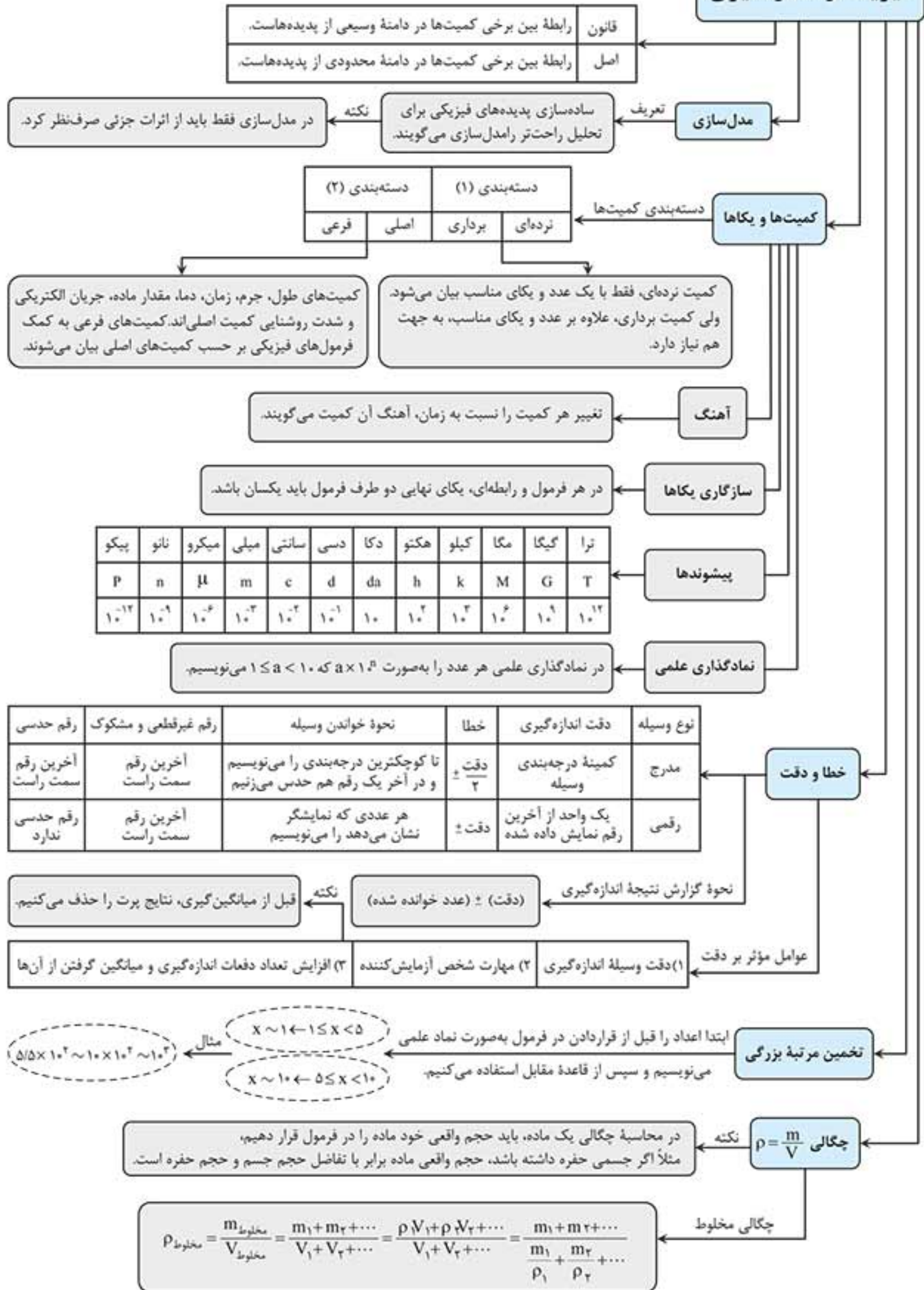
$$m = 1/40 \times 10^4 \text{ kg}$$

معنای a است، بنابراین:

سه رقم با معنا

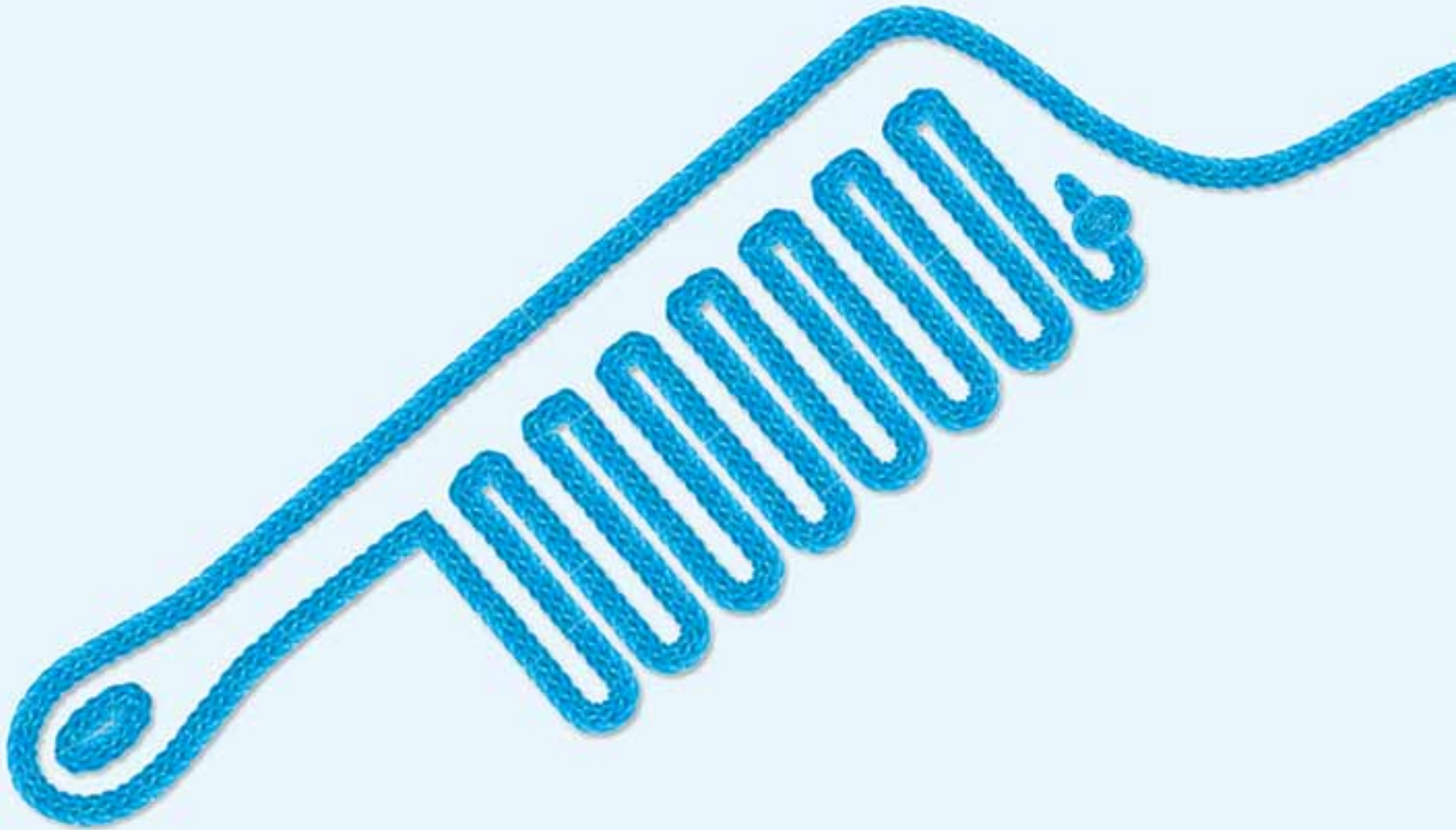


فیزیک و اندازه‌گیری



الکتریسیته ساکن

- مفاهیم اولیه بار الکتریکی
- نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار
- میدان الکتریکی
- انرژی پتانسیل الکتریکی
- پتانسیل الکتریکی
- توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا
- خازن





تذکر در این فرمول، بارها باید با علامتشان جایگذاری شوند.

- جهت شارش بار از جسم با بار منفی به جسم با بار مثبت است (اگر بارها همنام باشند، با در نظر گرفتن علامت، بار از جسمی که بار کمتری دارد، به جسمی که بار بیشتری دارد، منتقل می‌شود).

تماس دو کره رسانا به یکدیگر

با اتصال دو کره فلزی مشابه با بارهای q_1 و q_2 به یکدیگر و سپس جدا کردن آن‌ها، بار نهایی هر دو کره (q_1' و q_2') با هم برابر شده و مقدار آن برابر است با:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

- اگر کره‌ها هم‌اندازه نباشند، کره بزرگ‌تر بار بیشتری می‌یابد.

تست

دو کره فلزی یکسان که روی دو پایه عایق قرار دارند، دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +12 \mu\text{C}$ و $q_2 = -2 \mu\text{C}$ می‌باشند. اگر این دو کره را با هم تماس داده و سپس از هم جدا کنیم، بار الکتریکی هر کره چند میکروکولن می‌شود؟

(ریاضی خارج ۸۹)

۵ (۴)

۸ (۳)

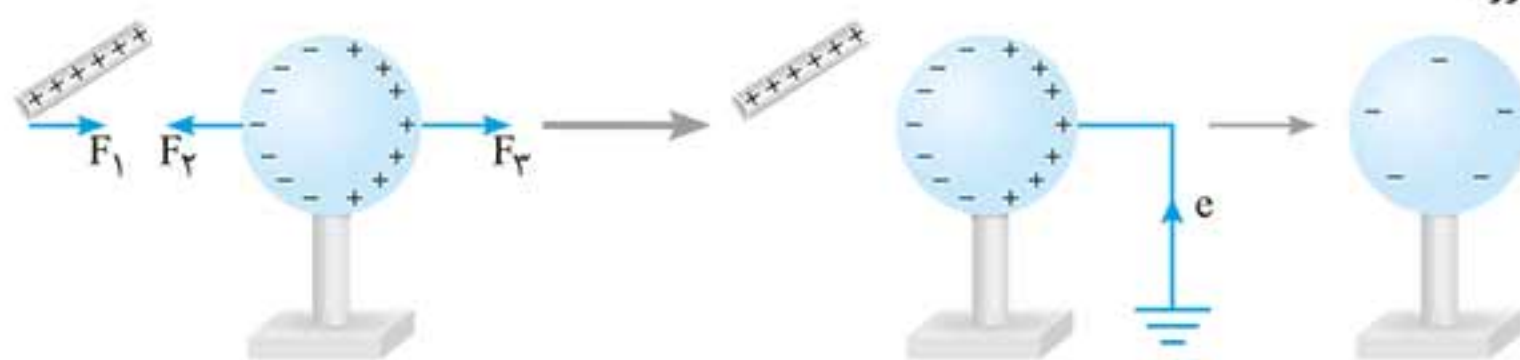
۱۰ (۲)

۷ (۱)

پاسخ گزینه «۴» $q_1 = 12 \mu\text{C}$, $q_2 = -2 \mu\text{C}$, $q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{12 - 2}{2} = 5 \mu\text{C}$

القا

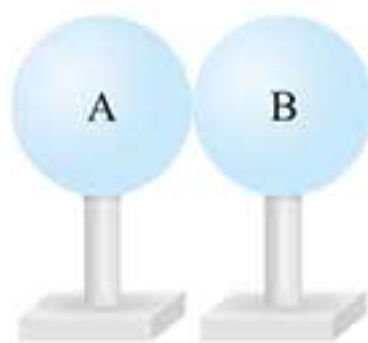
جابه‌جا شدن بار الکتریکی درون یک جسم در اثر نیروی جاذبه یا دافعه الکتریکی است و برای اجسام رسانا به کار می‌رود.



- علامت بار ایجاد شده در رسانا مخالف بار جسم القاکننده است.
- جسم القاکننده و القاشونده همواره یکدیگر را جذب می‌کنند (نیروی جاذبه F_2 از نیروی دافعه F_1 بیشتر است).

تست

در شکل مقابل، اندازه بار میله، q است و کره‌های رسانای A و B در ابتدا بار الکتریکی ندارند و در تماس با یکدیگر هستند. اگر دو کره را از یکدیگر جدا کنیم، سپس میله را نیز از آن‌ها دور کنیم، اندازه بار کره‌های A و B به ترتیب q_A و q_B می‌شود. کدام گزینه درست است؟

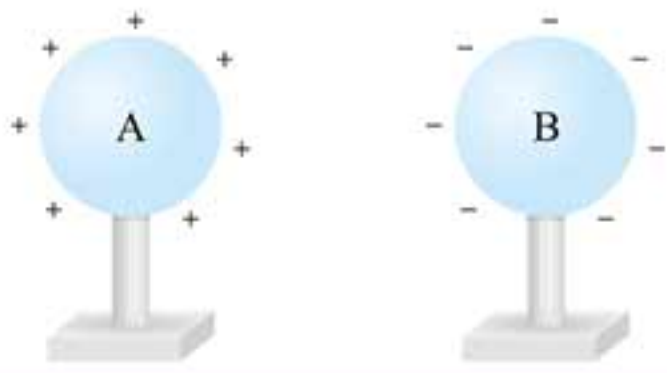


$|q_A| < |q_B|$ (۴)

$|q_A| > |q_B|$ (۳)

$q_A = -q_B$ (۲)

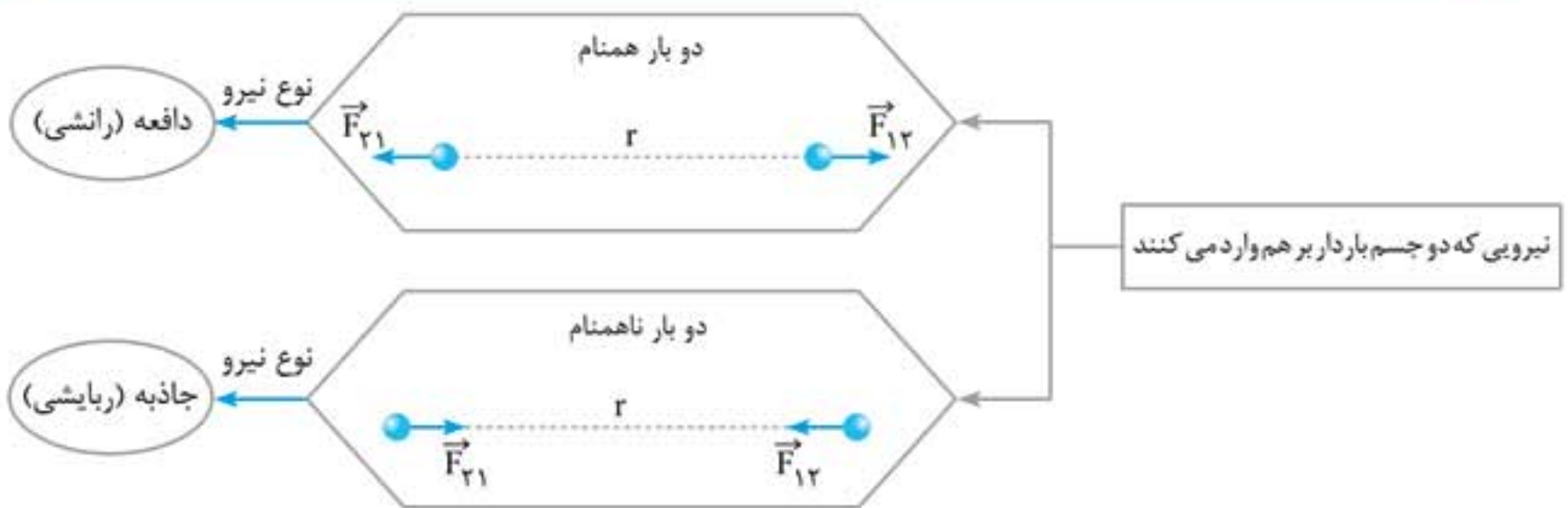
$q_A = q_B$ (۱)



پاسخ گزینه «۲» ۱ میله دارای بار منفی است، بنابراین کره A بار مثبت و کره B بار منفی می‌یابد.
 ۲ چون دو کره هم‌اندازه و با یکدیگر در تماس بوده‌اند، هر مقدار که B بار منفی دریافت کرده است، کره A همان مقدار بار منفی از دست داده است ($|q_A^+| = |q_B^-|$).

نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار

۳



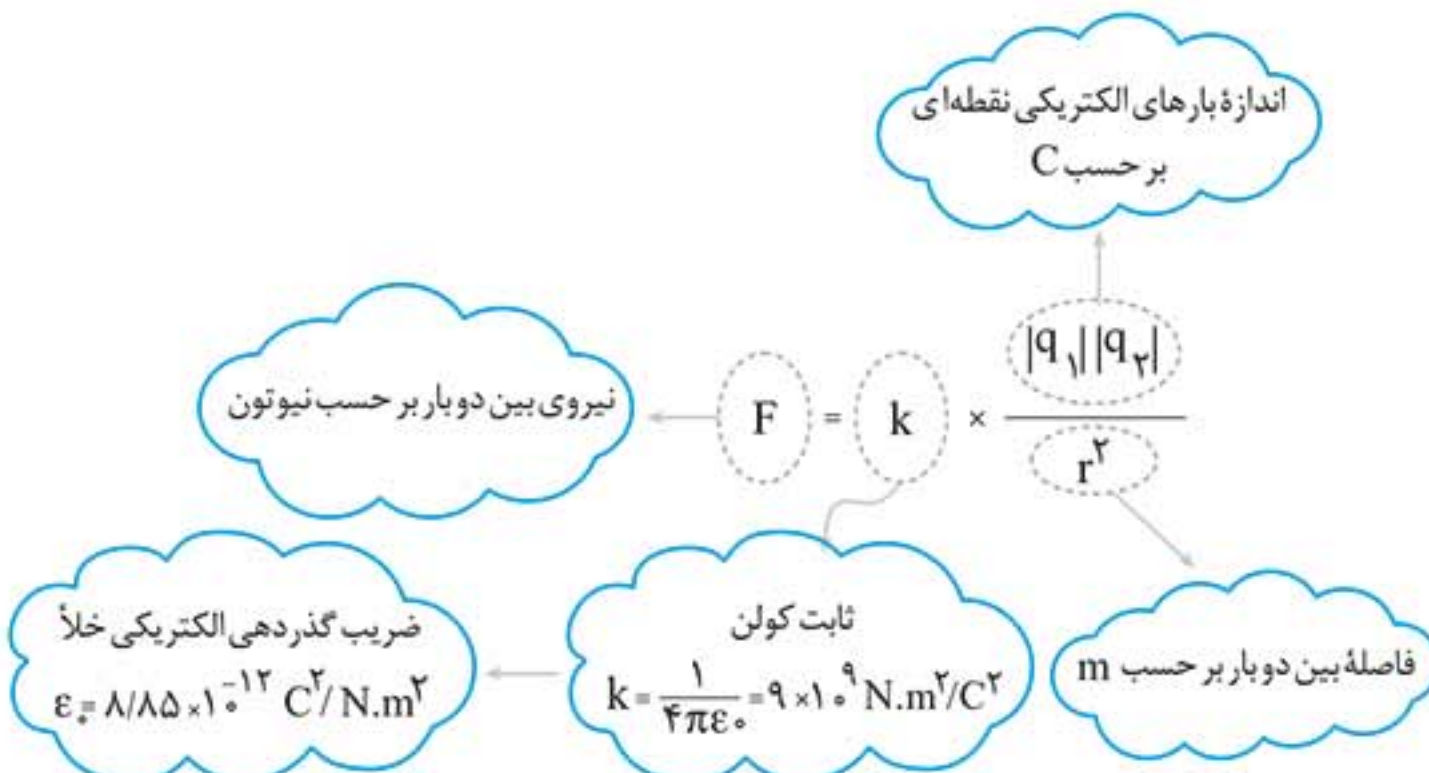
نکته: نیروی الکتریکی وارد بر هر یک از دو بار حتماً در راستای خط واصل دو بار است و طبق قانون

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow F_{12} = F_{21} = F$$

سوم نیوتون هم‌اندازه و در خلاف جهت هم هستند.

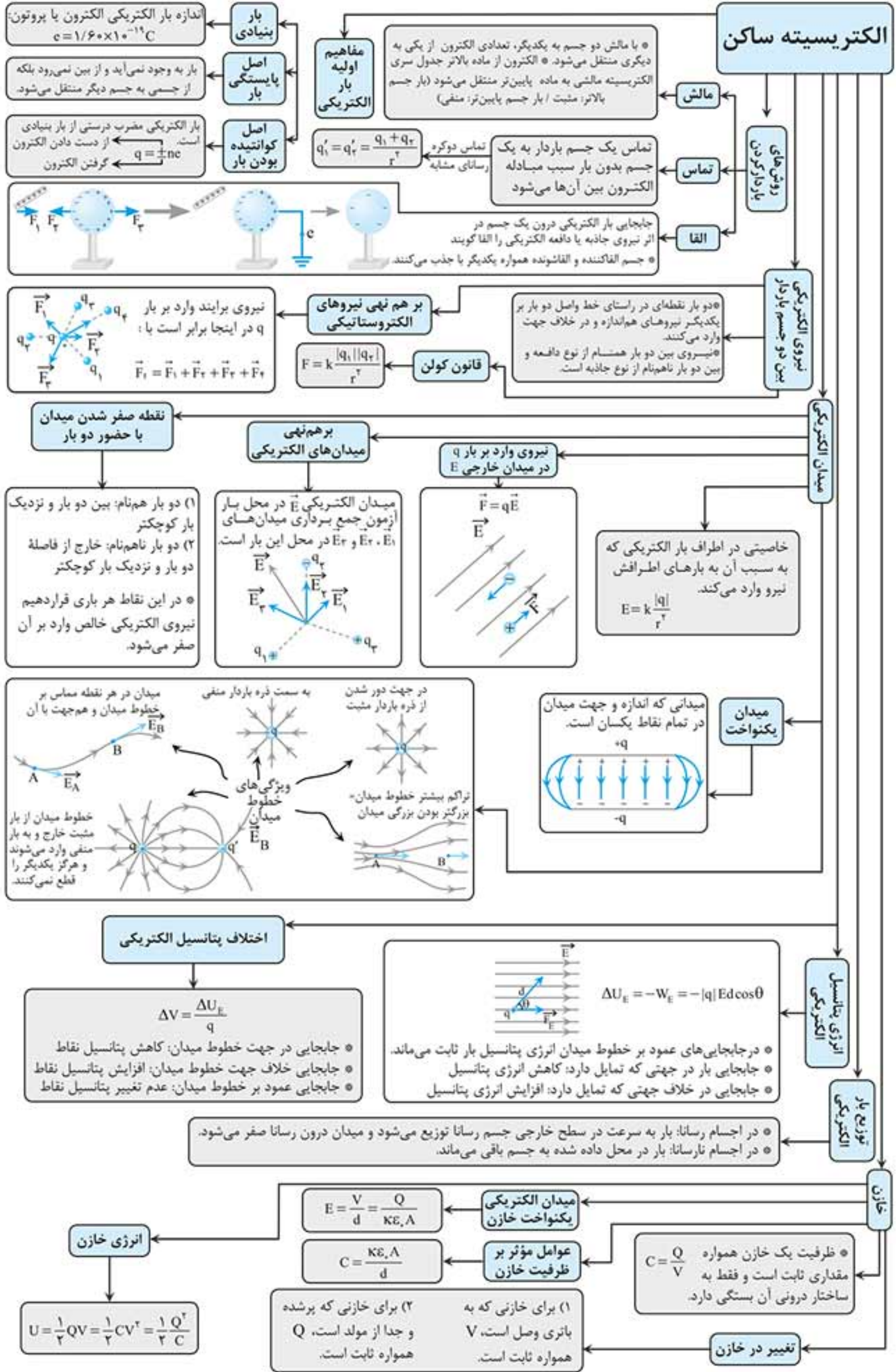
قانون کولن

اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای از رابطه زیر به دست می‌آید:



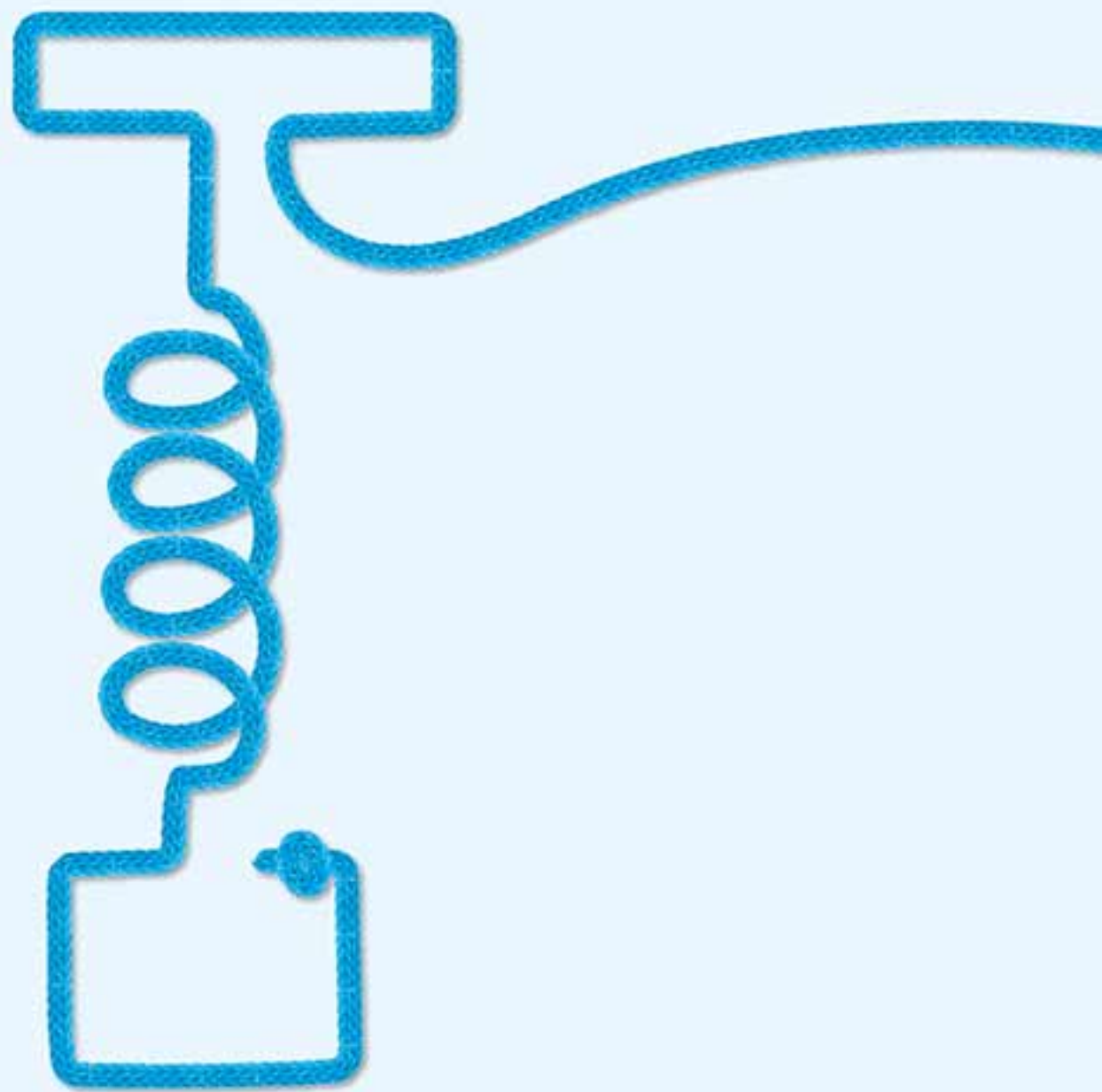


الکتریسیته ساکن



دینامیک

- قوانین حرکت نیوتون
- معرفی برخی نیروهای خاص
- تکانه و قانون دوم نیوتون



معرفی برخی از نیروهای خاص

۳

نیروی وزن (W)

وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. $W = mg \rightarrow$ شتاب گرانشی (m/s^2) جرم (kg) نیروی وزن (N)

نکته:

- جهت وزن و شتاب گرانشی همواره به سمت مرکز زمین است.
- جرم یک جسم در مکان‌های مختلف همواره ثابت است، ولی وزن آن در شرایط مختلف می‌تواند تغییر کند.

تست

وزن جسم A در سطح زمین با وزن جسم B در سطح ماه برابر است. جرم جسم A چند برابر جرم جسم B است؟ $(g_{\text{زمین}} = 10 \text{ N/kg}$, $g_{\text{ماه}} = 1/6 \text{ N/kg}$) (برگرفته از کتاب درسی)

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

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

$$\frac{25}{4} \quad (2)$$

$$\frac{4}{25} \quad (1)$$

$$W_A = W_B \Rightarrow m_A g_{\text{زمین}} = m_B g_{\text{ماه}} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{g_{\text{ماه}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{1/6}{10} = \frac{4}{25}$$

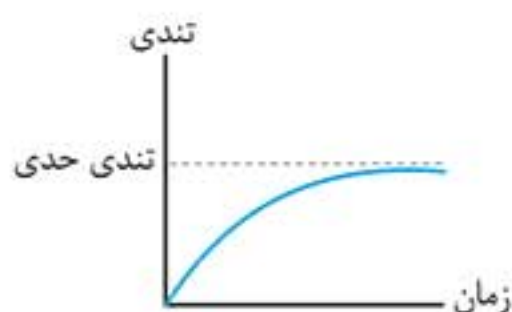
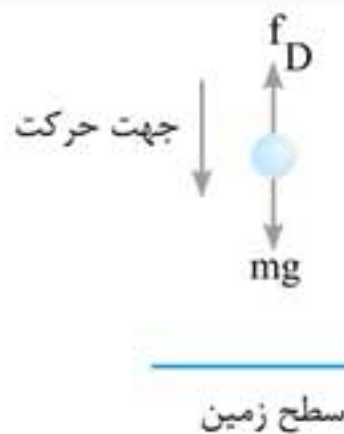
پاسخ گزینه «۱»

نیروی مقاومت شاره (f_D)

وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) حرکت می‌کند، از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند و آن را با f_D نشان می‌دهند. اگر جسم در هوا حرکت کند به این نیرو، نیروی مقاومت هوا می‌گویند.

نکته: نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد و هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بزرگ‌تر خواهد شد.

تندی حدی



مطابق شکل مقابل جسمی را در نظر بگیرید که در هوا سقوط می‌کند. به علت نیروی وزن، رفته‌رفته تندی جسم بیشتر می‌شود و به همین دلیل نیروی مقاومت شاره بزرگ‌تر می‌شود تا جایی که در یک تندی خاص، نیروی مقاومت شاره (مقاومت هوا) با نیروی وزن برابر می‌شود، در این وضعیت شتاب جسم صفر شده و تندی آن ثابت باقی می‌ماند که به این تندی خاص، **تندی حدی** می‌گویند. در شکل مقابل نمودار تندی جسمی که در هوا از حال سکون از یک ارتفاع بلند سقوط می‌کند را مشاهده می‌کنید.

■ اگر بنابه دلایلی (مثلاً پرتاب جسم)، تندی جسم از تندی حدی آن بیشتر باشد، نیروی مقاومت هوا از نیروی وزن بزرگ‌تر است $(f_D > mg)$.



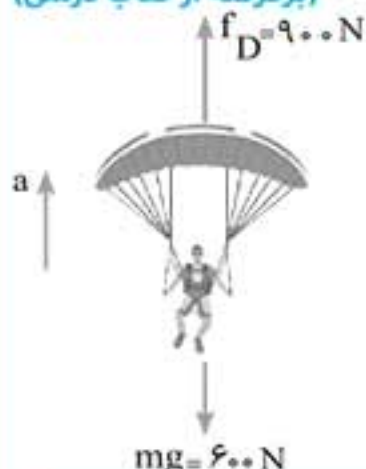
■ در جدول زیر، وضعیت نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا را برای جسمی که در هوا سقوط می‌کند در ۳ وضعیت مشاهده می‌کنید:

جسم رو به بالا حرکت می‌کند	جسم با تندی کم‌تر از تندی حدی رو به پایین حرکت می‌کند ($mg > f_D$)	جسم با تندی بیشتر از تندی حدی رو به پایین حرکت می‌کند ($mg < f_D$)
$F_{net} = mg + f_D$	$F_{net} = mg - f_D$	$F_{net} = f_D - mg$
$a = g + \frac{f_D}{m}$	$a = g - \frac{f_D}{m}$	$a = \frac{f_D}{m} - g$
حرکت کندشونده	حرکت تندشونده	حرکت کندشونده

تست

چتربازی به جرم 60 kg مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند. ناگهان نیروی مقاومت هوا به 900 N افزایش می‌یابد. شتاب چترباز را در این لحظه متر بر مجذور ثانیه رو به است. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(برگرفته از کتاب درسی)



(۲) ۵، پایین

(۱) ۵، بالا

(۴) ۷/۵، پایین

(۳) ۷/۵، بالا

پاسخ گزینه «۱» نیروهای وارد بر چترباز، مانند شکل مقابل‌اند. چون $f_D > mg$ است، نیروی خالص و شتاب چترباز روبه بالا است:

$$F_{net} = ma \Rightarrow f_D - mg = ma \Rightarrow 900 - 600 = 60a$$

$$\Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

■ دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است ($m_2 = 2m_1$) از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان رها می‌کنیم. اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، دو گوی با تندی‌های v_1 و v_2 به زمین می‌رسند و اگر مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، دو گوی با تندی‌های v'_1 و v'_2 به زمین می‌رسند. در کدام گزینه تندی‌ها به درستی مقایسه شده‌اند؟ (برگرفته از کتاب درسی)

$$v'_1 < v'_2, v_1 = v_2 \quad (2)$$

$$v'_1 > v'_2, v_1 = v_2 \quad (1)$$

$$v'_1 = v'_2, v_1 < v_2 \quad (4)$$

$$v'_1 = v'_2, v_1 > v_2 \quad (3)$$

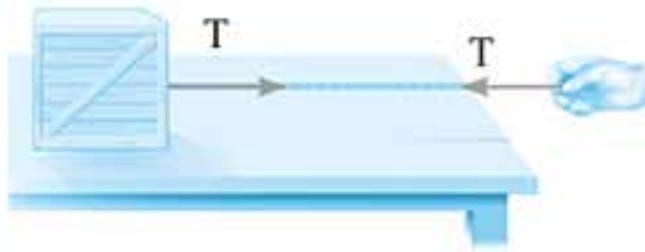
پاسخ گزینه «۲» اگر مقاومت هوا ناچیز باشد، فقط نیروی وزن بر گوی‌ها اثر می‌کند و هر دو گوی با شتاب ثابت g سقوط می‌کنند و این یعنی هر دو گوی با تندی یکسانی به زمین می‌رسند. ($v_1 = v_2$) با وجود مقاومت هوا شرایط مانند شکل مقابل است:



$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - f_D = ma \Rightarrow a = g - \frac{f_D}{m}$$

طبق رابطه به‌دست آمده برای شتاب مشخص است که هر گلوله‌ای که جرم بیشتر داشته باشد، شتاب بزرگ‌تری دارد و با تندی بیشتری به زمین می‌رسد: $m_2 > m_1 \Rightarrow a_2 > a_1 \Rightarrow v'_2 > v'_1$

نیروی کشش طناب (T)



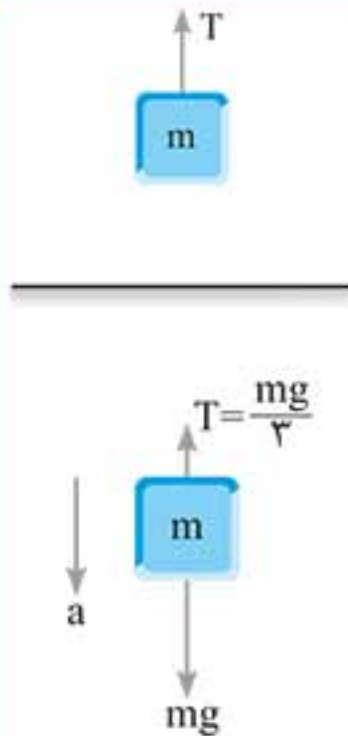
وقتی طناب متصل به جسمی را مطابق شکل می کشیم، طناب جسم را با نیرویی می کشد که جهت آن از جسم به سمت بیرون و در راستای طناب است. چون در این حالت طناب تحت کشش قرار دارد، به این نیرو، نیروی کشش طناب گفته می شود و آن را با T نشان می دهند.

نکته ها:

- اگر جرم نخ یا کابل ناچیز باشد، این نیرو در کل نخ یا کابل مقدار ثابتی خواهد داشت.
- جهت نیروی کشش در نخ که به دو نقطه محکم بسته شده است، همواره به سمت وسط نخ می باشد.

تست

اگر در شکل روبه رو اندازه نیروی کشش نخ $\frac{1}{3}$ وزن جسم باشد، شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانشی است؟ (تجربی خارج ۸۹)



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

پاسخ گزینه «۳» چون $mg > T$ می باشد، در نتیجه نیروی خالص (F_{net}) در جهت mg (نیروی بزرگ تر) و رو به پایین است. شتاب نیز در جهت نیروی خالص و رو به پایین است:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - T = ma$$

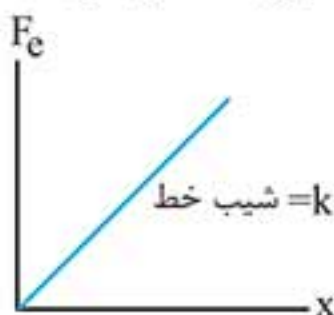
$$\Rightarrow mg - \frac{mg}{3} = ma \Rightarrow a = \frac{2}{3}g$$

نیروی کشسانی فنر (F_e)

ثابت فنر (N/m)

$$F_e = kx \rightarrow \text{تغییر طول فنر (m)}$$

نیروی کشسانی فنر (N)



اگر فنر را به اندازه x بکشیم یا فشرده کنیم، فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می کند که نیروی کشسانی فنر نام دارد و از رابطه مقابل (قانون هوک) به دست می آید:

- نیروی کشسانی ای که فنر به جسم متصل به آن وارد می کند، همواره به سمت نقطه تعادلش است و خاصیت بازدارندگی دارد.
- نمودار نیروی کشسانی فنر بر حسب تغییر طول آن به شکل مقابل است. دقت کنید که شیب این خط برابر با ثابت فنر است و هر چقدر ثابت فنر بزرگ تر باشد، این شیب، بیشتر و فنر سخت تر است.

تست

وقتی وزنه 40 kg را به فنر آویزان می کنیم، طول فنر 14 cm می شود و وقتی وزنه 5 kg را به فنر آویزان می کنیم، طول فنر 15 cm می شود. ثابت فنر چند N/cm است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰



تست

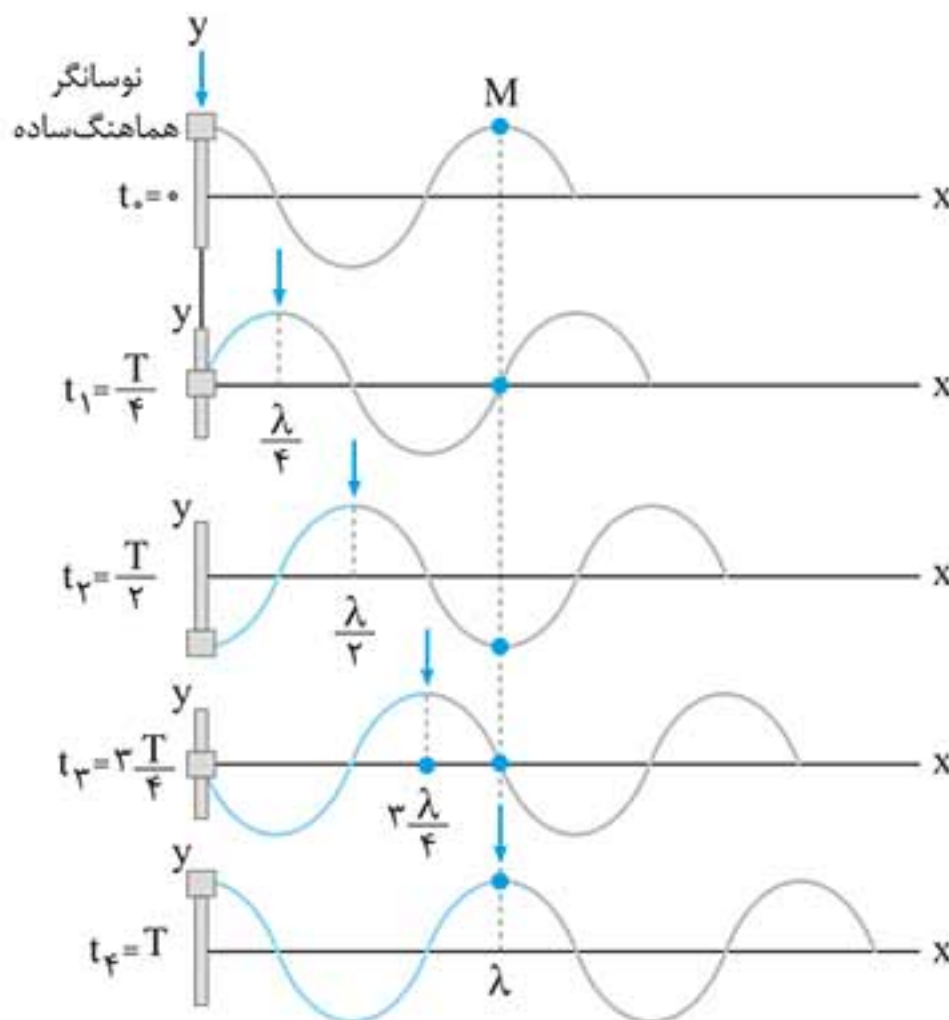
دو موج مکانیکی A و B در یک محیط کشسان منتشر می‌شوند. اگر بسامد موج A، ۴ برابر بسامد موج B باشد، طول موج و تندی انتشار موج A چند برابر طول موج و تندی انتشار موج B است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

(تجربی ۹۵)

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

پاسخ گزینه «۱» محیط انتشار هر دو موج یکسان است؛ در نتیجه تندی انتشار هر دو یکسان است: $\frac{v_A}{v_B} = 1$

با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ داریم: $v: \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{f_B}{f_A} \xrightarrow{f_A = 4f_B} \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{4}$



موج عرضی سینوسی

۱ طناب بلند کشیده‌ای را در نظر بگیرید که سر آزاد آن را با حرکت هماهنگ ساده، پی‌درپی به بالا و پایین حرکت می‌دهیم. مطابق شکل موج عرضی پیوسته‌ای در طناب ایجاد می‌شود که به آن موج سینوسی می‌گوییم.

۲ شکل طناب در هر لحظه از زمان انتشار موج را شکل موج یا نقش موج می‌گویند.

۳ مطابق شکل در مدت زمان T (دوره تناوب)، دو اتفاق مهم می‌افتد: الف) موج به اندازه یک طول موج (λ) پیشروی می‌کند.

ب) هر ذره از محیط انتشار موج (طناب) یک نوسان کامل انجام می‌دهد. (به عنوان مثال به حرکت ذره M دقت کنید.)

۴ دو نقطه از محیط انتشار موج که فاصله آن‌ها مضرب صحیحی از طول موج است ($\Delta x = n\lambda$)، وضعیت نوسانی کاملاً مشابهی دارند.

۵ پیشروی موج (Δx) در مدت زمان Δt را از رابطه $\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}$ محاسبه می‌کنیم.

۶ از آنجایی که هر ذره از محیط انتشار موج در حال انجام حرکت هماهنگ ساده است، تندی آن متغیر است. هنگامی که هر ذره در وضعیت قله یا دره قرار می‌گیرد، تندی آن صفر شده و تغییر جهت می‌دهد. همچنین در لحظه‌ای که ذره در حال عبور از مرکز نوسان (نقطه تعادل) است، تندی آن بیشینه می‌شود و از رابطه زیر به دست می‌آید:

بسامد زاویه‌ای (rad/s)

$$v_{\max} = A\omega \xrightarrow{\omega = 2\pi f} v_{\max} = A(2\pi f)$$

دامنه موج (m)

← تندی بیشینه هر ذره (m/s)

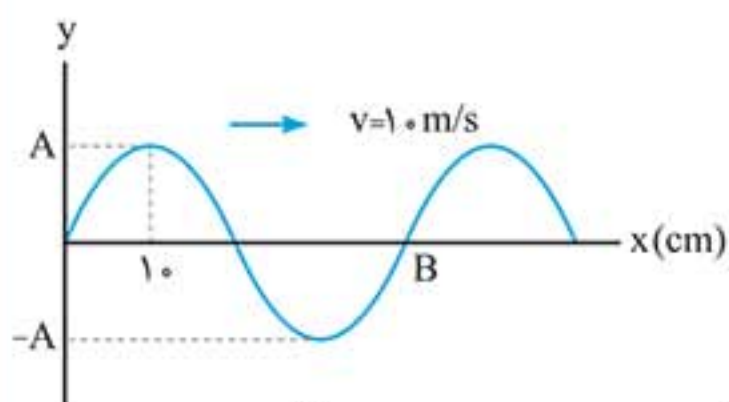


تعیین جهت حرکت ذرات محیط انتشار موج

جهت حرکت ذرات محیط	توضیحات	جهت حرکت موج
	آشفته‌گی‌ها از سمت چپ به راست حرکت می‌کنند و هر ذره از طناب با گذشت زمان، وضعیتی مشابه با نقاط سمت چپش را خواهد داشت.	در جهت محور X
	آشفته‌گی‌ها از سمت راست به چپ حرکت می‌کنند و هر ذره از طناب با گذشت زمان، وضعیتی مشابه با نقاط سمت راستش را خواهد داشت.	در خلاف جهت محور X

تست

شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. پس از چند ثانیه ذره B برای اولین بار در موقعیت $y = +A$ قرار می‌گیرد؟ (تجرب خارج ۸۶)



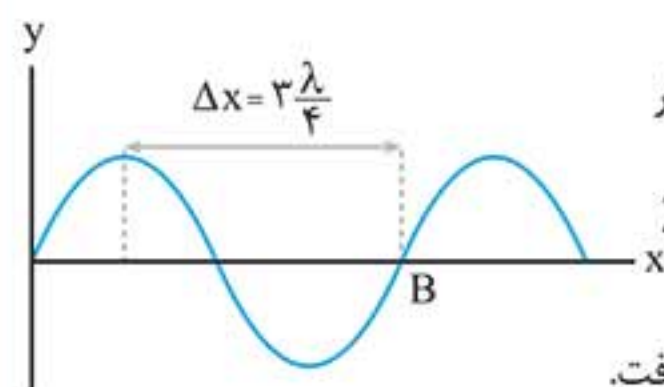
$$\frac{3}{100} \text{ (۴)}$$

$$\frac{1}{100} \text{ (۳)}$$

$$\frac{1}{50} \text{ (۲)}$$

$$\frac{1}{25} \text{ (۱)}$$

پاسخ گزینه «۴»



$$\frac{\lambda}{4} = 1.0 \Rightarrow \lambda = 4.0 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

$$\lambda = v \cdot T \Rightarrow \frac{0.04 \text{ m}}{1.0 \text{ m/s}} = 1.0 \cdot T \Rightarrow T = \frac{1}{25} \text{ s}$$

وقتی قله به B برسد، B در موقعیت $y = +A$ قرار خواهد گرفت.

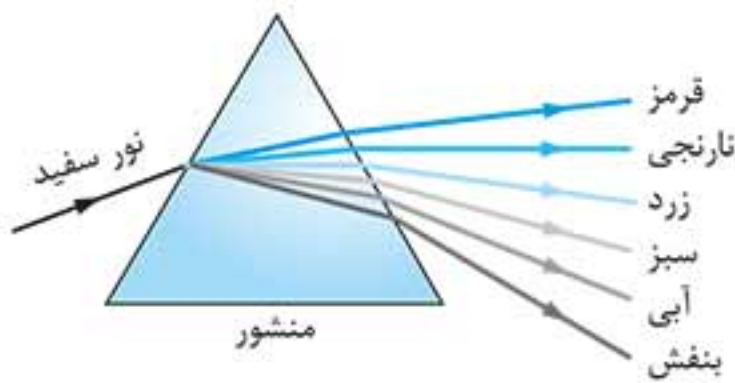
می‌دانیم که موج به سمت راست حرکت می‌کند و قله از سمت چپ به B می‌رسد، در نتیجه موج باید

$$\Delta x = \frac{3\lambda}{4} \text{ حرکت کند:}$$

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \frac{3 \cdot \frac{\lambda}{4}}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \Delta t = \frac{3}{4} T \xrightarrow{T = \frac{1}{25} \text{ s}} \Delta t = \frac{3}{100} \text{ s}$$



پاشندگی نور



ضریب شکست هر محیطی به جز خلاء به طول موج نور بستگی دارد و عموماً ضریب شکست یک محیط معین برای طول موج‌های کوتاه‌تر (بسامد بیشتر)، بیشتر است.

برای طیف نور مرئی در یک محیط معین (غیر از خلاء)، نور قرمز کم‌ترین ضریب شکست (کم‌ترین انحراف) و نور بنفش بیشترین ضریب شکست (بیشترین انحراف) را دارد.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای



۱. نوسانگری در مدت یک دقیقه، ۳۰ مرتبه پاره‌خط نوسان را به طور کامل طی می‌کند. بسامد زاویه‌ای این حرکت چند رادیان بر ثانیه است؟

- (۱) $\frac{\pi}{4}$ (۲) $\frac{\pi}{2}$ (۳) π (۴) 2π

۲. در حرکت نوسانی هماهنگ ساده، در کدام یک از موارد زیر، مکان نوسان‌کننده الزاماً منفی است؟

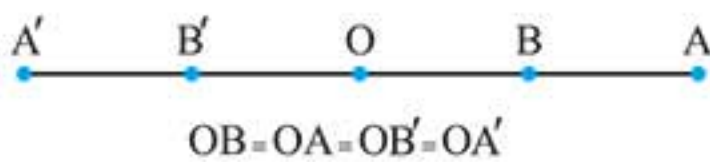
(ریاضی ۹۵)

(۱) سرعت مثبت باشد. (۲) شتاب مثبت باشد. (۳) سرعت منفی باشد. (۴) شتاب منفی باشد.

۳. جسمی به جرم ۲ kg حرکت هماهنگ ساده با دامنه ۵ cm انجام می‌دهد. اگر تندی بیشینه جسم 25 m/s باشد، بیشینه نیروی وارد بر آن چند نیوتون است؟

- (۱) $2/5$ (۲) ۵ (۳) ۲۵ (۴) ۵۰

۴. در شکل مقابل، اگر متحرکی بین دو نقطه A و A' حرکت هماهنگ ساده انجام دهد و فاصله OB را در مدت $\frac{1}{300} \text{ s}$ طی کند، بسامد نوسان چند هرتز است؟ (ریاضی خارج ۹۵)



$$OB = OA = OB' = OA'$$

- (۱) ۲۵ (۲) $37/5$ (۳) ۵۰ (۴) ۷۵

۵. نوسانگری در لحظه t_1 در مکان $\frac{+A}{\sqrt{2}}$ و در لحظه t_2 ($t_2 > t_1$) در مکان $\frac{+A}{4}$ قرار دارد. اندازه بیشترین سرعت متوسط نوسانگر در بازه زمانی t_1 تا t_2 کدام است؟ (A دامنه نوسان و T دوره حرکت است).

(ریاضی ۸۴)

- (۱) $12(\sqrt{2}+1)\frac{A}{T}$ (۲) $12(\sqrt{2}-1)\frac{A}{T}$ (۳) $12(\sqrt{2}+1)\frac{A}{T}$ (۴) $12(\sqrt{2}-1)\frac{A}{T}$

۶. دامنه نوسانگر وزنه - فنری برابر ۴ cm است. اگر جرم وزنه ۲۰ g و ثابت فنر ۳۲ N/m باشد، بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (ریاضی خارج ۸۷)

- (۱) $0/4$ (۲) $0/8$ (۳) $1/2$ (۴) $1/6$



پاسخ‌نامه تشریحی

۱. گزینه «۲»

نوسانگر در هر تناوب ۲ مرتبه پاره‌خط نوسان را طی می‌کند یعنی پس از ۳۰ مرتبه طی کردن پاره‌خط نوسان، ۱۵ نوسان کامل انجام داده است ($n = 15$).

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \xrightarrow{T = \frac{t}{n}} \omega = \frac{2\pi}{\frac{t}{n}} = \frac{n \times 2\pi}{t} = \frac{15 \times 2\pi}{60} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$$

۲. گزینه «۲»

در حرکت هماهنگ ساده، همیشه علامت a و x قرینه یکدیگرند در نتیجه وقتی شتاب مثبت باشد، مکان نوسانگر حتماً منفی است.

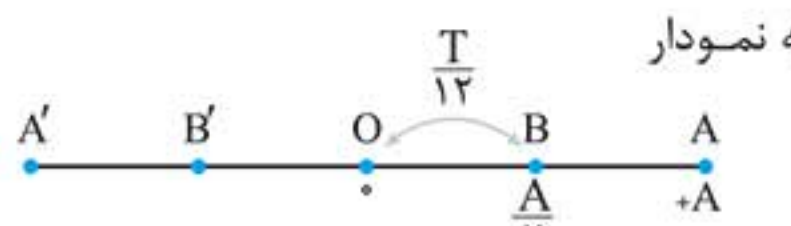
۳. گزینه «۱»

$$v_{\max} = A\omega \xrightarrow{\substack{v_{\max} = 0.25 \text{ m/s} \\ A = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}}} 0.25 = 5 \times 10^{-2} \times \omega \Rightarrow \omega = 5 \text{ rad/s}$$

$$F_{\max} = mA\omega^2 \xrightarrow{\substack{m = 2 \text{ kg}, A = 5 \times 10^{-2} \text{ m} \\ \omega = 5 \text{ rad/s}}} F_{\max} = 2 \times 5 \times 10^{-2} \times 5^2 = 2.5 \text{ N}$$

۴. گزینه «۱»

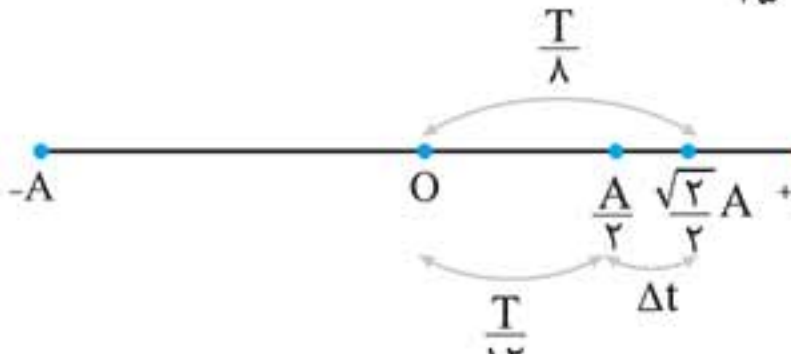
مکان نقطه B برابر با $\frac{A}{2}$ (نصف دامنه) است. با توجه به نمودار جابه‌جایی نوسانگر بین نقاط خاص (حالت سوم) داریم:



$$\frac{T}{12} = \frac{1}{300} \Rightarrow T = \frac{1}{25} \text{ s}, \quad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{25}} = 25 \text{ Hz}$$

۵. گزینه «۴»

بیشترین اندازه سرعت متوسط وقتی رخ می‌دهد که نوسانگر مطابق شکل فاصله بین این دو نقطه را در کمترین زمان ممکن (Δt) طی کند:



$$\Delta t = \frac{T}{8} - \frac{T}{12} = \frac{T}{24}$$

$$|\Delta x| = |x_2 - x_1| = \frac{\sqrt{2}}{2} A - \frac{A}{2} = \frac{A}{2} (\sqrt{2} - 1)$$

$$v_{\text{av}} = \frac{\frac{A}{2} (\sqrt{2} - 1)}{\frac{T}{24}} = 12(\sqrt{2} - 1) \frac{A}{T} \quad \text{سرعت متوسط را از رابطه } v_{\text{av}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ محاسبه می‌کنیم:}$$

۶. گزینه «۴»

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{\substack{k = 22 \text{ N/m} \\ m = 2 \times 10^{-2} \text{ kg}}} \omega = \sqrt{\frac{22}{2 \times 10^{-2}}} = \sqrt{1600} \Rightarrow \omega = 40 \text{ rad/s}$$

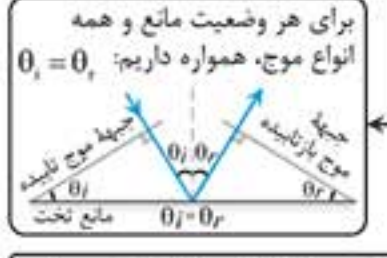
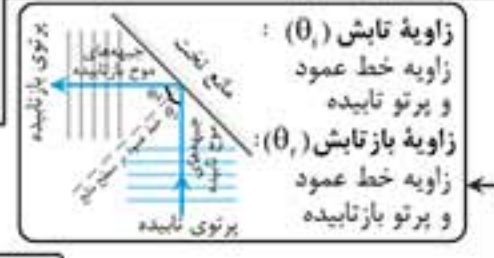
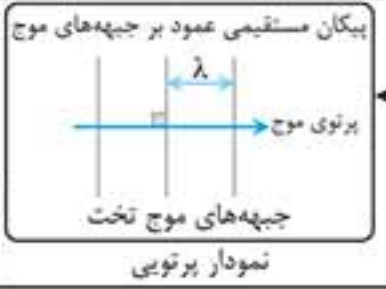
حالا با استفاده از $v_{\max} = A\omega$ ، تندی بیشینه را محاسبه می‌کنیم:

$$v_{\max} = A\omega \xrightarrow{A = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}} v_{\max} = 4 \times 10^{-2} \times 40 = 1.6 \text{ m/s}$$



برهم کنش‌های موج

قانون بازتاب عمومی



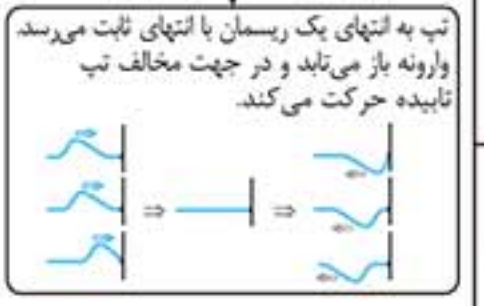
بازتاب موج

مکانیکی

یک بعدی

دو بعدی

سه بعدی



صوتی که پس از بازتاب با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای که صدای مستقیم را شنیده، میرسد را پژواک گویند.

حداقل تأخیر زمانی برای تمیز صوت اولیه و پژواک 1/10 ثانیه است.

مکان یابی پژواکی
تعیین مکان یک جسم بر اساس امواج صوتی بازتابیده از آن کاربرد:
خفاش، دلفین، وال عنبر، سونوگرافی دستگاه سونار در کشتی

الکترومغناطیسی

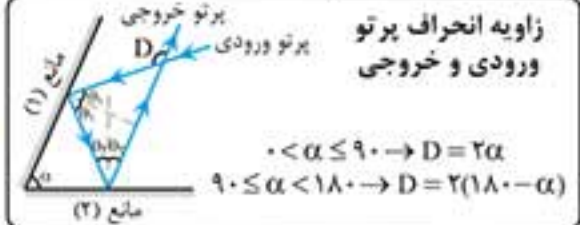
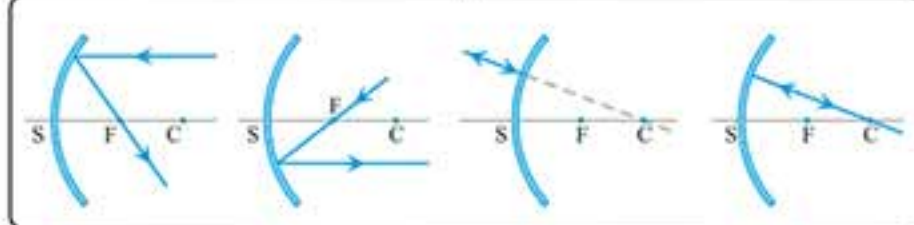
بازتاب آینه‌ای (منظم)

بازتاب پخشنده (نامنظم)



بازتاب از دو مانع یا آینه تخت متقاطع

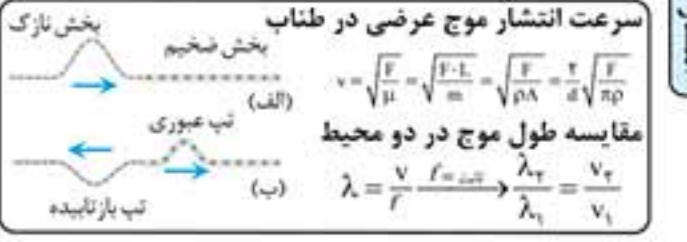
بازتاب از مانع یا آینه کروی



شکست موج

یک بعدی

دو بعدی و سه بعدی

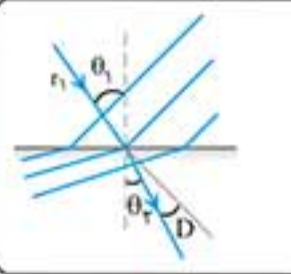


(۱) با تغییر محیط موج، تندی انتشار آن تغییر کرده و مسیر حرکت موج منحرف می‌شود.
(۲) حالت خاص: اگر پرتوی موج عمود بر سطح جدایی دو محیط بتابد، بدون انحراف وارد محیط دوم می‌شود.



قانون شکست عمومی
زاویه انحراف: D = 0, -0, 1

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$



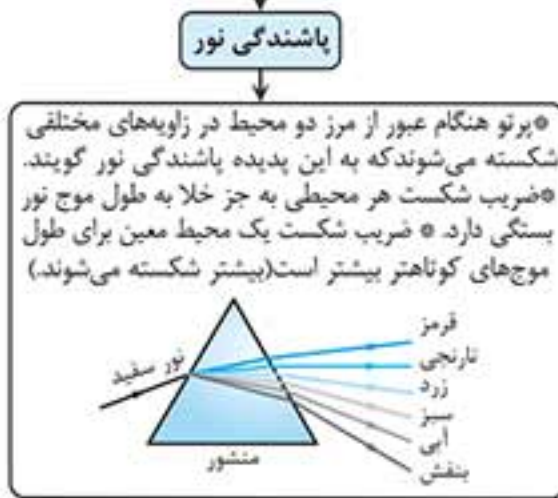
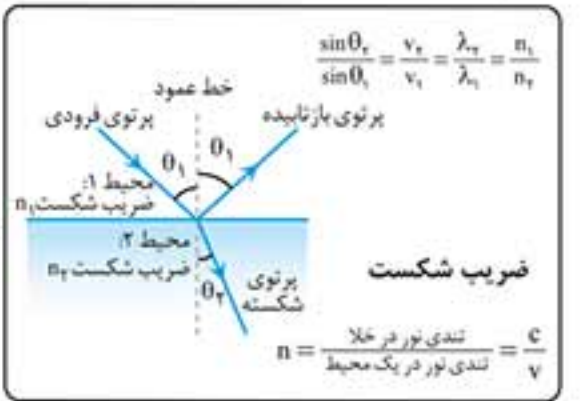
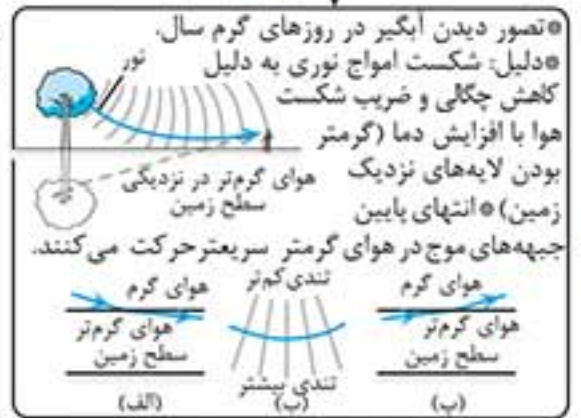
عبور نور از محیط‌های موازی متوالی

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 = n_3 \sin \theta_3 = \dots$$



الکترومغناطیسی

سراب





ریاضی‌نامه

فرم کلی فرمول‌های مقایسه‌ای

کمیتی را در نظر بگیرید که از ضرب و تقسیم چند متغیر مختلف به دست می‌آید. برای به دست آوردن مقدار ثانویه کمیت به مقدار اولیه آن به این صورت عمل می‌کنیم که متغیرهای صورت کسر به صورت ثانویه به اولیه و متغیرهای مخرج کسر به صورت 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:

$$v = \frac{v_2}{v_1} = \frac{d_1}{d_2} \sqrt{\frac{F_2}{F_1} \times \frac{\rho_1}{\rho_2}} \quad \text{تندی انتشار موج عرضی در تار}$$

π و 2 ثابت
 F در صورت و ρ و d در مخرج

$$E = \frac{kq}{r^2} \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \quad \text{میدان الکتریکی}$$

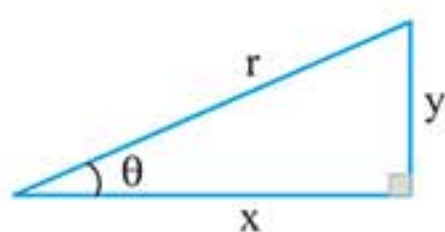
k ثابت
 q در صورت و r در مخرج

$$PV = nRT \rightarrow \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{T_2}{T_1} \quad \text{معادله حالت}$$

R ثابت

روابط مثلثاتی

با توجه به مثلث قائم‌الزاویه مقابل، روابط مثلثاتی زاویه θ به شکل زیر تعریف می‌شود:



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

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

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \xrightarrow{\text{نتیجه}} \sin^2 \theta = 1 - \cos^2 \theta \quad \text{یا} \quad \cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta$$

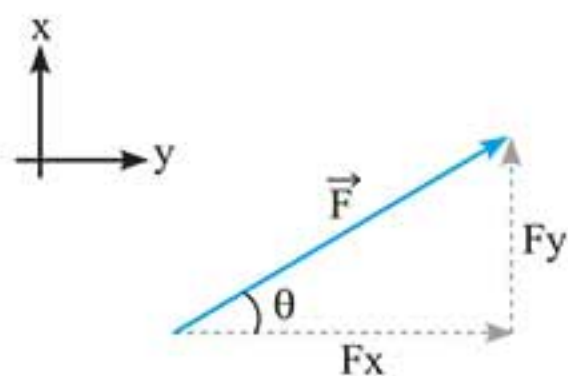
$$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta, \quad \cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta, \quad \sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta, \quad \cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$$

نکته:

الف) با افزایش زاویه θ از صفر تا 90° ، توابع $\sin \theta$ و $\tan \theta$ ، افزایش و توابع $\cos \theta$ و $\cot \theta$ ، کاهش می‌یابند.
ب) اگر تابعی به صورت $A \sin \omega t$ یا $A \cos \omega t$ باشد، بیشینه این تابع مستقل از ω و برابر با $|A|$ و کمینه آن برابر $-|A|$ است. به عنوان مثال اگر جریان متناوب گذرنده از این یک القاگر به صورت $I = 2 \sin(100\pi t)$ باشد، بیشینه جریان گذرنده از القاگر برابر با ۲ آمپر است.



بردار



برداری مانند شکل مقابل را در نظر بگیرید، برای نمایش این بردار به صورت \vec{i} و \vec{j} داریم:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$$

$$F_x = F \cos \theta, \quad F_y = F \sin \theta, \quad \tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

نکته‌ها:

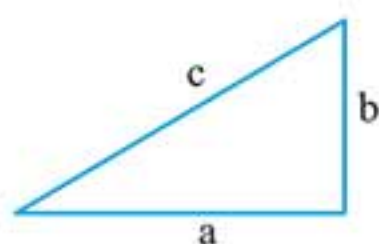
- اندازه \vec{F} را به کمک قضیه فیثاغورس از رابطه $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ محاسبه می‌کنیم.
- دو بردار $\vec{A} = A_x \vec{i} + A_y \vec{j}$ و $\vec{B} = B_x \vec{i} + B_y \vec{j}$ را در نظر بگیرید. جمع (برایند) و تفریق این دو بردار را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x) \vec{i} + (A_y + B_y) \vec{j}$$

$$\vec{A} - \vec{B} = (A_x - B_x) \vec{i} + (A_y - B_y) \vec{j}$$
- در جدول زیر، اندازه بردار برایند بین دو بردار \vec{A} و \vec{B} را در سه حالت خاص و مهم مشاهده می‌کنید (بردار برایند را با \vec{R} نشان داده‌ایم):

وضعیت دو بردار	هم‌جهت	خلاف جهت	عمود بر هم
شکل			
اندازه برایند	$R = A + B$	$R = A - B$	$R = \sqrt{A^2 + B^2}$

قضیه فیثاغورس



طبق این قضیه، طول وتر در مثلث قائم‌الزاویه از رابطه $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ به دست می‌آید.

نکته‌ها:

- دو سری عدد معروف فیثاغورسی داریم:

(الف) ۳ و ۴ ← ۵ (ب) ۵ و ۱۲ ← ۱۳

$$(3, 4) = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \quad \text{و} \quad (5, 12) = \sqrt{5^2 + 12^2} = 13$$



آزمون جامع

(تجربی ۹۷)

۱. برای اندازه‌گیری طول یک جسم با یک خط‌کش میلی‌متری با پنج مرتبه اندازه‌گیری، نتایج زیر به دست آمده است. نتیجه این اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر چگونه گزارش می‌شود؟

مرتبه اول	مرتبه دوم	مرتبه سوم	مرتبه چهارم	مرتبه پنجم
۴۲/۸mm	۴۰/۱mm	۴۹/۴mm	۴۱/۰mm	۴۰/۵mm

(۱) ۴۲/۸ (۲) ۳۲/۹ (۳) ۴۰/۵ (۴) ۴۱/۱

۲. ارتفاع یک مخروط توپر به چگالی ρ_1 برابر طول ضلع یک مکعب توپر به چگالی ρ_2 است و شعاع قاعده آن، نصف طول ضلع مکعب است. اگر جرم این دو با هم برابر باشد، $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ کدام است؟ ($\pi = 3$)

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

۳. گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g با سرعت اولیه 30 m/s در راستای قائم، روبه‌بالا پرتاب می‌شود. مقاومت هوا باعث می‌شود، ۱۰J از انرژی گلوله تا رسیدن به اوج تلف شود. اگر مقاومت هوا وجود نمی‌داشت، گلوله چند متر بالاتر می‌رفت؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

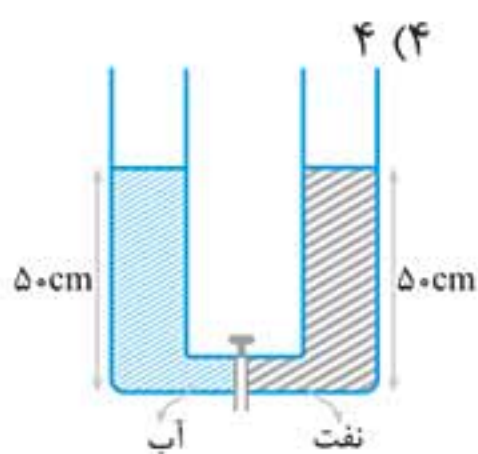
(۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۴. جسمی به جرم ۲kg را از پایین سطح شیب‌داری که با افق زاویه 30° می‌سازد با تندی اولیه 4 m/s مماس بر سطح روبه‌بالا پرتاب می‌کنیم. اگر بیشترین جابه‌جایی جسم روی سطح یک متر باشد، نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

۵. دو استوانه توپر و هم‌وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعده استوانه B دو برابر شعاع قاعده استوانه A باشد، فشار حاصل از استوانه A چند برابر فشار حاصل از استوانه B است؟

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



۶. در شکل مقابل، قطر قاعده دو استوانه برابر است. اگر شیر ارتباط بین دو ظرف را باز کنیم، سطح آب چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{نفت}} = 800 \text{ kg/m}^3$)

(۱) ۱۰ (۲) ۵ (۳) ۴ (۴) $\frac{2}{5}$

۷. یک تیر آهن در اثر افزایش دمای ۵۰ درجه سلسیوس، $\frac{1}{6}$ درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیر آهن در SI، کدام است؟

(۱) $1/2 \times 10^{-5}$ (۲) $1/6 \times 10^{-5}$ (۳) 6×10^{-5} (۴) 8×10^{-5}

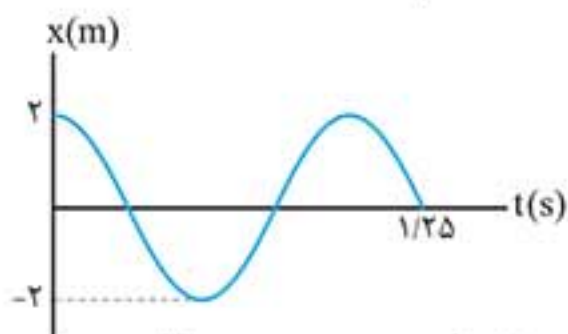
۸. تبدیل بخار به مایع، جامد به بخار و مایع به بخار را به ترتیب چه می‌نامند؟

(۱) تصعید، چگالش و تبخیر (۲) میعان، چگالش و تصعید (۳) تصعید، تبخیر و میعان (۴) میعان، تصعید و تبخیر



۲۴. در لحظه‌ای که سرعت یک نوسانگر ساده به صفر می‌رسد، شتاب آن به 80 m/s^2 می‌رسد و در لحظه‌ای که نیروی وارد بر آن صفر می‌شود، تندی آن 2 m/s می‌شود. معادله مکان - زمان این نوسانگر در SI کدام است؟

$$x = 0.04 \cos 80t \quad (۴) \quad x = 0.05 \cos 80t \quad (۳) \quad x = 0.04 \cos 50t \quad (۲) \quad x = 0.05 \cos 40t \quad (۱)$$



۲۵. نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم 100 g مطابق شکل مقابل است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟

$$0.02\pi^2 \quad (۱) \quad 0.04\pi^2 \quad (۲) \quad 0.08\pi^2 \quad (۴) \quad 0.06\pi^2 \quad (۳)$$

۲۶. در فاصله 20 متری از یک منبع صوت، تراز شدت صوت 80 دسی‌بل است. در چند سانتی‌متری منبع، تراز شدت صوت 120 دسی‌بل است؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف‌نظر کنید.)

$$20 \quad (۱) \quad 40 \quad (۲) \quad 80 \quad (۳) \quad 200 \quad (۴)$$

۲۷. پرتو نوری با زاویه تابش 30° درجه به یک آینه تخت می‌تابد و بعد از بازتاب از آن به آینه تخت دیگر برخورد می‌کند. اگر دو آینه با هم زاویه 45° درجه بسازند، زاویه بازتاب از آینه دوم چند درجه است؟

$$15 \quad (۱) \quad 20 \quad (۲) \quad 25 \quad (۳) \quad 30 \quad (۴)$$

۲۸. موج تختی از محیط A وارد محیط B می‌شود. اگر فاصله جبهه‌های موج در محیط B بیشتر از محیط A باشد، کدام گزینه درست است؟

(۱) تندی موج در محیط B بیشتر است.
(۲) تندی موج در محیط A بیشتر است.

(۳) پرتوی موج، در محیط A از خط عمود دورتر است.

(۴) پرتوی موج، در محیط B به خط عمود نزدیک‌تر است.

۲۹. در اتم هیدروژن، الکترون از مدار n به n' می‌رود و نوری با بسامد $562/5 \text{ THz}$ تابش می‌کند. n و n' به ترتیب کدام‌اند؟

$$1 \text{ و } 2 \quad (۱) \quad 2 \text{ و } 3 \quad (۲) \quad 3 \text{ و } 4 \quad (۳) \quad 3 \text{ و } 5 \quad (۴)$$

۳۰. در واپاشی هسته‌های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

(۱) هنگام گسیل پوزیترون بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ افزایش می‌یابد.

(۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ کاهش می‌یابد.

(۳) هنگام گسیل α بار هسته به اندازه $3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$ کاهش می‌یابد.

(۴) هنگام گسیل گاما، پوزیترون و الکترون، بار هسته ثابت می‌ماند.

پاسخ‌نامه آزمون جامع

۱. گزینه «۴»

کافی است میانگین اعداد به دست آمده به جز نتیجه مرتبه سوم را حساب کنیم. (زیرا نتیجه مرتبه سوم

$$\frac{42/8 + 40/1 + 41/0 + 40/5}{4} = 41/1 \text{ mm}$$

اختلاف زیادی با بقیه نتیجه‌گیری‌ها دارد.)



۲. گزینه «۳»

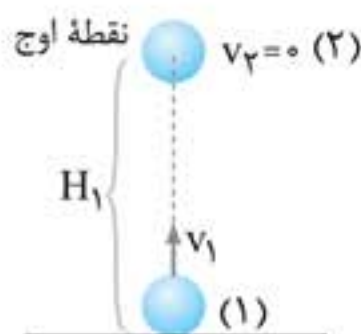
حجم مکعب به ضلع a برابر a^3 و حجم مخروط به ارتفاع h و شعاع قاعده R برابر $\frac{1}{3}\pi R^2 h$ است. (اندیس ۱ برای مخروط و اندیس ۲ برای مکعب به کار برده می‌شود):

$$m_1 = m_2 \xrightarrow{m=\rho V} \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_1 \times \frac{1}{3}\pi R^2 h = \rho_2 \times a^3$$

$$\xrightarrow[\frac{R=\frac{a}{2}}{h=a}]{\rho_1 \times \frac{1}{3}\pi \left(\frac{a}{2}\right)^2 \times a = \rho_2 \times a^3} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 4$$

۳. گزینه «۱»

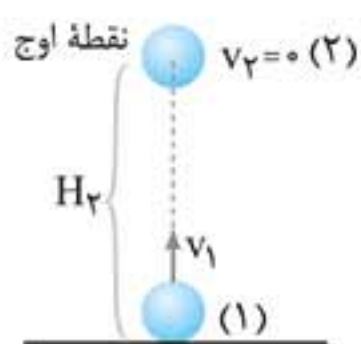
طبق اصل پایستگی انرژی برای حالت اول که مقاومت هوا وجود دارد، می‌توان نوشت:



$$E_1 - E_f = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 - 10 = mgH_1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 30^2 - 10 = \frac{2}{10} \times 10 \times H_1 \Rightarrow H_1 = 40 \text{ m}$$

طبق پایستگی انرژی در حالت دوم که مقاومت هوا وجود ندارد، می‌توان نوشت:



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgH_2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 30^2 = 10 \times H_2$$

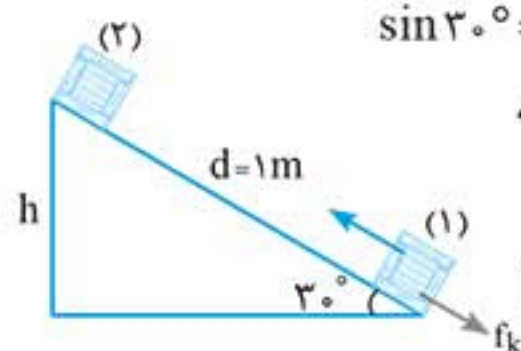
$$\Rightarrow H_2 = 45 \text{ m}$$

بنابراین در نبود مقاومت هوا، ارتفاع اوج $H_2 - H_1 = 5 \text{ m}$ بالاتر از هنگامی است که مقاومت هوا وجود دارد.

۴. گزینه «۳»

تغییر ارتفاع جسم را محاسبه می‌کنیم: $\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \xrightarrow{d=1 \text{ m}} \frac{1}{2} = \frac{h}{1} \Rightarrow h = 0.5 \text{ m}$

سطح زمین (نقطه ۱) را به عنوان مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر گرفته و انرژی مکانیکی در نقاط (۱) و (۲) را محاسبه می‌کنیم:



$$E_1 = U_1 + K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2 = 16 \text{ J}$$

$$E_2 = U_2 + K_2 = mgh = 2 \times 10 \times 0.5 = 10 \text{ J}$$

با استفاده از رابطه $W_f = E_2 - E_1$ کار نیروی اصطکاک را محاسبه می‌کنیم:

$$W_f = E_2 - E_1 = 10 - 16 = -6 \text{ J}$$

چون نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت حرکت است و با جابه‌جایی (d) زاویه 180° می‌سازد، طبق تعریف کار داریم:

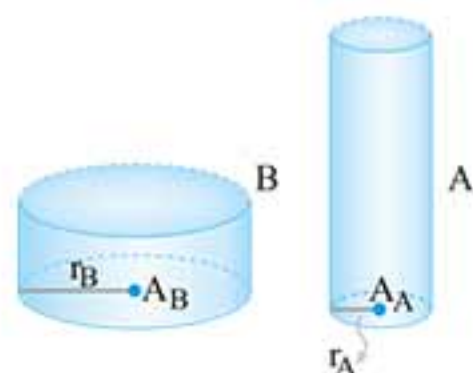
$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow W_f = f_k \cdot d \cos 180^\circ$$

$$\xrightarrow[\frac{W_f = -6 \text{ J}}{d = 1 \text{ m}, \cos 180^\circ = -1}]{-6 = f_k \times 1 \times (-1)} \Rightarrow f_k = 6 \text{ N}$$

۵. گزینه «۴»

حجم استوانه از رابطه $V = \pi r^2 h$ به دست می‌آید.

ابتدا نسبت مساحت‌های قاعده استوانه‌ها را به دست می‌آوریم:



$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{\pi r_A^2}{\pi r_B^2} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \xrightarrow{r_B = 2r_A} \frac{A_A}{A_B} = \frac{1}{4}$$