

## مقدمه

یکی از مشکلات دانش‌آموزی پر تلاشی که یک دور کامل، درس فیزیک رو خوندن اینه که بعد از تموم شدن کارشون با حجم زیادی از مطالب و تست‌های تیپ‌های مختلف روبه‌رواند که دوره کردن اونا بسیار سخت و وقت‌گیره و اصلاً خیلی از شما دانش‌آموزا بعد از اینکه چندین فصل از فیزیک رو تستاشو زدید سردرگم می‌شید و نمیدونید باید چجوری چیزهایی که خوندید رو دوره کنید؛ یکی از بهترین روش‌های دوره کردن استفاده از همین کتاب آزمون.

ما مؤلفای این کتاب در بخش آزمون‌های فصلی برای هر فصل از کتاب‌های فیزیک یک، فیزیک دو و فیزیک سه، دو تا آزمون استاندارد طراحی کردیم که خیلی سریع و راحت با زدن این دو تا آزمون میتونید فصل رو دوره کنید.

همچنین در بخش آزمون‌های جامع برای هر کدام از کتاب‌های سه‌گانه فیزیک دو تا آزمون جامع داریم که این آزمونا برای دوره‌ی یکجای هر کدوم از کتاب‌ها مناسبه.

در بخش آزمون‌های جامع هم پنج تا آزمون جامع فیزیک به سبک کنکور سراسری و دو تا آزمون سخت‌تر به نام هایپر آزمون جامع قرار دادیم که با این آزمون‌ها بتونید به سبک کنکور تمرین کنید. این آزمون‌ها در یکی دو ماه آخر موندن به کنکور خیلی به درد میخورن. یادتون باشه که هایپر آزمون به درد دانش‌آموزایی میخوره که به درصد زیر ۱۰۰ راضی نیستن و توی این آزمونا تست‌ها، ایده‌ای و خلاقانه‌ترین که بتونن سنگ محک خوبی برای دانش‌آموزای جاه‌طلب باشن!

بابت آزمون‌ها هم خیالتون راحت باشه که ما حواسمون به کتاب‌های درسی و سؤالات کنکور بوده و همه‌ی انواع تست‌های تیپ، مهم و کاربردی رو در آزمون‌ها استفاده کردیم.

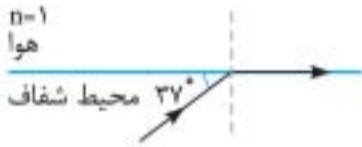
در آخر کتاب هم به بخش خیلی زیبا و جمع و جور به نام مرور سریع داریم که خلاصه نکات هر فصل رو در یک یا نهایتاً دو صفحه نوشتیم و این قسمت خیلی به درد این میخوره که در زمان ده دقیقه‌ای بتونید فرمول‌ها و نکات مهم هر فصل رو دوره کنید و خیالتون راحت باشه که ابزار لازم برای حل تست‌های هر فصل رو در اختیار دارید.



۷. موجی را در یک ساحل شیب‌دار در نظر بگیرید که با نزدیک شدن موج به ساحل، عمق آب کاهش می‌یابد. در کدام گزینه، جبهه‌های موج مربوط به حرکت موج در این ساحل شیب‌دار به‌درستی رسم شده‌اند؟

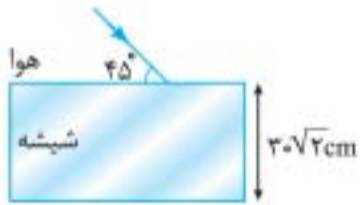


۸. در شکل زیر اگر طول موج نور در محیط شفاف  $0.5 \mu\text{m}$  باشد، طول موج آن در هوا چند میکرومتر است؟  $(\sin 37^\circ = 0.6)$



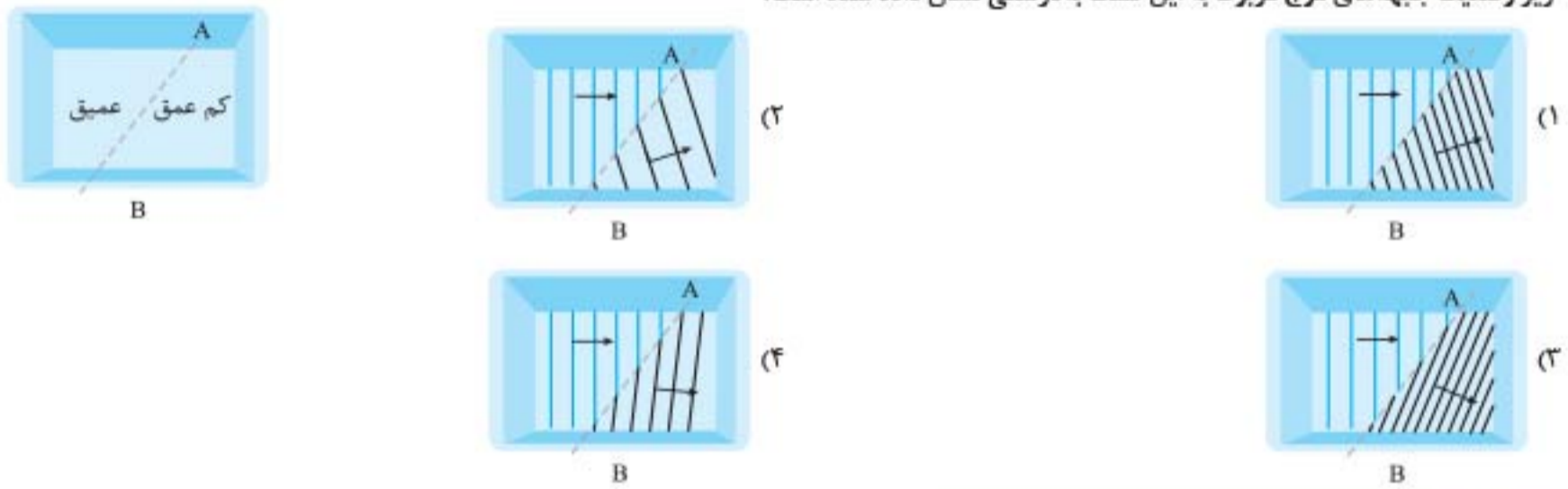
- (۱)  $\frac{8}{5}$
- (۲)  $\frac{2}{5}$
- (۳)  $\frac{5}{2}$
- (۴)  $\frac{5}{8}$

۹. در شکل زیر تیغه شیشه‌ای دارای ضریب شکست  $\sqrt{2}$  و هوا دارای ضریب شکست ۱ است. مدت زمانی که نور در تیغه حرکت می‌کند چند نانو ثانیه است؟ (سرعت نور در هوا  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  است.)



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

۱۰. در تشت موج شکل روبه‌رو، خط AB مرز میان دو ناحیه کم عمق و عمیق را نشان می‌دهد. موج تختی در ناحیه عمیق ایجاد می‌شود. در کدام یک از شکل‌های زیر وضعیت جبهه‌های موج مربوط به این تشت به‌درستی نشان داده شده است؟



آزمون فصل (نوسان و امواج)

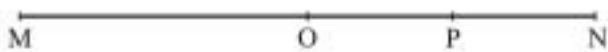
زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

۱. معادله مکان-زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = 0.4 \cos(\frac{\pi}{3}t)$  است. در بازه زمانی  $t_1 = 4\text{s}$  تا  $t_2 = 8\text{s}$  چند ثانیه بردار نیرو و سرعت متحرک در خلاف جهت یکدیگرند؟  $(\pi = 3)$

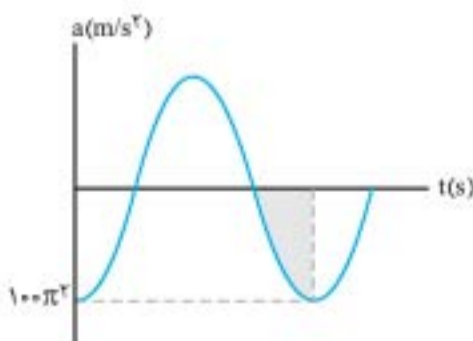
- (۱)  $0.5$
- (۲) ۱
- (۳) ۲
- (۴) ۳

۲. نوسانگری روی پاره خط MN حول نقطه O با دامنه  $10\text{cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر کوتاه‌ترین زمان ممکن برای دو عبور متوالی نوسانگر از نقطه P برابر  $0.3\text{s}$  باشد، کمینه تندی متوسط نوسانگر در یک بازه زمانی دلخواه  $0.2$  ثانیه‌ای در SI کدام است؟  $(\sqrt{3} = 1.7, \overline{OP} = \frac{\sqrt{2}}{2} \overline{ON})$

- (۱) ۱۵
- (۲)  $0.15$
- (۳) ۵۰
- (۴)  $0.5$

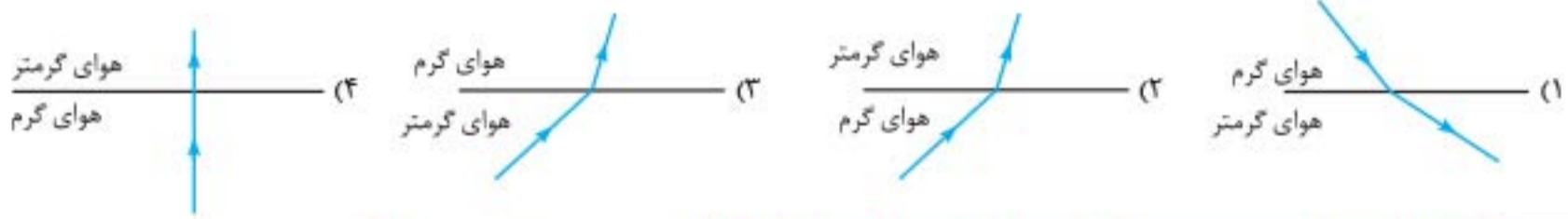


۳. نمودار شتاب-زمان نوسانگر جرم و فتری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد مطابق شکل است. اگر مساحت قسمت هاشورخورده در SI برابر  $4\pi$  باشد، فاصله نوسانگر از مرکز نوسان در لحظه  $t = \frac{1}{100}\text{s}$  چند سانتی‌متر است؟



- (۱)  $8\sqrt{2}$
- (۲)  $0.8\sqrt{2}$
- (۳)  $8\sqrt{3}$
- (۴)  $0.8\sqrt{3}$

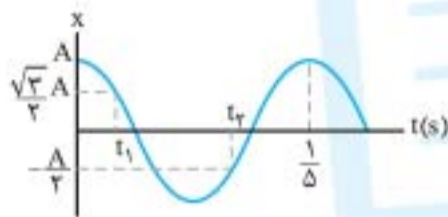
۲۰. در کدام گزینه، مسیر حرکت پرتوی نور به صورت نادرست رسم شده است؟



هایپرآزمون مبحثی فصل نوسان و امواج

۲۲

زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه



۱. نمودار مکان-زمان نوسانگری مطابق شکل است.  $\Delta t = t_2 - t_1$  چند ثانیه است؟

- (۱)  $\frac{1}{10}$
- (۲)  $\frac{1}{15}$
- (۳)  $\frac{1}{12}$
- (۴)  $\frac{1}{60}$

۲. ذره‌ای دارای حرکت نوسانی ساده با دوره تناوب T و بیشینه شتاب  $a_{max}$  است. در یک لحظه، شتاب حرکت برابر با  $\frac{\sqrt{3}}{2} a_{max}$  است. کمترین زمان لازم برای آنکه اولین بار پس از این لحظه شتاب حرکت به  $-\frac{1}{2} a_{max}$  برسد، کدام است؟

- (۱)  $\frac{T}{8}$
- (۲)  $\frac{T}{6}$
- (۳)  $\frac{T}{4}$
- (۴)  $\frac{T}{3}$

۳. معادله مکان-زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $x = 3 \cos(40\pi t)$  است. چند ثانیه پس از لحظه  $t = \frac{3}{160}$  s، برای اولین بار تندی نوسانگر بیشینه می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{160}$
- (۲)  $\frac{1}{80}$
- (۳)  $\frac{3}{160}$
- (۴)  $\frac{1}{40}$

۴. دوره تناوب آونگی در سطح زمین  $T_1$  است. اگر این آونگ را به فاصله  $R_e$  از سطح زمین ببریم، دوره تناوب آن  $T_2$  می‌شود. نسبت  $\frac{T_2}{T_1}$  کدام است؟ (با شعاع زمین است.)

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

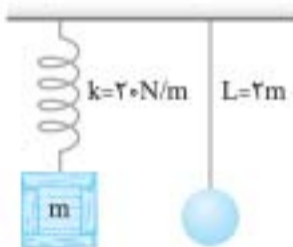
۵. نوسانگر هماهنگ ساده‌ای روی پاره‌خطی نوسان می‌کند. اگر فاصله زمانی بین دو لحظه‌ای که تندی نوسانگر بیشینه می‌شود برابر با  $\frac{1}{40}$  s باشد، بسامد این حرکت بر حسب هرگز کدام یک از اعداد زیر نمی‌تواند باشد؟

- (۱) ۱۰
- (۲) ۲۰
- (۳) ۴۰
- (۴) ۶۰

۶. نوسانگر وزنه-فتری روی سطح افقی بدون اصطکاک، با دامنه  $A_1$  و بسامد  $f_1$  نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که نوسانگر از مرکز نوسان عبور می‌کند، نصف جرم وزنه کنده شده و جدا می‌شود و جرم باقیمانده متصل به فنر به نوسان ادامه می‌دهد. اگر در این حالت بسامد  $f_2$  و دامنه  $A_2$  باشد، نسبت‌های  $\frac{f_2}{f_1}$  و  $\frac{A_2}{A_1}$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

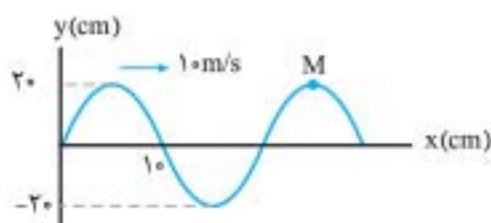
- (۱) ۱، ۱
- (۲)  $\sqrt{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}$
- (۳)  $\frac{\sqrt{2}}{2}, \sqrt{2}$
- (۴)  $\sqrt{2}, \frac{1}{2}$

۷. مطابق شکل، یک آونگ و یک نوسانگر جرم و فنر را از طنابی آویزان می‌کنیم. آونگ را در راستای عمود بر صفحه کاغذ از حال تعادل خارج کرده و رها می‌کنیم تا نوسان کند. اگر نوسانگر جرم و فنر دچار تشدید شود، m بر حسب کیلوگرم کدام است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۴
- (۴) ۸

۸. مدل سینوسی یک موج عرضی که در طنابی منتشر می‌شود، در لحظه  $t = 0$  s مانند شکل روبه‌رو است. مکان ذره M در لحظه  $t = \frac{3}{40}$  s بر حسب سانتی‌متر کدام است؟



- (۱) ۱۰
- (۲)  $10\sqrt{2}$
- (۳) -۱۰
- (۴)  $-10\sqrt{2}$



## آزمون‌های جامع

در این بخش برای هر کدام از کتاب‌های فیزیک ۱، ۲ و ۳ دو آزمون جامع بیست سؤالی طرح کرده‌ایم. همچنین برای هر کدام از مباحث نیم‌سال اول و نیم‌سال دوم کتاب فیزیک ۳ نیز دو آزمون جامع بیست سؤالی طرح شده است.

در انتهای این بخش پنج آزمون جامع سی سؤاله به سبک کنکور و همچنین دو هاپر آزمون کنکوری برای دانش‌آموزان پرتلاش قرار داده‌ایم.

## آزمون جامع فیزیک دهم

۲۵

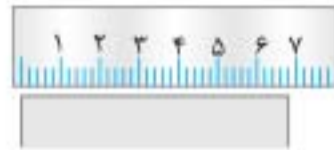
زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

— %

۱. دانش آموزی برای محاسبه فشار هوا در محل زندگی‌اش، آزمایشی طراحی کرده است. او این آزمایش را ۶ مرتبه تکرار می‌کند و نتایج زیر را در هر آزمایش به دست می‌آورد، فشار هوا در محل این آزمایش‌ها چند اتمسفر است؟

شماره آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نتیجه آزمایش	$P_1 = 1/50 \text{ atm}$	$P_2 = 1/100 \text{ atm}$	$P_3 = 0/95 \text{ atm}$	$P_4 = 0/80 \text{ atm}$	$P_5 = 0/85 \text{ atm}$	$P_6 = 0/90 \text{ atm}$
	(۱) ۱/۰۵	(۲) ۱/۰۰	(۳) ۰/۹۵	(۴) ۰/۹۰		

۲. شکل مقابل خط‌کشی را نشان می‌دهد که ابتدای آن از بین رفته است. نتیجه اندازه‌گیری با این خط‌کش در کدام گزینه درست بیان شده است؟



- (۱)  $69/1 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$   
 (۲)  $69 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$   
 (۳)  $69/1 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$   
 (۴)  $6/9 \text{ cm} \pm 0/05 \text{ cm}$

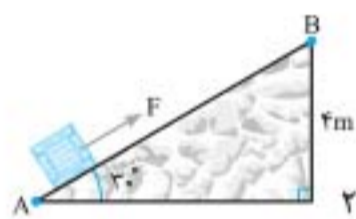
۳. دو استوانه همگن A و B دارای جرم و ارتفاع برابرند. استوانه A توپر و استوانه B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و چگالی ماده سازنده استوانه B،  $\frac{9}{8}$  برابر چگالی استوانه A باشد، شعاع داخلی استوانه B چند برابر شعاع خارجی آن است؟

- (۱)  $\frac{1}{3}$   
 (۲)  $\frac{1}{3}$   
 (۳)  $\frac{1}{4}$   
 (۴)  $\frac{1}{9}$

۴. شخصی به جرم  $50 \text{ kg}$  درون آسانسوری قرار دارد. این آسانسور با شتاب  $3 \text{ m/s}^2$  شروع به حرکت به سمت بالا می‌کند. کار نیروی عمودی سطح وارد بر شخص در دو ثانیه اول حرکت آسانسور چند ژول است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (۱) ۲۱۰۰  
 (۲) ۲۸۰۰  
 (۳) ۳۳۰۰  
 (۴) ۳۹۰۰

۵. مطابق شکل زیر جسمی به جرم  $4 \text{ kg}$ ، توسط نیروی  $F = 50 \text{ N}$  که موازی سطح شیب‌دار است، از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر اندازه نیروی اصطکاک بین جسم و سطح  $5 \text{ N}$  و جسم در نقطه A ساکن باشد، تندی جسم در نقطه B، چند متر بر ثانیه است؟ ( $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



- (۱) ۱۰  
 (۲) ۲۰  
 (۳)  $\sqrt{10}$   
 (۴)  $2\sqrt{5}$

۶. دانش آموزی، سنگی به جرم  $200 \text{ g}$  را مطابق شکل از پشت بام ساختمانی به ارتفاع  $30 \text{ m}$ ، با تندی  $20 \text{ m/s}$  پرتاب می‌کند. اگر سنگ با تندی  $30 \text{ m/s}$  با سطح زمین برخورد کند، کار نیروی مقاومت هوای وارد بر سنگ در طی حرکت آن چند ژول است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



- (۱) -۱۰  
 (۲) -۲۰  
 (۳) -۳۰  
 (۴) بستگی به زاویه پرتاب سنگ دارد.

۷. پمپی در هر دقیقه،  $120 \text{ kg}$  آب را تا ارتفاع  $10 \text{ m}$  بالا می‌برد و آن را از دهانه لوله‌ای به خارج می‌فرستد. اگر توان مفید پمپ  $300 \text{ W}$  باشد، تندی خروج آب از دهانه لوله چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (۱) ۵  
 (۲) ۱۰  
 (۳) ۱۵  
 (۴) ۲۰

۸. اتومبیلی روی یک خط راست با تندی ثابت در یک جهت در حال حرکت است. اگر نیروی پیشران در جهت حرکت و برابر  $3000$  نیوتون و توان حاصل از این نیرو برابر  $60$  کیلووات باشد، تندی حرکت آن چند کیلومتر بر ساعت است؟

- (۱) ۱۰  
 (۲) ۲۰  
 (۳) ۳۶  
 (۴) ۷۲

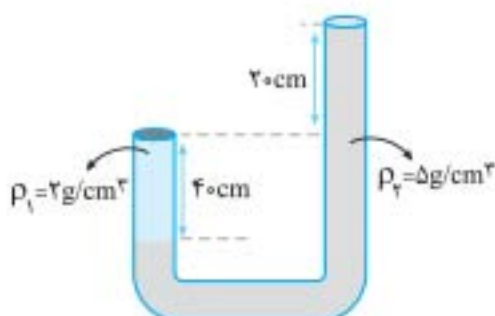
۹. کدام گزینه درباره حالت‌های ماده نادرست است؟

- (۱) فاصله ذرات سازنده جامد کوچک‌تر از فاصله ذرات سازنده مایع است.  
 (۲) بیش‌تر مواد معدنی از یک الگوی سه‌بعدی تکرارشونده منظم تشکیل شده‌اند.  
 (۳) فاصله بین مولکول‌های هوا در حدود  $35 \text{ \AA}$  است.  
 (۴) طول ده اتم کربن در کنار یکدیگر، تقریباً برابر با یک نانومتر است.

۱۰. اگر فشار در عمق  $272$  سانتی‌متری آب دریاچه‌ای  $95$  سانتی‌متر جیوه باشد، فشار هوا در محل این دریاچه چند سانتی‌متر جیوه است؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ )

- (۱) ۷۴  
 (۲) ۷۵  
 (۳) ۷۶  
 (۴) ۷۷

۱۱. در شکل زیر دهانه سمت چپ لوله U شکل به وسیله دریوش به مساحت  $2 \text{ cm}^2$  مسدود شده است. نیروی وارد بر این دریوش به دلیل وزن مایعات چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



- (۱) ۴۴  
 (۲) ۴۶  
 (۳) ۴۸  
 (۴) ۵۰

۱۴. در ظرفی استوانه‌ای، مقداری آب  $10^{\circ}\text{C}$  ریخته‌ایم. دمای این مجموعه را به  $20^{\circ}\text{C}$  می‌رسانیم. ارتفاع آب و فشار وارد بر کف ظرف چگونه تغییر می‌کنند؟  
 (۱) ثابت می‌ماند، ثابت می‌ماند. (۲) ثابت می‌ماند، کاهش می‌یابد. (۳) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد. (۴) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.

۱۵. طول دو سیم نازک از جنس برنج و سرب در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  برابر  $100$  متر است. دمای این دو سیم را به چند درجه سلسیوس برسانیم تا طول سیم برنجی،  $3\text{ cm}$  از طول سیم سربی کمتر شود؟ ( $\alpha_{\text{سرب}} = 29 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  و  $\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )  
 (۱)  $30$  (۲)  $50$  (۳)  $300$  (۴)  $320$

۱۶. گرماسنجی محتوی  $200\text{ g}$  آب  $32^{\circ}\text{C}$  است.  $300\text{ g}$  آب  $50^{\circ}\text{C}$  را درون آن می‌ریزیم و پس از مدتی دمای تعادل را اندازه می‌گیریم. اگر دمای تعادل مجموعه  $28^{\circ}\text{C}$  باشد، ظرفیت گرمایی گرماسنج چند ژول بر کلوین است؟ (از تبادل گرمایی با محیط بیرون صرف‌نظر شود.  $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ )  
 (۱)  $3360$  (۲)  $1680$  (۳)  $5040$  (۴)  $6720$

۱۷.  $100$  گرم یخ صفر درجه سلسیوس را در  $165$  گرم آب  $30^{\circ}\text{C}$  می‌اندازیم. پس از ایجاد تعادل، چند گرم یخ ذوب نشده باقی می‌ماند؟ ( $c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$ ,  $L_F = 330 \text{ J/g}$ )  
 (۱)  $37$  (۲)  $53$  (۳)  $63$  (۴)  $74$

۱۸. گرمای شارش شده در یک میله مسی به طول  $L$  و قطر مقطع  $D$  که یک انتهایش در مخلوط آب و یخ و انتهای دیگرش در بخار آب  $100^{\circ}\text{C}$  قرار دارد در مدت یک دقیقه  $1/5 \text{ kJ}$  است. گرمای شارش شده در یک میله آهنی به طول  $4L$  و قطر مقطع  $2D$  که یک انتهایش در مخلوط آب و یخ و انتهای دیگرش در آب  $80^{\circ}\text{C}$  قرار دارد، در مدت  $5$  دقیقه چند کیلوژول است؟ (امن  $5 \text{ k/s}$ )  
 (۱)  $0/8$  (۲)  $1/2$  (۳)  $1/5$  (۴)  $2$

۱۹. چگالی یک گاز در دمای  $77^{\circ}\text{C}$  و فشار  $1 \text{ atm}$  برابر  $1 \text{ kg/m}^3$  است. چگالی این گاز در دمای  $127^{\circ}\text{C}$  و فشار  $2 \text{ atm}$ ، چند گرم بر سانتی متر مکعب خواهد بود؟  
 (۱)  $\frac{1}{14}$  (۲)  $\frac{1}{14} \times 10^{-3}$  (۳)  $1/75$  (۴)  $1/75 \times 10^{-3}$

۲۰. حباب هوایی از کف دریاچه‌ای به عمق  $h$  رها می‌گردد. با ثابت بودن دمای آب، قطر حباب در سطح آب  $3$  برابر قطر اولیه آن می‌گردد.  $h$  چند متر است؟  
 ( $P_0 = 1.0^5 \text{ Pa}$ ,  $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )  
 (۱)  $26$  (۲)  $27$  (۳)  $260$  (۴)  $270$

## آزمون جامع فیزیک یازدهم

۲۷

🕒 زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

—%

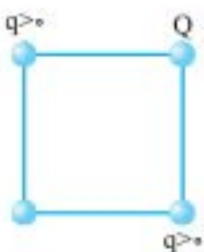
۱. کره رسانایی بر روی پایه عایقی قرار دارد و دارای بار الکتریکی مثبت است. به این کره تعداد  $6 \times 10^{15}$  الکترون می‌دهیم و بار جسم بدون تغییر علامت  $60\%$  کاهش می‌یابد. اگر کره رسانا را در حالت اولیه به وسیله یک سیم رسانا به زمین متصل کنیم، چند الکترون از زمین به جسم منتقل می‌شود؟ ( $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )  
 (۱)  $3/6 \times 10^{15}$  (۲)  $10^{16}$  (۳)  $1/5 \times 10^{16}$  (۴)  $2/4 \times 10^{15}$

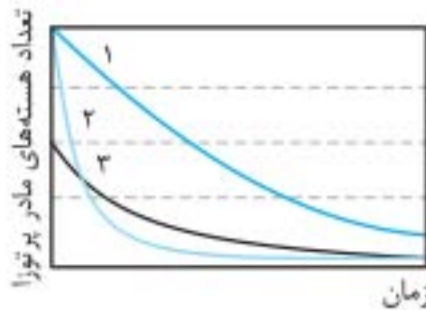
۲. در شکل مقابل دو بار نقطه‌ای  $+q$  و  $-q$  در فاصله  $r$  از هم ثابت شده‌اند. اگر بار  $q'$  را از  $A$  تا  $B$  جابه‌جا کنیم،  
 (۱) ثابت می‌ماند. (۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.  
 (۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. (۴) به علامت  $q'$  بستگی دارد.

۳. روی سطح یک بادکنکی به جرم  $20\text{ g}$  بار الکتریکی  $-400 \text{ nC}$  ایجاد کرده‌ایم. این بادکنک را در یک میدان الکتریکی یکنواخت قرار می‌دهیم. اگر بادکنک در حال تعادل و ساکن بماند، اندازه و جهت میدان الکتریکی چگونه است؟ (فرض کنید به بادکنک نیروی شناوری  $0/1 \text{ N}$  وارد شود و  $g = 10 \text{ N/kg}$  باشد)  
 (۱)  $2/5 \times 10^5 \text{ N/C}$  رو به بالا (۲)  $2/5 \times 10^5 \text{ N/C}$  رو به پایین (۳)  $5 \times 10^5 \text{ N/C}$  رو به بالا (۴)  $5 \times 10^5 \text{ N/C}$  رو به پایین

۴. در شکل زیر برایتند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q'$  برابر  $\vec{F} = 4\vec{i} \text{ (N)}$  است. اگر به جای بار  $q_2$ ، بار  $2q_2$  و مختلف‌العلامت با  $q_2$  قرار دهیم، برایتند نیروهای الکتریکی وارد بر بار  $q'$  برابر  $\vec{F}' = -11\vec{i} \text{ (N)}$  می‌شود. نسبت  $\frac{q_1}{q_2}$  در کدام گزینه به درستی آمده است؟  
 (۱)  $\frac{1}{20}$  (۲)  $-\frac{1}{20}$  (۳)  $\frac{1}{45}$  (۴)  $-\frac{1}{45}$

۵. مطابق شکل سه بار در رئوس یک مربع قرار گرفته‌اند. اگر میدان الکتریکی خالص در رأس چهارم برابر صفر باشد، کدام است  $\frac{Q}{q}$ ؟  
 (۱)  $2$  (۲)  $-2$  (۳)  $2\sqrt{2}$  (۴)  $-2\sqrt{2}$





۲۰. شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های سه نمونه ماده پرتوزا را بر حسب زمان نشان می‌دهد. اگر نیمه‌عمر این

سه نمونه را به ترتیب  $T_1$ ،  $T_2$  و  $T_3$  بنامیم، کدام گزینه درست است؟

(۱)  $T_2 < T_3 < T_1$

(۲)  $T_3 < T_2 < T_1$

(۳)  $T_2 < T_1 < T_3$

(۴)  $T_1 < T_2 < T_3$

### آزمون جامع فیزیک دوازدهم



زمان پیشنهادی: ۲۵ دقیقه

— %

۱. معادله سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند در SI به صورت  $v = -t^2 + 4t + 8$  است. تا لحظه‌ای که شتاب متحرک به صفر می‌رسد، شتاب متوسط متحرک چند متر بر مجذور ثانیه است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۸

۲. متحرکی با سرعت ثابت  $36 \text{ km/h}$  روی محور  $x$  در حال حرکت است و در مبدأ زمان از مکان  $12 \text{ m}$  در سمت چپ محور  $x$  ها می‌گذرد. اگر این متحرک در مکان  $x = +88 \text{ m}$  سرعتش را با شتاب ثابت  $2 \text{ m/s}^2$  افزایش دهد، جابه‌جایی متحرک در سه ثانیه چهارم حرکتش چند متر می‌باشد؟

- (۱) ۹۳ (۲) ۲۴ (۳) ۳۱ (۴) ۳۴

۳. بر جسمی به جرم  $5 \text{ kg}$ ، نیروی  $5\sqrt{2}$  نیوتونی وارد می‌شود و جسم در حال تعادل است. اگر دو نیرویی که بر هم عمود است را حذف کنیم و بقیه نیروها بدون تغییر اندازه و جهت بر جسم اثر بگذارند، تغییر سرعت جسم پس از  $4 \text{ s}$  چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ (از اصطکاک جسم با سطح صرف‌نظر کنید)

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸

۴. تویی به جرم  $500 \text{ g}$  را در هوا در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر شتاب جسم هنگام بالارفتن  $\frac{3}{4}$  برابر شتاب جسم هنگام پایین آمدن باشد، نیروی مقاومت هوا چند نیوتون است؟ (فرض کنید نیروی مقاومت هوا مقداری ثابت است)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۸

۵. گلوله‌ای به جرم  $200 \text{ g}$  از ارتفاع معینی از سطح زمین رها شده و با سرعت  $20 \text{ m/s}$  به زمین برخورد کرده و باز می‌گردد. اگر در این برخورد،  $36\%$  انرژی جنبشی گلوله تلف شود، تکانه جسم در SI چند واحد و چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱)  $1/6$ ، کاهش (۲)  $1/6$ ، افزایش (۳)  $8/10$ ، کاهش (۴)  $8/10$ ، افزایش

۶. نوسانگری بر روی یک پاره خط افقی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در یک بازه زمانی معین در حالی که جهت شتاب نوسانگر ثابت است، جهت حرکت نوسانگر یک بار تغییر کند، نوع حرکت نوسانگر در این بازه زمانی چگونه است؟

- (۱) همواره تندشونده (۲) همواره کندشونده (۳) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده (۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

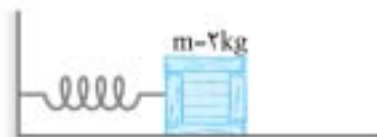
۷. در یک حرکت هماهنگ ساده، اگر برای دومین بار مسافت طی شده توسط متحرک در ثانیه‌های ششم و هفتم برابر باشد، این نوسانگر در مدت یک دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

- (۱) ۲ (۲)  $2/5$  (۳) ۵ (۴) ۱۲

۸. ذره‌ای در حال انجام حرکت هماهنگ ساده با دوره تناوب  $T$  و شتاب بیشینه  $a_{max}$  می‌باشد. در یک لحظه شتاب حرکت برابر با  $\frac{1}{4} a_{max}$  است. فاصله زمانی بین کمترین و بیشترین زمان لازم برای آنکه شتاب حرکت ذره برای اولیه بار پس از این لحظه به  $\frac{\sqrt{2}}{4} a_{max}$  برسد، کدام است؟

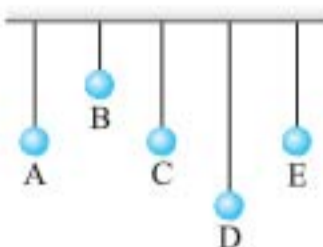
- (۱)  $\frac{5T}{24}$  (۲)  $\frac{13T}{24}$  (۳)  $\frac{3T}{4}$  (۴)  $\frac{T}{3}$

۹. مطابق شکل مقابل، نوسانگر جرم و فتری روی پاره خطی به طول  $8 \text{ cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه تکانه جسم  $8 \text{ kg.m/s}$  باشد، ثابت فتر چند واحد SI می‌باشد؟



- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۴۰۰

۱۰. در شکل مقابل، از میله‌های افقی، آونگ‌های ساده‌ای با جرم‌های متفاوت آویزان شده‌اند. اگر آونگ C را از وضع تعادل خارج و رها کنیم، کدام گزینه درست است؟



- (۱) فقط آونگ A بر اثر پدیده تشدید نوسان می‌کند.  
 (۲) همه آونگ‌ها با دوره تناوب یکسان شروع به نوسان می‌کنند.  
 (۳) فقط آونگ‌های A و E بر اثر پدیده تشدید نوسان می‌کنند.  
 (۴) همه آونگ‌ها نوسان می‌کنند.

آزمون جامع کنکوری

۳۵

زمان پیشنهادی: ۳۷ دقیقه

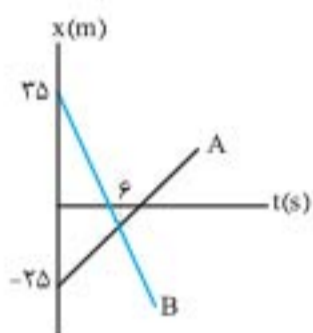
%

۱. می‌خواهیم طول دسته چاقویی را با استفاده از خط‌کش مقابل اندازه بگیریم. کدام گزینه عدد گزارش شده بر حسب میلی‌متر برای طول دسته چاقو بر حسب میلی‌متر است؟



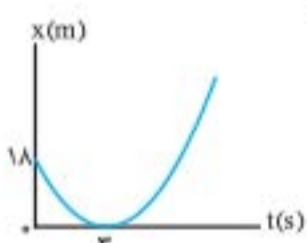
- (۱)  $27 \pm 1$
- (۲)  $27 \pm 0.5$
- (۳)  $27/2 \pm 1$
- (۴)  $27/2 \pm 0.5$

۲. نمودار مکان-زمان دو متحرک A و B که روی محور x در حرکت‌اند مطابق شکل است. اگر تندی متحرک A برابر با  $4 \text{ m/s}$  باشد، تندی متحرک B، چند متر بر ثانیه است؟



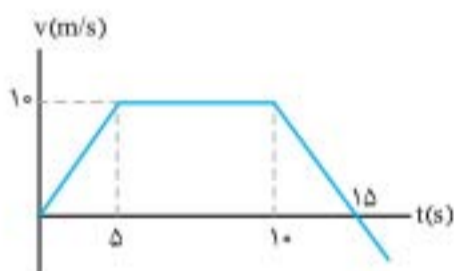
- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۶
- (۴) ۸

۳. مطابق شکل نمودار مکان-زمان متحرکی به صورت سهمی است، شتاب متحرک در لحظه  $t = 5 \text{ s}$  چند متر بر مجذور ثانیه است؟



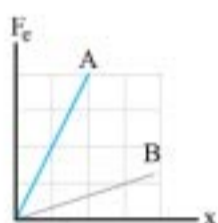
- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) -۲
- (۴) -۴

۴. نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر مکان اولیه متحرک  $x_0 = -9 \text{ m}$  باشد، در کدام لحظه بر حسب ثانیه، متحرک برای دومین مرتبه از مبدأ مکان می‌گذرد؟



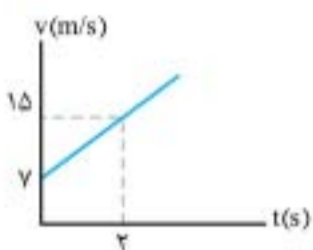
- (۱) ۱۲
- (۲) ۱۵
- (۳) ۱۸
- (۴) ۲۰

۵. نمودار نیروی کشسانی دو فنر بر حسب تغییرات طول آنها مطابق شکل می‌باشد. ثابت فنر A، چند برابر ثابت فنر B است؟



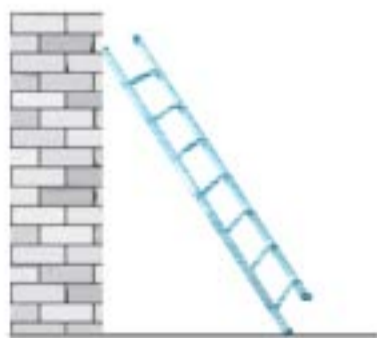
- (۱)  $\frac{2}{3}$
- (۲)  $\frac{3}{2}$
- (۳)  $\frac{4}{3}$
- (۴) ۶

۶. در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم  $800 \text{ g}$  روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی  $\vec{F}$  از زمان  $t = 0$  بر آن وارد می‌شود. به طوری که نمودار سرعت-زمان آن به صورت شکل مقابل است. اگر پس از  $5 \text{ s}$  نیروی  $\vec{F}$  ناگهان قطع شده و جسم  $8 \text{ s}$  پس از قطع نیروی  $\vec{F}$  با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه نیروی  $\vec{F}$  چند نیوتون است؟



- (۱)  $2/7$
- (۲)  $3/2$
- (۳)  $5/4$
- (۴)  $5/9$

۷. مطابق شکل یک نردبان به جرم  $2 \text{ kg}$  به دیوار قائم تکیه داده و در آستانه لغزش قرار دارد. اگر نیروی عمودی که دیواره قائم به نردبان وارد می‌کند برابر  $40 \text{ N}$  و اصطکاک آن با نردبان ناچیز باشد، ضریب اصطکاک نردبان با سطح افقی چه اندازه است؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )



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

۸. معادله مکان-زمان نوسانگر هماهنگ ساده ای به صورت  $x = 2 \cos(10\pi t)$  است. بین دو لحظه  $t_1 = 0 \text{ s}$  و  $t_2 = \frac{1}{8} \text{ s}$  چند ثانیه شتاب، مثبت است؟

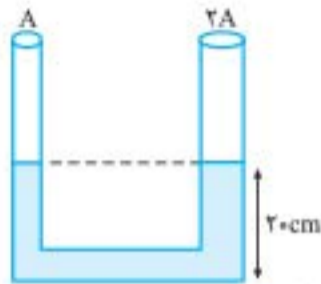
- (۱)  $\frac{1}{40}$
- (۲)  $\frac{1}{20}$
- (۳)  $\frac{3}{40}$
- (۴)  $\frac{1}{10}$





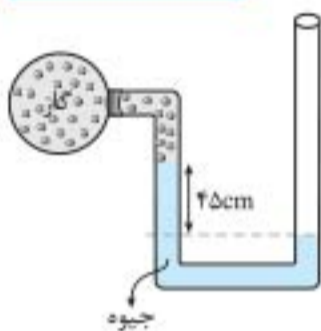
۲۵. در شکل زیر جسمی به جرم  $2\text{kg}$  داخل یک آسانسور توسط نیروی افقی  $F = 30\text{N}$  با تندی ثابت  $2\text{m/s}$  روی کف آسانسور به سمت راست حرکت می‌کند. اگر آسانسور با تندی ثابت  $2\text{m/s}$  به سمت بالا حرکت کند، کار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند در مدت یک ثانیه چند ژول است؟

- (۱) صفر
- (۲) ۳۰
- (۳) ۶۰
- (۴) ۱۲۰



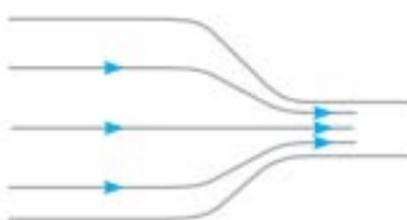
۲۶. در شکل زیر، ارتفاع آب در هر شاخه لوله برابر  $20$  سانتی متر و مساحت مقطع شاخه سمت راست دو برابر شاخه سمت چپ است. درون شاخه سمت چپ به آرامی روغن می‌ریزیم تا طول ستون روغن به  $25$  سانتی متر برسد. در حالت تعادل، ارتفاع آب در شاخه مقابل چند سانتی متر خواهد بود؟ (چگالی آب و روغن به ترتیب  $1\text{g/cm}^3$  و  $0.6\text{g/cm}^3$  است.)

- (۱)  $22/5$
- (۲) ۲۵
- (۳)  $27/5$
- (۴) ۳۰



۲۷. در شکل روبه‌رو، اگر فشار گاز درون ظرف  $28800\text{Pa}$  و چگالی جیوه  $13600\text{kg/m}^3$  باشد، فشار هوای محیط چند اتمسفر است؟ ( $g = 10\text{m/s}^2$ )

- (۱) ۱
- (۲)  $0.95$
- (۳)  $0.9$
- (۴)  $0.85$



۲۸. مطابق شکل جریان آب در لوله افقی برقرار است و آب از دهانه باریک لوله خارج می‌شود. اگر تندی آب در مقطع بزرگ‌تر لوله  $2\text{m/s}$  و قطر مقطع کوچک‌تر،  $1/4$  قطر مقطع بزرگ‌تر باشد، آب با چه تندی بر حسب متر بر ثانیه از دهانه لوله خارج می‌شود؟

- (۱) ۴
- (۲) ۸
- (۳) ۱۶
- (۴) ۳۲

۲۹. از عبارات زیر چند مورد نادرست است؟

- (الف) با افزایش دمای یک مایع آهنگ تبخیر سطحی افزایش می‌یابد.
- (ب) با افزایش فشار در سطح مایع نقطه جوش آن کاهش می‌یابد.
- (ت) تمامی جامدها نقطه ذوب معینی دارند.

- (۱) ۴
- (۲) ۳
- (۳) ۲
- (۴) ۱

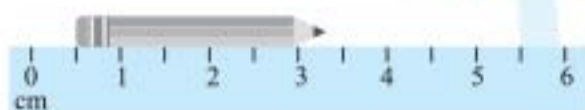
۳۰. دو کره همجنس A و B به شعاع خارجی R و دمای  $\theta$  در اختیار داریم. درون کره A حفره‌ای کروی به شعاع  $R/4$  وجود دارد. اگر به هر دو کره گرمای Q بدهیم و تغییرات دما و شعاع خارجی کره‌ها به ترتیب برابر  $\Delta\theta$  و  $\Delta R$  باشد، کدام گزینه درست است؟

- (۱)  $\Delta R_A = \Delta R_B$  ,  $\Delta\theta_A = \Delta\theta_B$
- (۲)  $\Delta R_A = \frac{4}{3}\Delta R_B$  ,  $\Delta\theta_A = \frac{3}{4}\Delta\theta_B$
- (۳)  $\Delta R_A = \frac{3}{4}\Delta R_B$  ,  $\Delta\theta_A = \frac{4}{3}\Delta\theta_B$
- (۴)  $\Delta R_A = \frac{3}{4}\Delta R_B$  ,  $\Delta\theta_A = \frac{3}{4}\Delta\theta_B$

### هایپر آزمون جامع کنکوری

۴۰

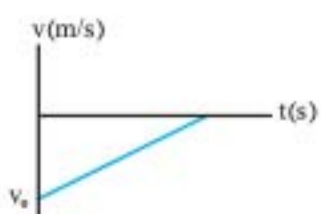
زمان پیشنهادی: ۳۷ دقیقه



۱. عدد گزارش شده برای طول مداد مقابل، در کدام گزینه به درستی آمده است؟

- (۱)  $3/2\text{cm} \pm 0.2\text{cm}$
- (۲)  $2/7\text{cm} \pm 0.2\text{cm}$
- (۳)  $3/20\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$
- (۴)  $2/70\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

۲. نمودار سرعت-زمان متحرکی که روی یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر متحرک در ثانیه آخر حرکت خود  $10\text{m}$  و در دو ثانیه اول حرکت خود  $50\text{m}$  جابجا شده باشد، سرعت اولیه آن در SI کدام است؟



- (۱) -۵
- (۲) -۲۰
- (۳) -۳۰
- (۴) -۴۵

$$\Rightarrow 1.5 + 4\rho g = \frac{9}{8} \times 1.5 + \frac{27}{8} \rho g \Rightarrow \frac{5}{8} \rho g = \frac{1}{8} \times 1.5$$

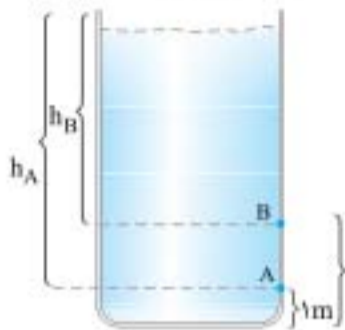
$$\Rightarrow \rho g = 0.2 \times 1.5$$

فشار کل در عمق ۷ متری مایع برابر است با:

$$P_C = P_0 + \rho g h_C = 1.5 + (0.2 \times 1.5) \times 7 = 2.4 \times 1.5 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P_C = 2/4 \text{ atm}$$

لازم به ذکر است که منظور از فشار مطلق در نقطه C، همان فشار کل در نقطه C است.



گزینه ۴ همان طور که می دانیم اندازه

نیروی که یک مایع در نقطه‌ای به فاصله h از سطح آزاد مایع وارد می کند برابر است با:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA$$

$$P = \rho g h \Rightarrow F = \rho g h A$$

در شکل بالا،  $h_A$  و  $h_B$  نشان داده شده است:

$$h_A = 10 - 1 = 9 \text{ m}, \quad h_B = 10 - 4 = 6 \text{ m}$$

بنابراین نسبت نیروی وارد بر سوراخ A به نیروی وارد بر سوراخ B برابر است با:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\rho_A g h_A A_A}{\rho_B g h_B A_B} \quad A_B = A_A \rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{h_A}{h_B} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}$$

گزینه ۷ فشار آب به کف ظرف بنا به رابطه  $P = \rho g h$  فقط به ارتفاع آب بستگی دارد و به سطح مقطع ظرف و حجم ظرف بستگی ندارد. بنابراین فشار آب در کف این ظرف‌ها با هم برابر است.

اما نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می کنند برابر مجموع وزن مایع و ظرف است که در هر دو شکل یکسان است. بنابراین:  $F_1 = F_2$

گزینه ۱ فشار مایع بر کف ظرف، ناشی از وزن آن است. پس در ابتدا که مایع ساکن است، تنها نیرویی که این فشار را ایجاد می کند، همان وزن مایع است. بنابراین:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \quad (1)$$

وقتی ظرف با شتاب ثابت  $\frac{g}{5}$  رو به پایین به حرکت در می آید، با استفاده از قانون دوم نیوتون، اندازه نیرویی که این فشار را ایجاد می کند به دست می آید:

$$F_{Net} = ma$$

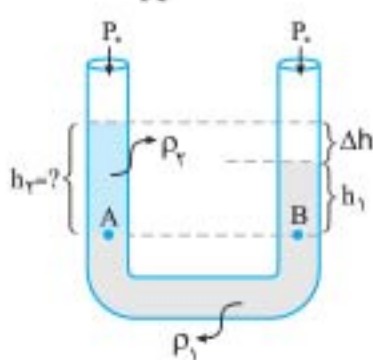
$$mg - F' = m \times \frac{g}{5} \Rightarrow F' = \frac{4}{5} mg$$

بنابراین فشار در حالت جدید برابر است با:

$$P' = \frac{F'}{A} = \frac{\frac{4}{5} mg}{A} = \frac{4}{5} \frac{mg}{A} \quad (2)$$

با تقسیم دو رابطه (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{P'}{P} = \frac{\frac{4}{5} \frac{mg}{A}}{\frac{mg}{A}} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{P'}{1000} = \frac{4}{5} \Rightarrow P' = 800 \text{ Pa}$$



گزینه ۳ چون دو مایع در حال تعادل هستند، مایعی که بالاتر قرار گرفته، چگالی کمتری دارد بنابراین چگالی این دو مایع عبارتند از:

$$\rho_1 = 6 \text{ g/cm}^3, \quad \rho_2 = 2 \text{ g/cm}^3$$

گزینه ۳ فشار کل در نقطه B، ۱۲/۵ درصد بیشتر از فشار در نقطه A است. بنابراین:

$$P_B = P_A + \frac{1}{8} P_A \Rightarrow P_B = \frac{9}{8} P_A \Rightarrow 1.5 + 4\rho g = \frac{9}{8} (1.5 + 3\rho g)$$

گزینه ۳ با توجه به تعریف توان برای یک نیرو داریم:

$$P = \frac{W_F}{\Delta t} \quad W_F = F d \cos \theta \rightarrow P = \frac{F_{\text{پیشران}} d \cos \theta}{\Delta t}$$

از آن جایی که نیروی پیشران در جهت جابه‌جایی است بنابراین  $\theta = 0$  و  $\cos \theta = 1$  است. از طرف دیگر  $\left(\frac{d}{\Delta t}\right)$  یعنی نسبت جابه‌جایی به مدت زمان جابه‌جایی برابر سرعت متوسط متحرک است. در این جا چون تندى متحرک ثابت است و متحرک در یک جهت حرکت می کند لذا تندى در هر لحظه با سرعت متوسط در هر بازه‌ای هم‌اندازه است، بنابراین داریم:

$$P = \frac{F d}{\Delta t} = F v \rightarrow v = \frac{P}{F}$$

↓  
اندازه تندى

هر اسب بخار برابر ۷۴۶ W است در این صورت می توان نوشت:

$$v = \frac{100 \times 746}{2720} = 20 \text{ m/s}$$

### آزمون شماره ۵

گزینه ۲ به حرکت نامنظم ذرات دود در هوا به دلیل حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های هوا حرکت براونی گفته می‌شود.

گزینه ۳ مایع در لوله موئین تا حدی بالا می‌رود که نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و لوله با وزن ستون مایع بالارفته از لوله برابر شود. پس میزان بالارفتن مایع در لوله، به چگالی مایع، بزرگی نیروی دگرچسبی و شعاع مقطع لوله بستگی دارد، اما به عمق لوله فرورفته در مایع بستگی ندارد.

گزینه ۲ فشار ناشی از وزن اجسام را می توان از رابطه  $P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$  به دست آورد.

جرم ۴ مکعب داده شده در شکل (۲)، ۴ برابر جرم شکل (۱) است. از طرفی مساحت قاعده شکل (۲)، ۲ برابر مساحت قاعده شکل (۱) است. بنابراین می توان نوشت:

$$P = \frac{mg}{A} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{A_1}{A_2} \quad m_2 = 4m_1 \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{4m_1}{m_1} \times \frac{A_1}{2A_1}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 2$$

روش دوم: استفاده از  $P = \rho g h$  است که چون  $P_2 = 2P_1 \rightarrow h_2 = 2h_1$

گزینه ۴ چون حجم الکل و آب درون ظرف‌های مکعب و استوانه‌ای با هم برابر است، می توان نوشت:

$$V_{\text{الکل}} = V_{\text{آب}} \quad V_{\text{الکل}} = a^2 \times h, \quad V_{\text{آب}} = \pi \left(\frac{a}{2}\right)^2 h'$$

$$\Rightarrow a^2 h = \pi \frac{a^2}{4} h'$$

$$\Rightarrow h' = \frac{4}{\pi} h$$

فشار هر کدام از این مایع‌ها بر کف ظرف‌هایشان از رابطه  $P = \rho g h$  به دست می آید: بنابراین نسبت  $\frac{P_B}{P_A}$  را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$\left\{ \begin{aligned} P_A &= \rho_{\text{الکل}} g h \\ P_B &= \rho_{\text{آب}} g h' \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{P_B}{P_A} = \frac{\rho_{\text{آب}} g h'}{\rho_{\text{الکل}} g h} = \frac{1 \times \frac{4}{\pi} h}{0.8 \times h} = \frac{40}{24} = \frac{5}{3}$$

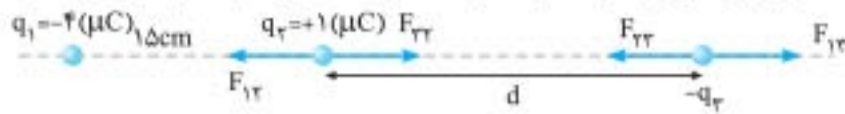
گزینه ۳ فشار کل در نقطه‌های A ( $h_A = 3 \text{ m}$ ) و B ( $h_B = 3 + 1 = 4 \text{ m}$ ) برابر است با:

$$\left\{ \begin{aligned} P_A &= P_0 + \rho g h_A = 1.5 + 3\rho g \\ P_B &= P_0 + \rho g h_B = 1.5 + 4\rho g \end{aligned} \right.$$

فشار کل در نقطه B، ۱۲/۵ درصد بیشتر از فشار در نقطه A است. بنابراین:

$$P_B = P_A + \frac{1}{8} P_A \Rightarrow P_B = \frac{9}{8} P_A \Rightarrow 1.5 + 4\rho g = \frac{9}{8} (1.5 + 3\rho g)$$

۳. گزینه ۱ هرگاه دوبار ناهم نام در فاصله  $r$  از هم قرار گیرند، در این حالت خارج از فاصله دوبار و نزدیک به بار کوچکتر نقطه‌ای وجود دارد که اگر بار  $q_3$  را در آن نقطه قرار دهیم، برآیند نیروهای وارد به آن صفر می‌شود. فاصله  $q_3$  از  $q_2$  را برابر  $d$  فرض می‌کنیم و نیروهای وارد به آن را هم اندازه قرار می‌دهیم.



$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{(15+d)^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{d^2}$$

$$\frac{4}{(15+d)^2} = \frac{1}{d^2} \xrightarrow{\text{جذرا از طرفین}} \frac{2}{15+d} = \frac{1}{d} \Rightarrow 2d = 15 + d$$

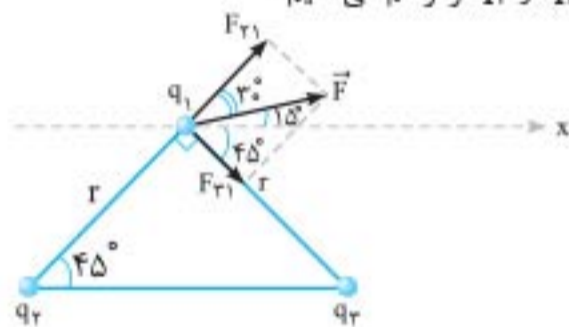
$$d = 15 \text{ cm}$$

یعنی برای اینکه برآیند نیروهای وارد به  $q_3$  صفر شود، باید  $q_3$  در  $15 \text{ cm}$  سمت راست  $q_2$  قرار گیرد. یعنی در مختصات:  $x = 10 + 15 = 25 \text{ cm}$  حال شرط تعادل  $q_2$  این است که  $F_{12} = F_{23}$  شود و نیز علامت  $q_3$  الزاماً باید منفی باشد. زیرا اگر دوبار هم نام روی یک خط قرار گیرند بین آن‌ها نقطه‌ای وجود دارد که در آن نقطه نیروهای وارد به بار سوم می‌تواند صفر شود. به عبارتی  $q_1$  و  $q_3$  باید هم‌علامت باشند.

$$F_{12} = F_{23} \Rightarrow \frac{k|q_1||q_2|}{15^2} = \frac{k|q_3||q_2|}{15^2} \rightarrow q_3 = q_1 = -4 \mu\text{C}$$

روش دوم: چون  $q_2$  از  $q_1$  و  $q_3$  به یک فاصله است برای اینکه  $F_{12} = F_{23}$  شود باید  $q_1 = q_3$  باشد.

۴. گزینه ۱ با توجه به جهت و راستای نیروی برآیند، نیروی وارد به  $q_1$  از طرف بارهای  $q_2$  و  $q_3$  را رسم می‌کنیم.

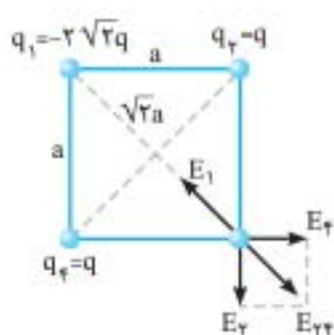


با توجه به جهت نیروهای  $F_{21}$  و  $F_{31}$  می‌توان نتیجه گرفت که بارهای  $q_2$  و  $q_3$  مختلف‌العلامت هستند.

از طرف دیگر جهت نیروی برآیند با نیروی  $F_{21}$  زاویه  $30^\circ$  می‌سازد که با توجه

$$\text{به شکل می‌توان نوشت: } \tan 30^\circ = \frac{F_{31}}{F_{21}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\frac{k|q_2||q_1|}{r^2} = \frac{k|q_3||q_1|}{r^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{|q_3|} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \frac{q_2}{q_3} = -\sqrt{3}$$



۵. گزینه ۳ نکته: هرگاه مطابق شکل دوبار نقطه‌ای مشابه  $q$  در دو رأس مربع در امتداد قطر، قرار گیرند و در یکی از رئوس دیگر مربع بار  $2\sqrt{2}q$  قرار گیرد می‌توان نشان داد که در رأس چهارم میدان الکتریکی صفر می‌شود و هر باری در آن نقطه قرار گیرد به آن نیرویی وارد نمی‌شود.

حال به سادگی با کمک رابطه  $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$  داریم:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow 2 \times 10^{-10} = 2 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{A}{18 \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow A = \frac{2 \times 18 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-12} \times 2} = 0.2 \text{ m}^2$$

۱۴. گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه  $U = \frac{1}{2} CV^2$  ظرفیت خازن را محاسبه می‌کنیم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 48 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C \times 8^2 = 1/5 \times 10^{-3} C$$

حال با استفاده از رابطه  $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$  بار ذخیره شده را مطابق زیر محاسبه می‌کنیم:

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \Rightarrow Q^2 = 2UC \Rightarrow Q = \sqrt{2UC}$$

$$\Rightarrow Q = \sqrt{2 \times 1/5 \times 10^{-3} \times 12 \times 10^{-3}}$$

$$= 6 \times 10^{-3} \text{ C} = 6 \text{ mC}$$

۱۵. گزینه ۳ فروریزش الکتریکی در عایق بین دو صفحه خازن‌ها، معمولاً با ایجاد یک جرقه همراه است!

### آزمون شماره ۱۰

۱. گزینه ۳ مطابق شکل با نزدیک کردن میله باردار به کره  $C$ ، روی کره  $C$  بار مثبت و روی کره  $A$  بار منفی القا می‌شود. (هم‌اندازه با کره  $C$ )

با جدا کردن کره  $A$  از دو کره دیگر روی کره  $A$  بار منفی خواهیم داشت و به همان میزان بار مثبت روی کره  $C$  وجود خواهد داشت. با دور کردن میله باردار، بار مثبت روی کره  $C$  بین دو کره  $B$  و  $C$  توزیع می‌شود که مجموع بار دو کره  $B$  و  $C$  هم‌اندازه با بار کره  $A$  است زیرا طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار کره‌ها برابر صفر است.

چون در مورد اندازه شعاع دو کره  $B$  و  $C$  اطلاعات کافی نداریم، بنابراین در مورد اینکه بار این دو کره هم‌اندازه هستند یا خیر، نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۲. گزینه ۱ ابتدا محاسبه می‌کنیم که  $4 \times 10^{13}$  الکترون چه مقدار بار با خود حمل می‌کند.

حال محاسبه می‌کنیم که بار اولیه جسم چه اندازه بوده است. بار اولیه را  $q_1$  فرض می‌کنیم که معادل  $q$  است و بار جدید جسم  $q_2$  می‌باشد.

$$q_1 = q \text{ و } q_2 = -\frac{1}{3}q$$

با توجه به پایستگی بار الکتریکی داریم:

$$q_1 + q' = q_2 \Rightarrow q + (-6/4) = -\frac{1}{3}q$$

$$\frac{4}{3}q = 6/4 \rightarrow q = 4/8 \mu\text{C}$$

بار اولیه جسم  $4/8 \mu\text{C}$  است، بنابراین برای اینکه خنثی شود باید به آن الکترون داد. تعداد الکترون‌هایی که جسم را خنثی می‌کند برابر است با:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{4/8 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{13}$$

# فهرست

۵

بخش ۱: آزمون‌های فصلی



۴۹

بخش ۲: آزمون‌های جامع



۹۳

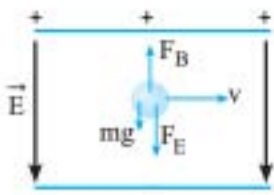
بخش ۳: پاسخ‌نامه تشریحی



۱۹۵

بخش ۴: مرور سریع





۴. گزینه ۴ برای اینکه بار متحرک بدون انحراف از فضای بین صفحات عبور کند، باید نیروهای وارد بر آن متوازن باشند.

در این فضا مطابق شکل نیروهای وزن، الکتریکی و مغناطیسی بر ذره وارد می‌شوند. بنابراین نیروی  $F_B$  باید به سمت بالا بر ذره وارد شود. با استفاده از قاعده دست راست جهت  $\vec{B}$  را تعیین می‌کنیم. برای محاسبه اندازه  $\vec{B}$  داریم:

$$F_B = F_E + mg$$

$$F = qE = q \frac{V}{d} = 2.0 \times 10^{-6} \times \frac{100}{2 \times 10^{-2}} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ N}$$

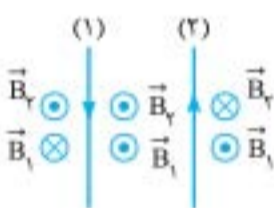
$$mg = 1.0 \times 10^{-2} \times 10 = 1.0 \times 10^{-1} \text{ N}$$

$$F_B = F_E + mg \rightarrow qvB \sin \theta = 1.0 \times 10^{-1} + 1.0 \times 10^{-1} \rightarrow 2 \times 10^{-5} \times 10 \times B = 2 \times 10^{-1}$$

$$\Rightarrow B = \frac{2 \times 10^{-1}}{2.0 \times 10^{-5} \times 10} = 10.0 \text{ T}$$

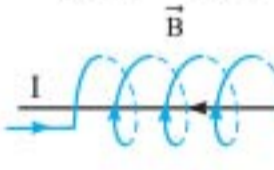
۵. گزینه ۳ جهت میدان را مطابق شکل با استفاده از قاعده دست راست دوم تعیین کرده‌ایم.

بررسی گزینه‌ها: گزینه ۱: نادرست: مطابق شکل، میدان در وسط دو سیم همواره برون‌سو است و هیچ‌گاه صفر نمی‌شود.



گزینه ۲: نادرست: سمت راست و سمت چپ مجموعه دو سیم، میدان‌ها مختلف‌الجهت هستند اما اندازه‌شان هیچ‌گاه با هم برابر نمی‌شود. به طوری که سمت راست سیم (۲) همواره  $B_2 > B_1$  است. (به دلیل نزدیک‌تر بودن سیم (۲) نسبت به سیم (۱)) همواره  $B_1 > B_2$  است.

گزینه ۳: درست: با افزایش فاصله از سیم، تراکم خطوط میدان کمتر شده و شدت میدان کاهش می‌یابد، به طوری که در بی‌نهایت، میدان به صفر می‌رسد.



۶. گزینه ۱ با استفاده از قاعده دست راست برای تعیین جهت میدان سیم‌لوله، میدان سیم‌لوله به سمت چپ به دست می‌آید.

بنابراین با توجه به اینکه بار در راستای خطوط میدان حرکت می‌کند، از طرف میدان هیچ نیرویی به آن وارد نمی‌شود.

$$F = |q| v B \sin \theta \xrightarrow{\theta=0^\circ} F = |q| v B \sin 0^\circ = 0$$

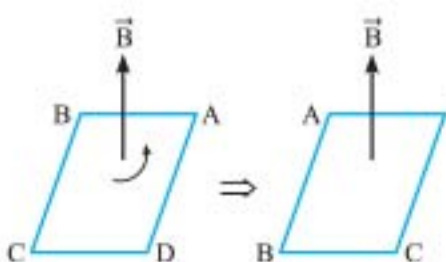
۷. گزینه ۲ ابتدا با استفاده از توان مصرفی مقاومت R، جریان گذرنده از سیم‌لوله را محاسبه می‌کنیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \lambda = 2 \times I^2 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

حال با توجه به اینکه مقدار دور  $n = \frac{N}{\ell} = 30$  داده شده است، از رابطه  $B = \mu_0 n I$  برای محاسبه میدان داخل سیم‌لوله استفاده می‌کنیم.

$$B = \mu_0 n I \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times 30 \times 2 = 2 / 4\pi \times 10^{-5} \text{ T}$$

۸. گزینه ۴ به متن مسئله خوب دقت کنید گفته شده است که قاب  $90^\circ$  ( $\frac{\pi}{2}$ ) می‌چرخد. دو حالت قابل تصور است:



حالت اول: صفحه  $\frac{\pi}{2}$  در امتداد خودش چرخیده اما زاویه آن با میدان تغییر نکرده است. در این حالت شار مغناطیسی تغییر نمی‌کند.

$$\Delta \Phi = 0 \Rightarrow \vec{E} = 0$$

۱۴. گزینه ۳ با فرض اینکه مقاومت ویژه همه مقاومت‌ها  $\rho$  است، خواهیم داشت:

$$R_A = \frac{\rho \times 2L}{a^2} = 2 \frac{\rho L}{a^2}$$

$$R_B = \frac{\rho \times L}{\frac{a^2}{2}} = 2 \frac{\rho L}{a^2}$$

$$R_C = \frac{\rho \times 2L}{4a^2} = \frac{1}{2} \frac{\rho L}{a^2}$$

$$R_{eq} = R_A + \frac{R_B R_C}{R_B + R_C} = \frac{28}{11} \frac{\rho L}{a^2}$$

چون A با بقیه رساناها سری بسته شده است:

$$I_A = I_{eq}$$

$$\frac{P_A}{P_{eq}} = \frac{R_A I_A^2}{R_{eq} I_{eq}^2} = \frac{R_A}{R_{eq}} = \frac{2 \frac{\rho L}{a^2}}{\frac{28}{11} \frac{\rho L}{a^2}} = \frac{11}{14}$$

۱۵. بررسی سایر گزینه‌ها

گزینه ۱: چون نمودار B به صورت خط راست نیست، رسانای غیر اهمی است. گزینه ۲: با شیب خط درمی‌یابیم وقتی  $V = 10 \text{ V}$  است برای A،  $I_A = 1/5 \text{ A}$  است و چون نمودار B در این ولتاژ، زیر نمودار A قرار دارد پس جریان آن کمتر از  $1/5 \text{ A}$  باید باشد.

گزینه ۳: چون رسانای اهمی نیست قانون اهم برای آن صادق نیست. گزینه ۴: شیب نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر رسانای اهمی، عکس مقاومت را به ما می‌دهد که چون مقاومت با دما تغییر می‌کند، شیب نیز تغییر خواهد کرد.

### آزمون شماره ۱۳

۱. گزینه ۳ خطوط میدان مغناطیسی یکتواخت، راست، موازی، هم‌جهت و هم‌فاصله هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها

گزینه ۱: نادرست: خط‌های میدان هم‌فاصله نیستند. گزینه ۲: نادرست: خط‌های میدان راست نیستند. گزینه ۴: نادرست: خط‌های میدان موازی نیستند.

۲. گزینه ۱ می‌دانیم مؤلفه‌ای از سرعت  $\vec{v}$  که در راستای میدان باشد، نمی‌تواند نیرویی ایجاد کند، پس از آن صرف‌نظر می‌کنیم. بنابراین مطابق زیر بزرگی و جهت نیرو را برای

$\vec{v}_y = 5\vec{j}$  و  $\vec{B}_x = 0/2\vec{i}$  محاسبه می‌کنیم. (دقت کنید که بار منفی است و برای به دست آوردن جهت نیروی وارد بر آن باید از قاعده دست چپ استفاده کنیم.)

$$F = |q| v B \sin \theta \xrightarrow{\substack{|q|=1.0 \times 10^{-6} \text{ C} \\ v=5 \text{ m/s}, B=0/2 \text{ T}}} \rightarrow$$

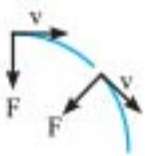
$$F = 1.0 \times 10^{-6} \times 5 \times 0 / 2 \times 1 = 1.0 \times 10^{-5} \text{ N}$$

بنابراین نیروی  $1.0 \times 10^{-5} \text{ N}$  در جهت محور Z بر ذره وارد می‌شود.

۳. گزینه ۲ برای اینکه سیم در حال تعادل باشد، باید نیروی مغناطیسی وارد بر سیم و وزن آن، هم‌اندازه و در خلاف جهت هم باشند. توجه کنید که منظور از حداقل میدان مغناطیسی، یعنی میدان بر راستای سیم عمود است و  $\sin \theta = 1$  است.

$$\left. \begin{aligned} W = mg = 1.0 \text{ m} \\ F = B I \ell \sin \theta \end{aligned} \right\} \Rightarrow W = F = 0 / 2 \times 2 \times 1 / 5 \times 1$$

$$\Rightarrow 1.0 \text{ m} = 0 / 9 \Rightarrow m = 0 / 9 \text{ kg} = 9.0 \text{ g}$$



ب) با توجه به توضیحات قسمت (الف) نیرو در ابتدا رو به پایین است، اما متحرک رفته‌رفته تغییر جهت می‌دهد و طبیعتاً نیروی مغناطیسی وارد بر ذره و شتاب نیز تغییر جهت خواهند داد و عبارت نادرست است.

پ) اگر به ذره‌ای با بار متغی الکترون منتقل شود مقدار بار متغی افزایش می‌یابد، پس طبق  $F = qvB \sin \alpha$  نیروی مغناطیسی وارد بر بار افزایش می‌یابد و طبق قانون دوم نیوتون ( $F = ma$ ) شتاب ذره نیز افزایش می‌یابد و این عبارت درست است.

د) **گزینه ۲** نیروی وارد بر بار از رابطه  $F = qvB \sin \theta$  به دست می‌آید که در آن،  $B$  همان میدان حاصل از سیم‌لوله ( $B = \frac{\mu_0 NI}{\ell}$ ) است.

$$F = qv \frac{\mu_0 NI}{\ell} \sin \theta = 2 \times 10^{-3} \times 10^7 \times \frac{12 \times 10^{-7} \times 1000 \times 2}{15} \Rightarrow F = 2/2N$$

**گزینه ۱** بررسی تک تک موارد

الف) مس و نقره از مواد دیامغناطیس هستند.

ب) مواد پارامغناطیس فقط در میدان‌های قوی خاصیت مغناطیسی ضعیفی پیدامی‌کنند. پ) مواد فرومغناطیسی نرم به دلیل آنکه سریعاً خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند برای هسته آهنرباهای الکتریکی کاربرد دارند.

د) **گزینه ۲** می‌دانیم تنها، مؤلفه‌های از میدان، باعث ایجاد شار در یک صفحه می‌شود که با صفحه مورد نظر موازی باشد. مؤلفه  $\vec{B}_y$  عمود بر صفحه است و شار ایجاد نمی‌کند و در نتیجه شار گذرنده از صفحه فقط به واسطه مؤلفه  $\vec{B}_x$  است.

$$\Phi = B_x A \cos \theta = 4 \times 2 \times 1 = 8 \text{ Wb}$$

ا) **گزینه ۲** با توجه به آنکه معادله میدان مغناطیسی بر حسب زمان به صورت خطی است، در نتیجه آهنگ تغییر میدان مغناطیسی برابر با شیب این خط می‌باشد و می‌توان گفت  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2 \text{ T/s}$  و مقدار ثابتی است:

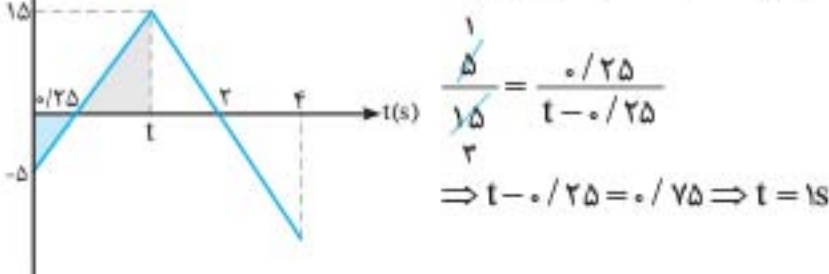
$$\mathcal{E} = N A \cos 60^\circ \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} = 1 \times 2 \times \frac{1}{2} \times 2 = 2 \text{ V}$$

**تذکر:** دقت کنید که زاویه  $\theta$ ، زاویه بین میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه است.

ب) **گزینه ۳** می‌دانیم اگر میله‌ای به طول  $\ell$  با تندی ثابت  $v$  در میدان مغناطیسی  $B$  در حرکت باشد، نیروی محرکه القایی ایجاد شده در آن از رابطه  $\mathcal{E} = B \ell v$  به دست می‌آید در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E} &= B \ell v \\ R &= \frac{\rho \ell}{A} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{I = \frac{\mathcal{E}}{R}} I = \frac{B \ell v}{\frac{\rho \ell}{A}} = \frac{B v A}{\rho} = \frac{2 \times 5 \times 2 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-4}} = 0.5 \text{ A}$$

۱. **گزینه ۱** ابتدا بین دو مثلث هاشور خورده نسبت تشابه می‌نویسیم:



$$\frac{1}{15} = \frac{0.25}{t - 0.25} \Rightarrow t - 0.25 = 0.75 \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

حال معادله جریان متناوب  $I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t$  را می‌نویسیم و با جایگذاری  $t = \frac{1}{20} \text{ s}$ ، جریان در این لحظه را محاسبه می‌کنیم:

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t = 200 \pi \sin \frac{2\pi}{0.4} t = 200 \pi \sin 5\pi t$$

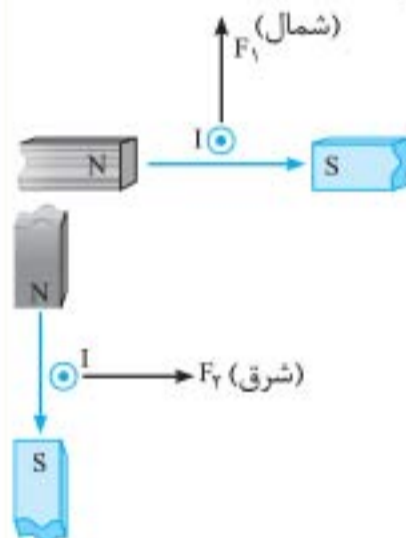
$$\xrightarrow{t = \frac{1}{20} \text{ s}} I = 200 \pi \sin 5\pi \times \frac{1}{20} = 200 \pi \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 100 \sqrt{2} \pi$$

آزمون شماره ۱۴

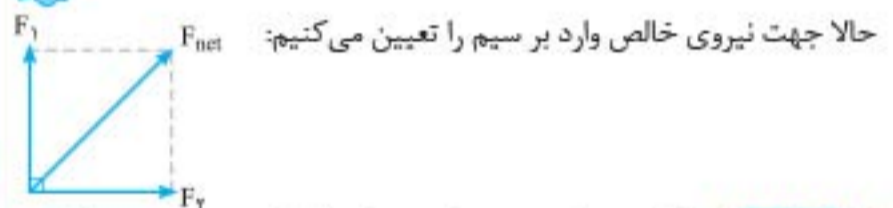
۱. **گزینه ۳** مطابق شکل  $B_T$  باید بین  $B_1$  و  $B_2$  باشد و می‌دانیم در خارج آهنربا میدان مغناطیسی از  $N$  خارج می‌شود و به  $S$  وارد می‌شود.

پس می‌توان گفت  $y$  قطب  $N$  و  $x$  قطب  $S$  است و چون میدان برایند به  $B_1$  نزدیک‌تر است، پس آهنربای (۱) قوی‌تر خواهد بود.

۲. **گزینه ۳** باید برای هر حالت به صورت جدا نیروی وارد بر سیم را تعیین جهت کنیم، سپس برایند نیروها را تعیین می‌کنیم. الف) نیروی حاصل از آهنرباهای افقی:



ب) نیروی حاصل از دو آهنربای عمودی:



۳. **گزینه ۱** ابتدا نیروی وارد بر سیم را در میدان مغناطیسی به دست می‌آوریم:  $F = \ell B \sin \alpha$

دقت کنید زاویه بین سیم و میدان  $90^\circ$  است.

$$F = \ell \times 40 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ \Rightarrow F = 48 \ell \times 10^{-2}$$

از رابطه چگالی می‌دانیم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{A \ell} \Rightarrow 8000 = \frac{m}{3 \times 10^{-4} \ell} \Rightarrow \frac{m}{\ell} = 2/4 \Rightarrow m = 2/4 \ell$$

طبق قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow 48 \ell \times 10^{-2} = (2/4 \ell) a \Rightarrow a = 0.2 \text{ m/s}^2$$

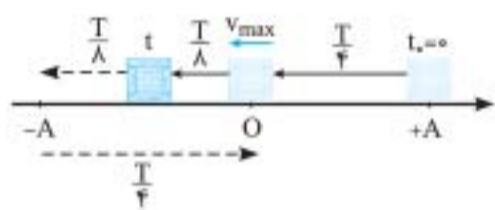
۴. **گزینه ۲** بررسی همه عبارت‌ها

الف) با توجه به جهت نیروی وارد بر بار داریم:

پس بار به پایین منحرف می‌شود، اما باید توجه کرد که نیروی مغناطیسی بر جابه‌جایی عمود است، پس کار انجام نمی‌دهد، در نتیجه تندی جسم تغییر نمی‌کند ( $W_T = \Delta K$ ) و عبارت نادرست می‌باشد.

**گام دوم** بازه زمانی داده شده را بر حسب دوره تناوب محاسبه کرده و مسیر حرکت نوسانگر روی پاره خط نوسان را رسم می کنیم:

$$\frac{t}{T} = \frac{160}{20} = \frac{8}{1} \Rightarrow t = \frac{8}{1} T = \frac{8}{1} T + \frac{1}{8} T \Rightarrow t = \frac{T}{4} + \frac{T}{8}$$



**گام سوم** در شکل مقابل مشاهده می کنید که نوسانگر در لحظه  $t$  در حال نزدیک شدن به انتهای پاره خط نوسان است.

از آنجایی که تندی نوسانگر در لحظه عبور آن از مرکز نوسان بیشینه می شود، بنابراین نوسانگر باید ابتدا به انتهای پاره خط نوسان برسد و سپس از آنجا به مرکز نوسان رسیده و تندی اش بیشینه شود. از روی شکل مشخص است که این مدت زمان برابر است با:

$$\Delta t = \frac{T}{8} + \frac{T}{4} = \frac{3T}{8} \xrightarrow{T = \frac{1}{20} s} \Delta t = \frac{3}{160} s$$

۴. **گزینه ۲** شتاب گرانشی در فاصله  $h$  از سطح زمین از رابطه

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2} \Rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R+h_1}{R+h_2}\right)^2$$

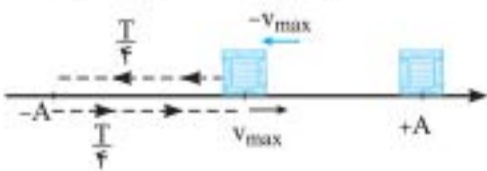
$$\frac{h_1=0}{h_2=R} \rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R+0}{R+R}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

حال با استفاده از رابطه  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  داریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{L \text{ ثابت است}} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$$

$$\frac{g_1=4}{g_2} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{4} = 2$$

۵. **گزینه ۱** تندی نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل (مرکز نوسان) بیشینه است. مطابق شکل زیر، مشخص است که فاصله زمانی دو لحظه متوالی که تندی نوسانگر بیشینه می شود، برابر با  $\frac{T}{2}$  است. در نتیجه در حالت کلی فاصله زمانی بین دو لحظه که تندی نوسانگر بیشینه است برابر با  $\Delta t = n\left(\frac{T}{2}\right)$  است.



بنابراین طبق اطلاعات تست می توان نوشت:

$$\Delta t = n \frac{T}{2} \xrightarrow{\Delta t = \frac{1}{40} s} \frac{1}{40} = n\left(\frac{1}{20}\right) \Rightarrow f = 20n$$

در رابطه به دست آمده برای بسامد،  $n$  عددی صحیح است: یعنی بسامد این حرکت مضرب صحیحی از عدد ۲۰ خواهد بود: در نتیجه فقط گزینه ۱ ( $f = 10 \text{ Hz}$ ) چون مضرب صحیحی از ۲۰ نیست، نمی تواند بسامد این حرکت باشد.

۶. **گزینه ۲**

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} \Rightarrow \sqrt{\frac{k_2}{k_1} \times \frac{m_1}{m_2}}$$

$$\frac{k_1=k_2}{m_2=\frac{1}{2}m_1} \rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{1 \times \frac{m_1}{\frac{1}{2}m_1}} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{2}$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \xrightarrow[n_2=\frac{4}{3}, \theta_2=?]{n_1=1, \theta_1=53^\circ} 1 \times \sin 53^\circ = \frac{4}{3} \sin \theta_2$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16} \Rightarrow \theta_2 = 37^\circ$$

$$\Rightarrow \tan \theta_2 = \frac{d_2}{\text{عمق استخر}} \Rightarrow d_2 = 1/8 \times \frac{3/4}{3/4} = 1/35 \text{ m}$$

بنابراین طول سایه برابر است با:

$$\text{طول سایه } d_1 + d_2 = 1/6 + 1/35 = 2/95 \text{ m}$$

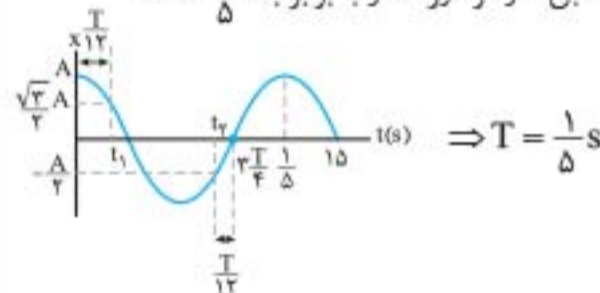
۲۰. **گزینه ۲** چگالی هوا با افزایش دما کاهش می یابد که این اتفاق سبب کاهش ضریب شکست می شود. بنابراین هوای گرم نسبت به هوای گرم تر، محیطی با ضریب شکست بیشتر به حساب می آید.

در نتیجه پرتوی فرودی هنگام ورود از محیط گرم به محیط گرم تر، در مرز دو ناحیه دچار شکست شده و از خط عمود دور خواهد شد.

**تذکره:** در گزینه «۴»، پرتوی موج بر سطح جدایی دو محیط عمود است ( $\theta_1 = 0^\circ$ ) بنابراین پرتو بدون انحراف وارد محیط دوم خواهد شد و جهت آن تغییر نخواهد کرد.

## آزمون شماره ۲۲

۱. **گزینه ۴** گام اول طبق نمودار دوره تناوب برابر با  $\frac{1}{5} s$  است:



**گام دوم** با استفاده از الگوهای زمانی، نمودار را مانند شکل فوق کامل می کنیم. با استفاده از این نمودار می توان نوشت:

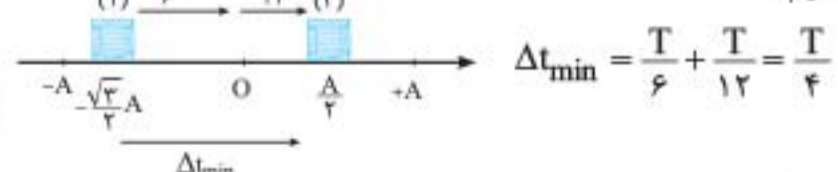
$$t_1 = \frac{T}{4}, t_2 = 3 \frac{T}{4} - \frac{T}{4} = \frac{2T}{2} = \frac{2T}{2}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2T}{2} - \frac{T}{4} = \frac{7T}{4} \xrightarrow{T = \frac{1}{5} s} \Delta t = 7 \times \frac{1}{20} = \frac{7}{20} s$$

۲. **گزینه ۳** گام اول با استفاده از رابطه  $\frac{x}{A} = \frac{-a}{a_{\max}}$  مکان نوسانگر بر حسب دامنه را در دو لحظه داده شده به دست می آوریم:

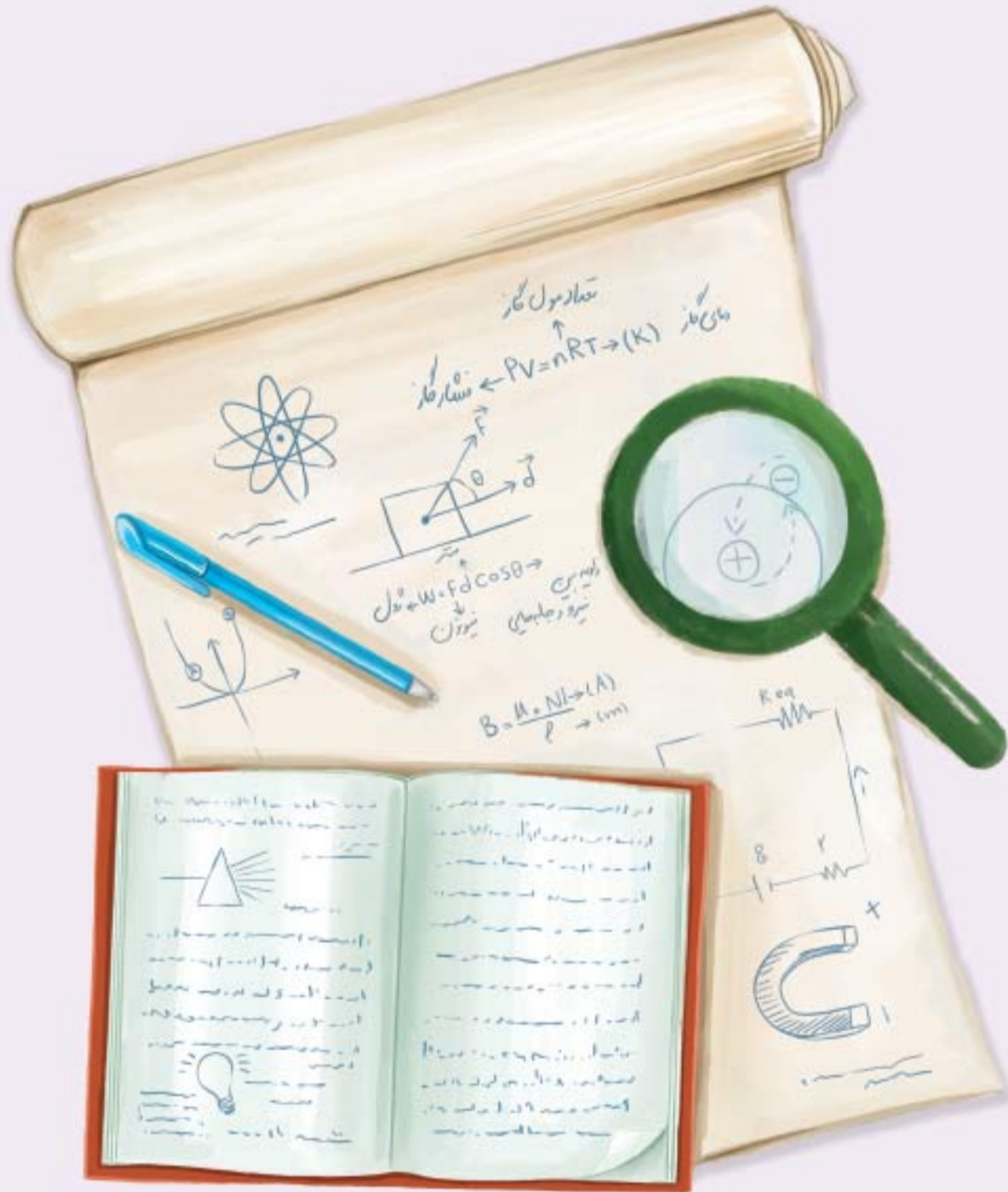
$$\frac{x}{A} = \frac{-a}{a_{\max}} \begin{cases} x_1 = \frac{-\frac{\sqrt{3}}{2} a_{\max}}{a_{\max}} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow x_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} A \\ x_2 = \frac{-(-\frac{1}{2} a_{\max})}{a_{\max}} = \frac{1}{2} \Rightarrow x_2 = \frac{A}{2} \end{cases}$$

**گام دوم** وضعیت نوسانگر روی پاره خط نوسان در این دو لحظه مطابق شکل است. با استفاده از الگوهای زمانی، بازه های زمانی خواسته شده را نیز مشخص می کنیم:



۳. **گزینه ۳** گام اول معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده به صورت  $x = A \cos(\omega t)$  است. در نتیجه می توان نوشت:

$$x = 2 \cos(4 \cdot \pi t) \Rightarrow \omega = 4 \cdot \pi \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \frac{2\pi}{T} = 4 \cdot \pi \Rightarrow T = \frac{1}{2} s$$



# مرور سریع



۱ حالت‌های ماده

- ۱ جامد: دو نوع است: الف) بلورین (مثل الماس) ب) بی‌شکل یا آمورف (مثل شیشه)
  - ۲ مایع **نکته** فاصله بین مولکول‌های جامد و مایع یکسان است.
  - ۳ گاز: ذرات آن حرکت کاتوره‌ای دارند که منجر به حرکت براونی مولکول‌های دود در هوا می‌شود. **نکته** پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایعات است.
  - ۴ پلاسما: در دماهای بالا به وجود می‌آید. مثل ستاره‌ها، آتش و... **نکته** ویژگی‌های فیزیکی مواد در مقیاس نانو تغییر می‌کند.
- مثال ۱** نقطه ذوب طلا در مقیاس نانو کمتر از مقیاس معمولی آن است. **۲** آلومینیوم اکسید در مقیاس معمولی نارسانا و در مقیاس نانو رسانا است.

۲ نیروهای بین مولکولی

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

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

- نکته ۱** آب، شیشه کشیف یا چرب را تر نمی‌کند.
- ۲** هر چقدر لوله موئین نازک‌تر باشد، آب بالاتر و جیوه پایین‌تر می‌رود.
- ۳** سطح آب در لوله موئین فرورفته و سطح جیوه برآمده است.

آب و شیشه تمیز	هم‌چسبی $F_{\text{دگرچسبی}} > F_{\text{چسبی}}$	شیشه تر می‌شود	آب در لوله موئین بالا می‌رود
جیوه و شیشه	هم‌چسبی $F_{\text{دگرچسبی}} < F_{\text{چسبی}}$	شیشه تر نمی‌شود	جیوه در لوله موئین پایین می‌رود

۳ فشار

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

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

**نکته** نقاط هم‌تراز از یک مایع ساکن، هم‌فشارند.

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

**۱** نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع (F):

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

$F = \rho ghA$  **نتیجه**

ظرف استوانه‌ای	ظرف گلدانی	ظرف دپگی
وزن مایع $F =$	وزن مایع $F <$	وزن مایع $F >$

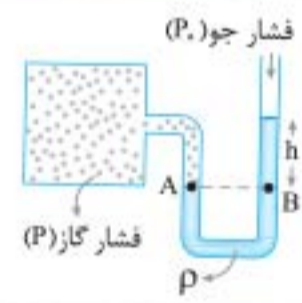
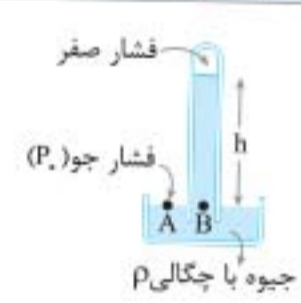
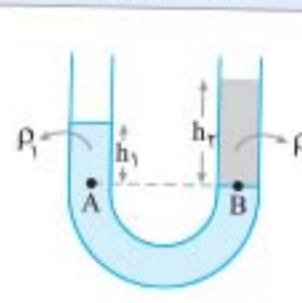
- ۱** وقتی چند مایع درون ظرفی باشند، فشار ناشی از مایعات در کف ظرف، برابر با جمع فشار هر یک از مایعات است:  $P = P_1 + P_2 + \dots = \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 + \dots$
- ۲** فشار پیمانه‌ای (P<sub>g</sub>):  $P_g = P - P_0$  **نکته** تمامی فشارسنج‌ها، فشار پیمانه‌ای را اندازه می‌گیرند.
- ۳** کاربردهای اصل هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز از یک مایع (P<sub>A</sub> = P<sub>B</sub>):

**F نیروی شناوری (F<sub>b</sub>)**

وزن شاره جابه‌جاشده  $F_b =$

$F_b$  همواره رو به بالا بر جسم اثر می‌کند.

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

فشارسنج (مانومتر)	جوسنج (بارومتر)	لوله U شکل
		
$P = P_0 + \rho gh$	$P_0 = \rho gh$	$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$

**۵ شاره در حرکت**

معادله پیوستگی:  $A_1 v_1 = A_2 v_2$

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

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



۱ 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 نمی آید و از بین نمی رود بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود.
- اصل کوانتیده بودن بار: بار الکتریکی مضرب درستی از بار بنیادی است.

از دست دادن الکترون  $\leftarrow$   
 $q = \pm ne$   
 $\leftarrow$  گرفتن الکترون

۲ روش های باردار کردن

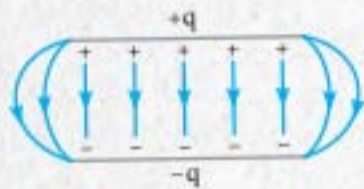
- مالش: با مالش دو جسم به یکدیگر، تعدادی الکترون از یکی به دیگری منتقل می شود. الکترون از ماده بالاتر جدول سری الکتروسیسته مالشی به ماده پایین تر منتقل می شود (بار جسم بالاتر: مثبت؛ بار جسم پایین تر: منفی)
- تماس: تماس یک جسم باردار به یک جسم بدون بار سبب مبادله الکترون بین آن ها می شود. تماس دو کره رسانای مشابه  $q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$
- القا: جابه جایی بار الکتریکی درون یک جسم رسانا در اثر نیروی جاذبه یا دافعه الکتریکی را القا گویند. جسم القاکننده و القا شونده همواره یکدیگر را جذب می کنند.

۳ نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار

- دو بار نقطه ای در راستای خط واصل دو بار بر یکدیگر نیروهای هم اندازه و در خلاف جهت وارد می کنند.
- نیروی بین دو بار همنام از نوع دافعه و بین دو بار ناهمنام از نوع جاذبه است.

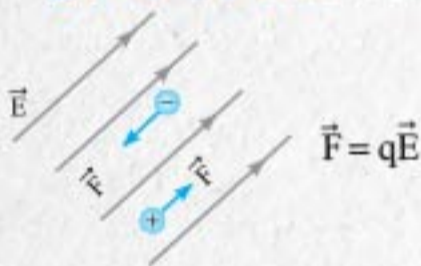
قانون کولن:  $F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$

۴ میدان الکتریکی



- خاصیتی در اطراف بار الکتریکی که به سبب آن به بارهای اطرافش نیرو وارد می کند.  $E = k \frac{|q|}{r^2}$
- خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می شوند.
- میدان یکنواخت: میدانی که اندازه و جهت آن در تمام نقاط یکسان است.
- نقطه صفر شدن میدان با حضور دو بار: دو بار همنام؛ بین دو بار و نزدیک بار کوچک تر
- دو بار ناهمنام؛ خارج از فاصله دو بار و نزدیک بار کوچک تر
- در این نقاط هر باری قرار دهیم نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر می شود.

نیروی وارد بر بار  $q$  در میدان خارجی  $E$ :



۵ اختلاف پتانسیل الکتریکی

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

- جابه جایی در جهت خطوط میدان: کاهش پتانسیل نقاط
- جابه جایی خلاف جهت خطوط میدان: افزایش پتانسیل نقاط
- جابه جایی عمود بر خطوط میدان: عدم تغییر پتانسیل نقاط

۶ انرژی پتانسیل الکتریکی

- در جابه جایی های عمود بر خطوط میدان انرژی پتانسیل بار ثابت می ماند.
- جابه جایی بار در جهتی که تمایل دارد: کاهش انرژی پتانسیل
- جابه جایی در خلاف جهتی که تمایل دارد: افزایش انرژی پتانسیل



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

۷ توزیع بار الکتریکی

- در اجسام رسانا: بار به سرعت در سطح خارجی جسم رسانا توزیع می شود و میدان درون رسانا صفر می شود.
- در اجسام نارسانا: بار در محل داده شده به جسم باقی می ماند.

۸ خازن

عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن:  $C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$  ظرفیت یک خازن همواره مقداری ثابت است و فقط به ساختار درونی آن بستگی دارد.  $C = \frac{Q}{V}$

تغییر در خازن: ۱ برای خازنی که به باتری وصل است،  $V$  همواره ثابت است. ۲ برای خازنی که پر شده و جدا از مولد است،  $Q$  همواره ثابت است.

میدان الکتریکی یکنواخت خازن:  $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{\kappa \epsilon_0 A}$  انرژی خازن:  $U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$



## دوازدهم فصل: حرکت بر خط راست

### ۱ مفاهیم اولیه

- ۱ مبدأ مکان: به نقطه  $x = 0$  گفته می‌شود.
- ۲ جابه‌جایی ( $\vec{d}$ ): برداری است که مکان اولیه جسم را به مکان ثانویه آن وصل می‌کند.
- ۳ مسافت ( $\ell$ ): طول مسیر حرکت را می‌گویند.

### ۴ پارامترهای حرکت:

۱  $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$ : تندی متوسط

۲  $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ : سرعت متوسط

۳  $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ : شتاب متوسط

### ۵ نوع حرکت:

۱ تندشونده:  $av > 0$

۲ کندشونده:  $av < 0$

۳ یکنواخت: ثابت  $v$

### ۶ نکته

حرکتی که از حال سکون شروع شود، تندشونده و حرکتی که به سکون ختم شود، کندشونده است.

۱  $|v_{av}| \leq s_{av}$ : همواره داریم

۲ اگر متحرک فقط روی خط راست و در

یک جهت حرکت کند،  $|v_{av}| = s_{av}$  است.

۳ تندی لحظه‌ای برابر با بزرگی سرعت

لحظه‌ای است.

### ۲ نمودارهای حرکت

#### ۱ مکان - زمان:

۱ سرعت لحظه‌ای: شیب خط مماس  $v =$  سرعت متوسط: شیب خط واصل بین دو نقطه  $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  نمودار صعودی  $\Leftrightarrow v > 0$  نمودار نزولی  $\Leftrightarrow v < 0$  در قله و قعر نمودار، سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت می‌دهد.

#### ۲ سرعت - زمان:

۱ شتاب لحظه‌ای: شیب خط مماس  $a =$  شتاب متوسط: شیب خط واصل بین دو نقطه  $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  نمودار صعودی  $\Leftrightarrow a > 0$  نمودار نزولی  $\Leftrightarrow a < 0$  در قله و قعر نمودار، شتاب صفر شده و نیروی خالص تغییر جهت می‌دهد. در لحظاتی که نمودار محور  $t$  را قطع کرده و از آن عبور می‌کند، متحرک تغییر جهت می‌دهد. در زمان‌هایی که نمودار در حال دور شدن از محور  $t$  باشد، حرکت تندشونده و در لحظاتی که به محور  $t$  نزدیک می‌شود، حرکت کندشونده است. مساحت زیر نمودار برابر با جابه‌جایی ( $\Delta x$ ) است که اگر نمودار بالای محور  $t$  باشد،  $\Delta x > 0$  و اگر نمودار پایین محور  $t$  باشد،  $\Delta x < 0$  است.

#### ۳ شتاب - زمان:

مساحت زیر نمودار برابر با تغییرات سرعت ( $\Delta v$ ) است که اگر نمودار بالای محور  $t$  باشد،  $\Delta v > 0$  و اگر نمودار پایین محور  $t$  باشد،  $\Delta v < 0$  است.

### ۳ حرکت با سرعت ثابت

اندازه و جهت سرعت همواره ثابت است. معادله حرکت  $x = vt + x_0$  **نکته** نمودار  $x - t$  خطی است و شیب آن برابر با  $v$  است.

### ۴ حرکت با شتاب ثابت

۱  $v = at + v_0$  ۲  $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$  **معادلات حرکت:**

۱ نمودارها: نمودار  $x - t$  یک سهمی است که اگر  $a > 0$  باشد، سهمی رو به بالا و اگر  $a < 0$  باشد، سهمی رو به پایین است. نمودار  $v - t$  خطی است که شیب این خط برابر با  $a$  است. **نکته** در حرکت با شتاب ثابت، تمام ویژگی‌های حرکت نسبت به لحظه سکون متحرک (نقطه رأس سهمی) متقارن است.

### ۵ فرمول‌های حرکت:

۱  $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$  ۲  $\Delta x = \left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right)t$  ۳  $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$  ۴  $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_1t$  ۵  $\Delta x = -\frac{1}{2}at^2 + v_2t$

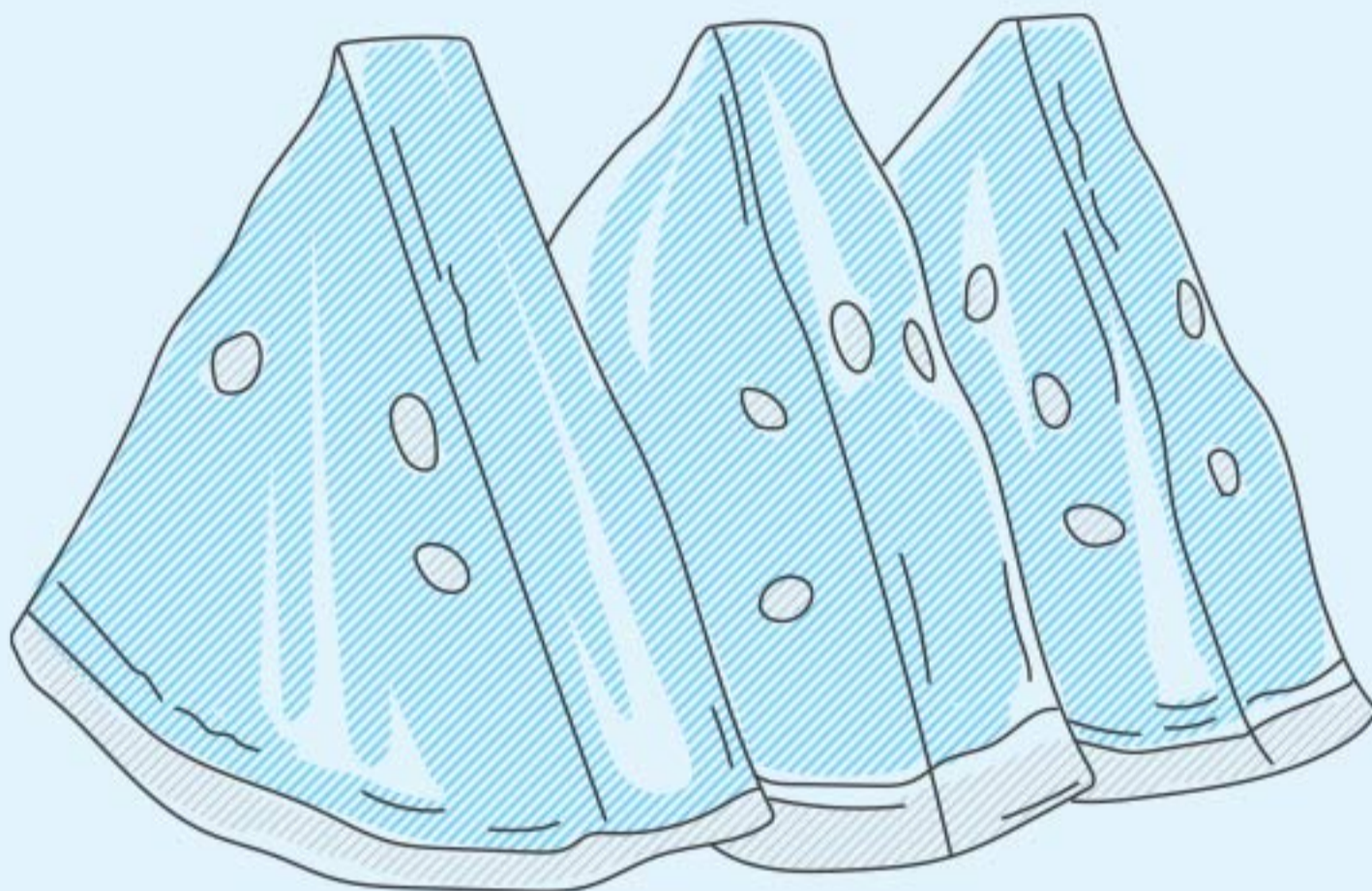
### ۶ تصاعد

۱ جابه‌جایی در ثانیه  $n$ ام:  $\Delta x_n = (n - 0.5)a + v_0$  ۲ جابه‌جایی در  $T$  ثانیه  $n$ ام:  $\Delta x_{T_n} = (n - 0.5)aT^2 + v_0T$

### ۷ ترمز با شتاب ثابت:

۱ مسافت توقف یا خط ترمز:  $\Delta x_s = \frac{v_0^2}{2|a|}$  ۲ زمان توقف:  $t_s = \left|\frac{v_0}{a}\right|$





## آزمون‌های فصلی

در این بخش برای هر کدام از فصل‌های کتاب‌های فیزیک ۱، ۲ و ۳، دو آزمون جامع از تمام مطالب فصل طراحی کرده‌ایم. آزمون دوم هر فصل اندکی دشوارتر از آزمون اول فصل است که ما این آزمون‌ها را هایلپر آزمون نام‌گذاری کرده‌ایم. لازم به ذکر است که فقط برای فصل نوسان و امواج به دلیل حجم زیاد مطالب علاوه بر دو آزمون جامع، دو آزمون مبحثی هم طرح کرده‌ایم. توصیه می‌کنیم حتماً قبل از آزمون‌های هر فصل، نکات و فرمول‌های هر فصل را از بخش جذاب مرور سریع در انتهای کتاب در مدت زمان کم‌تر از ده دقیقه دوره کنید.

۹. اگر هر نفر در هر شبانه‌روز به طور متوسط ۸۰ لیتر آب مصرف کند، میزان آب مصرفی جمعیت ۸۰ میلیون نفری ایران در مدت زمان ۳ سال برحسب متر مکعب به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

- (۱)  $10^7$  (۲)  $10^{10}$  (۳)  $10^{12}$  (۴)  $10^{16}$

۱۰. فلزی با چگالی  $6 \text{ g/cm}^3$  را درون ظرفی لبریز از آب با چگالی  $1 \text{ g/cm}^3$  فرو می‌بریم و  $300 \text{ g}$  آب از ظرف بیرون می‌ریزد. جرم فلز چند گرم است؟

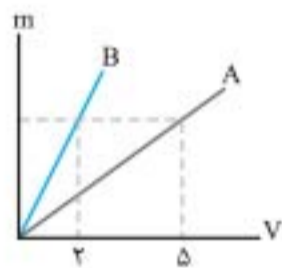
- (۱) ۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۱۲۰۰ (۴) ۱۸۰۰

۱۱. طول هر ضلع مکعبی  $10 \text{ cm}$  و جرم آن  $2 \text{ kg}$  است. اگر چگالی فلز به کاررفته در مکعب  $8 \text{ g/cm}^3$  باشد در این صورت:

- (۱) درون مکعب حفره‌ای به حجم  $250 \text{ cm}^3$  وجود دارد. (۲) درون مکعب حفره‌ای به حجم  $750 \text{ cm}^3$  وجود دارد.  
(۳) مکعب کاملاً توپر است و حجم آن  $1250 \text{ cm}^3$  است. (۴) مکعب کاملاً توپر است و حجم آن  $1000 \text{ cm}^3$  است.

۱۲.  $45$  گرم از مایعی به چگالی  $1/5 \text{ g/cm}^3$  را با  $50 \text{ cm}^3$  از مایعی به چگالی  $1/2 \text{ g/cm}^3$  مخلوط می‌کنیم. اگر حجم مخلوط با مجموع حجم دو مایع برابر باشد، جرم  $50 \text{ cm}^3$  از مخلوط چند گرم است؟

- (۱)  $60/25$  (۲)  $65/625$  (۳)  $75/25$  (۴)  $90/5$



۱۳. نمودار جرم برحسب حجم دو ماده A و B مطابق شکل است. چگالی ماده A چند برابر ماده B است؟

- (۱)  $2/5$  (۲)  $0/4$  (۳) ۴ (۴)  $0/2$

۱۴. از دو فلز A به چگالی  $4 \text{ g/cm}^3$  و B به چگالی  $8 \text{ g/cm}^3$  آلیاژی به چگالی  $5 \text{ g/cm}^3$  ساخته‌ایم. چند درصد از حجم آلیاژ حاصل، از فلز A است؟

- (۱) ۷۵ درصد (۲) ۶۰ درصد (۳) ۵۰ درصد (۴) ۲۵ درصد

۱۵. درون یک ظرف لبریز از آب صفر درجه یک قالب یخ شناور است به طوری که ده درصد حجم یخ بیرون از آب قرار دارد. اگر چگالی آب و یخ به ترتیب  $1 \text{ g/cm}^3$  و  $0/9 \text{ g/cm}^3$  باشد، با ذوب کامل یخ چه اتفاقی می‌افتد؟

- (۱) معادل ۱۰ درصد حجم یخ اولیه، آب از ظرف سرریز می‌شود. (۲) معادل حجم اولیه یخ، آب از ظرف سرریز می‌شود.  
(۳) سطح آب در ظرف پایین می‌رود. (۴) ظرف لبریز از آب باقی می‌ماند و آبی از ظرف بیرون نمی‌ریزد.

### آزمون فصل کار، انرژی و توان

۳

زمان پیشنهادی: ۱۹ دقیقه

— %

۱. راننده کامیونی هنگام حرکت کامیون پر از بار، ۱۰ درصد از جرم کل کامیون را کم کرده و ۱۰ درصد بر تندی حرکتش می‌افزاید. انرژی جنبشی این کامیون چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) تقریباً ۹ درصد کاهش می‌یابد. (۲) تقریباً ۹ درصد افزایش می‌یابد. (۳) تقریباً ۹۰ درصد کاهش می‌یابد. (۴) تقریباً ۹۰ درصد افزایش می‌یابد.

۲. اگر تکانه جسمی به جرم  $m$  از  $15 \text{ kgm/s}$  به  $-25 \text{ kgm/s}$  برسد، انرژی جنبشی آن  $50 \text{ J}$  افزایش می‌یابد. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۸

۳. سرعت جسمی به جرم  $1 \text{ kg}$  در لحظه‌های  $t_1$  و  $t_2$  برابر  $\vec{v}_1 = 6\hat{i} - 8\hat{j}$  و  $\vec{v}_2 = 12\hat{i} - 16\hat{j}$  است. کار کل انجام شده روی جسم در این بازه زمانی چند ژول است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰

۴. جسمی به جرم  $4 \text{ kg}$  با تندی  $10 \text{ m/s}$  در مسیری مستقیم در حرکت است. حداقل چند نیوتون نیرو و در چه جهتی بر جسم وارد کنیم تا انرژی جنبشی آن پس از  $5 \text{ m}$  جابه‌جایی به  $100 \text{ J}$  برسد؟

- (۱) ۲۰، در جهت حرکت (۲) ۲۰، در خلاف جهت حرکت (۳) ۶۰، در جهت حرکت (۴) ۶۰، در خلاف جهت حرکت

۵. جسمی به جرم  $200$  گرم را با تندی  $10 \text{ m/s}$  در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر تندی جسم در بازگشت به محل پرتاب اولیه  $8 \text{ m/s}$  باشد، کار نیروی مقاومت هوا در مسیر رفت و برگشت جسم چند ژول است؟

- (۱)  $-1/8$  (۲)  $-3/6$  (۳)  $-8/2$  (۴)  $-16/4$

۶. جسمی به جرم  $4 \text{ kg}$  روی کف بالابری قرار دارد و بالابر از حال سکون با شتاب  $1 \text{ m/s}^2$  به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. کار نیروی عمودی سطح از طرف کف بالابر بر جسم و همچنین کار نیروی وزن جسم در مدت ۱۰ ثانیه جابه‌جایی آسانسور چند کیلو ژول است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (۱)  $W_g = -22 \text{ kJ}, W_{F_N} = 0/2 \text{ kJ}$  (۲)  $W_g = -22 \text{ kJ}, W_{F_N} = 24/2 \text{ kJ}$   
(۳)  $W_g = -2 \text{ kJ}, W_{F_N} = 2/2 \text{ kJ}$  (۴)  $W_g = -2 \text{ kJ}, W_{F_N} = 2 \text{ kJ}$

۷. چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟

- الف) کار انجام‌شده روی یک جسم تنها ناشی از مؤلفه‌ای از نیرو است که بر راستای جابه‌جایی عمود است.  
 ب) در صورتی که مسیر حرکت جسم به صورت متحنی باشد، باز هم می‌توان از قضیه کار-انرژی جنبشی استفاده کرد.  
 ج) در یک سامانه منزوی، مجموع کل انرژی‌ها همواره پایسته می‌ماند.  
 د) کار کمیتی برداری است.

۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) همه جملات درست هستند.

۸. بر جسمی چند نیرو وارد می‌شود و کار کل انجام‌شده بر روی آن در یک جابه‌جایی معین برابر  $W_f$  است. کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) اگر  $W_f > 0$  باشد، انرژی جنبشی جسم افزایش می‌یابد.  
 ۲) اگر  $W_f < 0$  باشد، تندی جسم کاهش می‌یابد.  
 ۳) اگر  $W_f = 0$  باشد، انرژی جنبشی جسم ثابت می‌ماند.  
 ۴) اگر  $W_f = 0$  باشد، سرعت جسم ثابت می‌ماند.

۹. جسمی به جرم  $m$  روی سطح افقی توسط یک نیروی افقی و ثابت به اندازه  $d$  جابه‌جا می‌شود. سپس با تغییر جهت نیروی  $F$ ، جسم را در همان مسیر به جای اولیه‌اش برمی‌گردانیم، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح  $\mu_k$  باشد، کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت و برگشت برابر کدام گزینه است؟

۱) صفر ۲)  $-\mu_k mgd$  ۳)  $-2\mu_k mgd$  ۴)  $2\mu_k mgd$

۱۰. از ارتفاع ۱۶ متری سطح زمین، جسمی رها می‌شود، اگر از اثر مقاومت هوا صرف‌نظر شود، پس از طی چه مسافتی، انرژی پتانسیل گرانشی جسم برابر انرژی جنبشی آن می‌شود؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

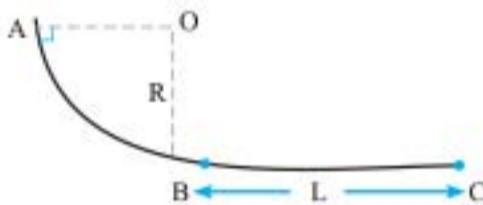
۴) (۱) ۸) (۲) ۱۰) (۳) ۱۲) (۴)

۱۱. دو گلوله به جرم‌های  $m$  و  $3m$  در شرایط خلأ به ترتیب با تندیهای اولیه  $v_1$  و  $3v_1$  از ارتفاع‌های  $h$  و  $9h$  نسبت به سطح زمین در راستای قائم به طرف پایین

پرتاب می‌شوند و با تندیهای  $v_2$  و  $v_1$  به زمین می‌رسند. کدام است  $\frac{v_2}{v_1}$ ؟

۱) (۱)  $\sqrt{3}$  (۲) ۳ (۳) ۹ (۴)

۱۲. جسمی به جرم  $m$  مطابق شکل از نقطه  $A$  رها شده و پس از پیمودن مسیر ربع دایره بدون اصطکاک  $AB$  به شعاع  $R$ ، وارد مسیر افقی  $BC$  به طول  $L$  شده و در نقطه  $C$  می‌ایستد. نسبت نیروی وزن جسم به نیروی اصطکاک سطح افقی برابر کدام گزینه است؟



۱)  $\frac{R}{L}$  ۲)  $\frac{L}{R}$  ۳)  $\frac{2R}{L}$  ۴)  $\frac{L}{2R}$

۱۳. جسمی به جرم  $200$  گرم مطابق شکل از نقطه  $A$  بدون سرعت اولیه شروع به حرکت می‌کند. اگر در مسیر  $AB$ ،  $1/5$  ژول انرژی تلف شود، سرعت جسم در نقطه  $B$  چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



۲/۵ (۱)  
۵ (۲)  
۱۰ (۳)  
۲۰ (۴)

۱۴. اتومبیلی به جرم  $1000 \text{ kg}$  با تندی ثابت  $90 \text{ km/h}$  در یک جاده افقی در حرکت است. اگر اصطکاک بین لاستیک‌ها و سطح جاده  $0.1$  وزن اتومبیل باشد، توان متوسط موتور اتومبیل چند کیلو وات است؟ ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

۲۵ (۱) ۹۰ (۲) ۲۵۰ (۳) ۹۰۰ (۴)

۱۵. یک بالابر برقی با توان مصرفی  $5 \text{ kW}$  و بازده  $80\%$  در هر دقیقه حداکثر چه جرمی را بر حسب کیلوگرم می‌تواند با تندی ثابت به اندازه  $12$  متر بالا ببرد؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

۱۰۰۰ (۱) ۲۰۰۰ (۲) ۱۲۵۰ (۳) ۲۵۰۰ (۴)

## هایپرآزمون فصل کار، انرژی و توان

۴

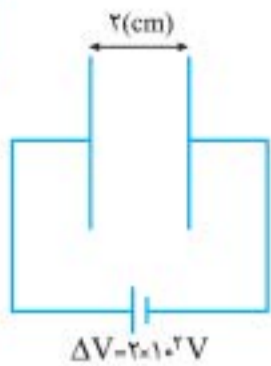
زمان پیشنهادی: ۲۰ دقیقه

%

۱. از جرم جسمی  $50\%$  کاهش می‌دهیم، اگر تندی حرکت آن \_\_\_\_\_، انرژی جنبشی آن  $15/5$  درصد کاهش می‌یابد.

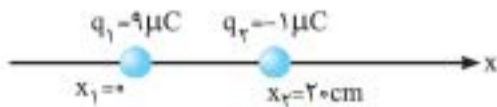
- ۱)  $15\%$  درصد افزایش یابد.  
 ۲)  $30\%$  درصد افزایش یابد.  
 ۳)  $15\%$  درصد کاهش یابد.  
 ۴)  $30\%$  درصد کاهش یابد.

۱۱. مطابق شکل پروتونی به جرم  $1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$  و بار الکتریکی  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  در مجاورت صفحه مثبت رها می‌شود. اگر این صفحات به اختلاف پتانسیل  $200 \text{ V}$  متصل باشند، تندی ذره وقتی به صفحه منفی می‌رسد، چندمتر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن و مقاومت هوا صرف‌نظر کنید).



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

۱۲. مطابق شکل بارهای  $q_1$  و  $q_2$  روی محور  $x$  به ترتیب در مختصات  $x_1 = 0$  و  $x_2 = 20 \text{ cm}$  ثابت شده‌اند. اگر بر روی محور  $x$  از نقطه  $x_p = 25 \text{ cm}$  تا  $x_p = 40 \text{ cm}$  جابه‌جا شویم پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) کاهش می‌یابد.
- (۲) افزایش می‌یابد.
- (۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
- (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۱۳. خازنی با یک دی‌الکتریک به ثابت  $K = 4$  و به ظرفیت  $20 \mu\text{F}$  را به یک باتری  $12 \text{ V}$  ولتی متصل کرده‌ایم. پس از شارژ کامل خازن، حداقل چند میکروژول کار انجام شود تا دی‌الکتریک را از بین صفحات خازن خارج نماییم؟

- (۱)  $360$
- (۲)  $720$
- (۳)  $1080$
- (۴)  $1440$

۱۴. خازن تختی با دی‌الکتریک هوا را به یک باتری متصل می‌کنیم. پس از شارژ کامل خازن فضای بین صفحات را با دی‌الکتریک به ثابت  $K = 5$  پر می‌کنیم. میدان الکتریکی بین صفحات و انرژی ذخیره‌شده در آن هر یک به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

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

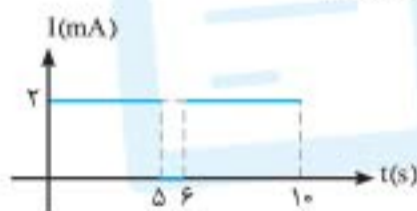
۱۵. ظرفیت خازن تختی  $24 \mu\text{F}$  است. اگر  $2 \mu\text{C}$  بار منفی از صفحه منفی خازن جدا کرده و به صفحه مثبت انتقال دهیم انرژی ذخیره شده در آن  $5 \mu\text{J}$  کاهش می‌یابد بار اولیه خازن چند میکروکولن بوده است؟

- (۱)  $30/5$
- (۲)  $32$
- (۳)  $61$
- (۴)  $64$

## آزمون فصل جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

زمان پیشنهادی: ۲۳ دقیقه

۱. نمودار جریان عبوری از یک رسانا بر حسب زمان مطابق شکل است. مقدار بار خالص عبوری در  $8$  ثانیه اول چند میکروکولن است؟

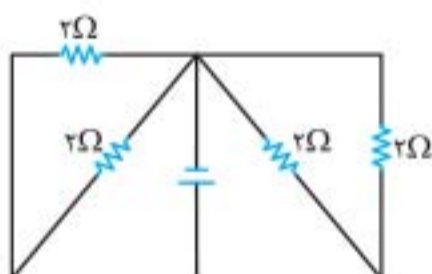


- (۱)  $0/014$
- (۲)  $14000$
- (۳)  $0/018$
- (۴)  $18000$

۲. اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا را  $2$  برابر و طول آن را  $3$  برابر می‌کنیم. مقاومت الکتریکی آن چند برابر می‌گردد؟

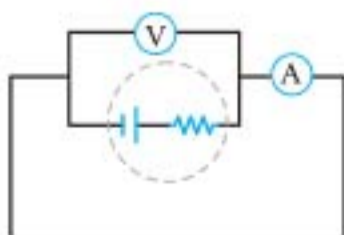
- (۱)  $6$
- (۲)  $3$
- (۳)  $\frac{3}{2}$
- (۴)  $\frac{2}{3}$

۳. مقاومت معادل در مدار مقابل چند اهم است؟



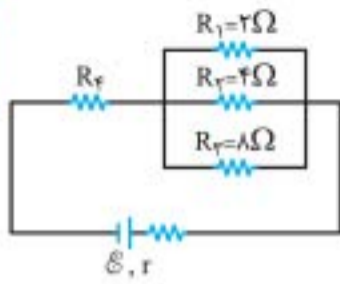
- (۱)  $8$
- (۲)  $2$
- (۳)  $6$
- (۴)  $0/5$

۴. در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج و آمپر سنج به ترتیب از راست به چپ چند ولت و چند آمپر را نشان می‌دهند؟ ( $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ ,  $r = 1 \Omega$ )



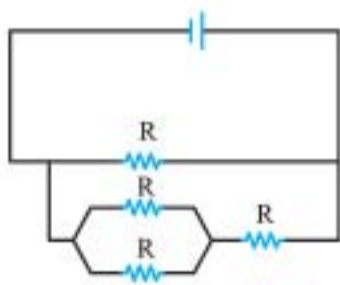
- (۱)  $10$  و صفر
- (۲) صفر و صفر
- (۳) صفر و  $10$
- (۴)  $10$  و  $10$

۱۴. در مدار زیر، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $R_1$  برابر  $4V$  باشد، جریان عبوری از مقاومت  $R_4$  چند آمپر است؟



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

۱۵. در مدار زیر، اگر مقاومت معادل کل مدار  $9\Omega$  باشد،  $R$  چند اهم است؟



- (۱)  $5$
- (۲)  $15$
- (۳)  $27/5$
- (۴)  $25$

هایپرآزمون فصل جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

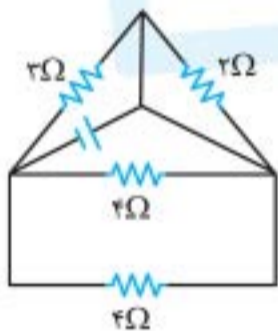
۱۲

🕒 زمان پیشنهادی: ۲۰ دقیقه

۱. یک رسانا را از دستگاهی عبور می‌دهیم که با فرض ثابت بودن چگالی، طول آن را  $3$  برابر می‌کنند. مقاومت الکتریکی آن چند برابر خواهد شد؟

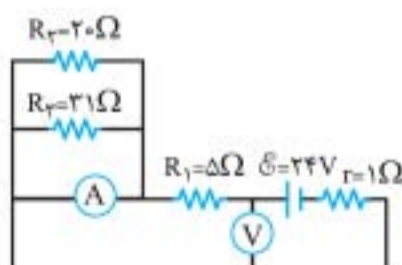
- (۱)  $1/9$
- (۲)  $1/3$
- (۳)  $3$
- (۴)  $9$

۲. مقاومت معادل شکل روبه‌رو چند اهم است؟



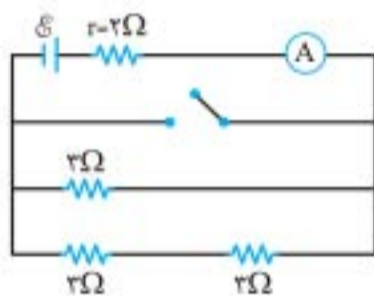
- (۱)  $1/2$
- (۲)  $0.75$
- (۳)  $2$
- (۴)  $1/5$

۳. در مدار روبه‌رو ولت‌سنج و آمپرسنج به ترتیب از راست به چپ چند ولت و چند آمپر را نشان می‌دهند؟



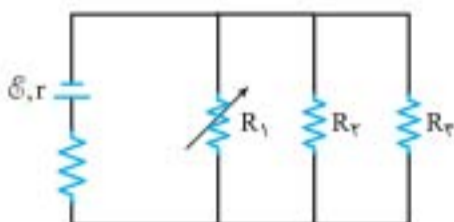
- (۱)  $4, 24$
- (۲)  $4, 20$
- (۳)  $3, 21$
- (۴)  $3, 24$

۴. در شکل مقابل با بستن کلید، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند برابر می‌شود؟



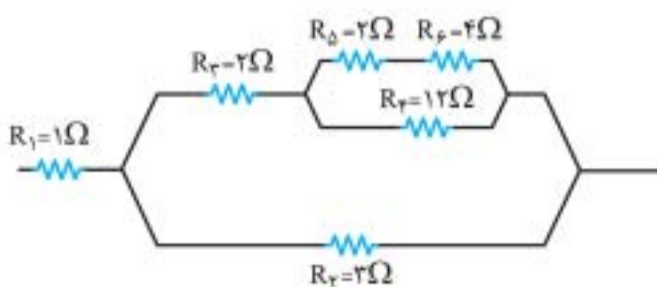
- (۱)  $1$
- (۲)  $2$
- (۳)  $4$
- (۴)  $8$

۵. در مدار زیر با افزایش مقاومت  $R_1$ ، توان مصرفی مقاومت  $R_4$  و جریان عبوری از مقاومت  $R_4$  به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کنند؟



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

۶. در مدار زیر، توان مصرفی کدام مقاومت از بقیه بیشتر است؟



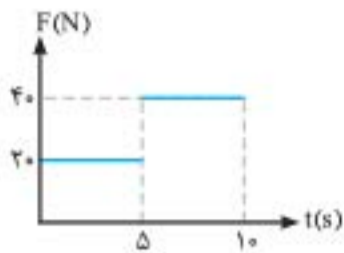
- (۱)  $R_1$
- (۲)  $R_4$
- (۳)  $R_3$
- (۴)  $R_5$





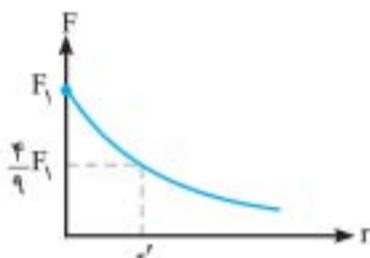
۱۷. تویی به جرم  $400\text{ g}$  را از ارتفاع  $h$  از سطح زمین رها می‌کنیم. این توپ با سطح زمین برخورد کرده و باز می‌گردد. نیرویی که سطح زمین در حین برخورد بر توپ وارد می‌کند برابر با  $40\text{ N}$  است. اگر مدت زمان برخورد توپ با سطح زمین  $0.5\text{ s}$  باشد، اندازه تغییر تکانه توپ در حین این برخورد چند واحد SI است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

(۱) ۱۶ (۲) ۱۸ (۳) ۲۰ (۴) ۲۴



۱۸. جسمی به جرم  $5\text{ kg}$  روی سطح افقی ساکن است. نیروی افقی  $F$  را بر این جسم وارد می‌کنیم. نمودار تغییرات این نیرو بر حسب زمان به صورت شکل زیر است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با سطح به ترتیب  $0.6$  و  $0.4$  باشد، نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی  $t = 0\text{ s}$  تا  $t = 10\text{ s}$  چند نیوتون است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

(۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۲۵



۱۹. ماهواره‌ای در فاصله  $r'$  از سطح زمین، در حال چرخش به دور زمین است. نمودار نیروی گرانشی وارد بر ماهواره بر حسب فاصله آن از سطح زمین به صورت شکل زیر است. فاصله ماهواره از سطح زمین، چند برابر شعاع زمین است؟

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

۲۰. نقطه‌ای را بین خط واصل کره ماه و زمین تصور کنید که اگر جسمی در آنجا قرار گیرد، اندازه نیرویی که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود، ۹ برابر اندازه نیرویی است که از طرف ماه بر جسم وارد می‌شود. فاصله این نقطه تا مرکز کره زمین چند برابر فاصله این نقطه تا مرکز کره ماه است؟ (جرم کره زمین را  $81$  برابر جرم کره ماه در نظر بگیرید).

(۱) ۳ (۲) ۹ (۳)  $\frac{1}{3}$  (۴)  $\frac{1}{9}$

## آزمون مبحثی نوسان و امواج

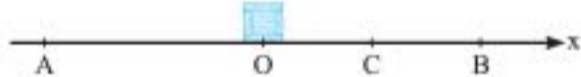
۱۹

🕒 زمان پیشنهادی: ۱۳ دقیقه

۱. نوسانگر جرم و فتری را از وضع تعادل خارج کرده و در لحظه  $t = 0\text{ s}$  رها می‌کنیم. اگر این نوسانگر در هر دقیقه ۱۰ نوسان کامل انجام دهد، نوع حرکت نوسانگر در لحظه‌های  $t_1 = 1\text{ s}$  و  $t_2 = 5\text{ s}$  به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

(۱) تندشونده، تندشونده (۲) تندشونده، کندشونده (۳) کندشونده، تندشونده (۴) کندشونده، کندشونده

۲. در شکل زیر، جسمی روی پاره خط  $AB$  حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد.  $\Delta t_1$  ثانیه طول می‌کشد تا نوسانگر از مرکز نوسان (نقطه  $O$ ) به نقطه  $C$  و  $\Delta t_2$  ثانیه طول می‌کشد تا از نقطه  $C$  به نقطه  $B$  برسد. اگر  $\Delta t_1 = 2\Delta t_2$  باشد، نسبت  $\frac{OC}{CB}$  برابر با کدام گزینه است؟



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

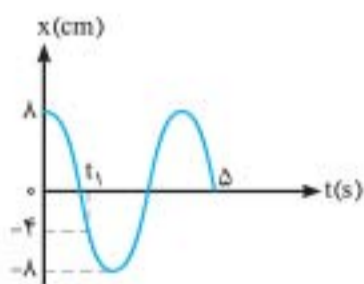
۳. در حرکت هماهنگ ساده، بیشترین مسافتی که نوسانگر در مدت  $\frac{1}{3}$  دوره طی می‌کند، چند برابر دامنه است؟ ( $\sqrt{3} \approx 1.7$ )

(۱)  $0.3$  (۲)  $0.85$  (۳)  $1/4$  (۴)  $1/7$

۴. آونگ ساده‌ای از یک نخ سبک و گلوله آهنی تشکیل شده و با زاویه انحراف کم نوسان می‌کند. اگر طول آونگ را نصف کرده و توسط یک آهنربا زیر آونگ نیروی قائمی به اندازه ۳ برابر وزن گلوله بر آونگ وارد کنیم، دوره تناوب آن چند برابر می‌شود؟

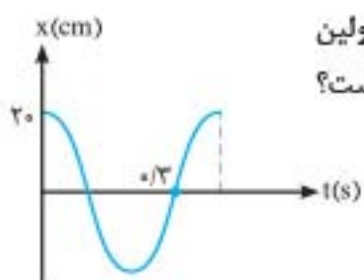
(۱)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  (۲)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{1}{4}$

۵. نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده‌ای مطابق شکل است. بردار شتاب نوسانگر در لحظه  $t_1$  (در SI) کدام است؟ ( $\pi^2 = 10$ )



(۱)  $-0.1\vec{i}$  (۲)  $0.1\vec{i}$  (۳)  $-0.2\vec{i}$  (۴)  $0.2\vec{i}$

۶. نمودار مکان - زمان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد مطابق شکل است. اگر در بازه زمانی صفر تا  $t$ ، برای اولین بار تندی متوسط نوسانگر  $\frac{3}{4}$  برابر بزرگی سرعت متوسط آن باشد، بزرگی نیروی وارد بر نوسانگر در لحظه  $t$  چند نیوتون است؟ ( $\pi^2 = 10, m = 0.2\text{ kg}$ )

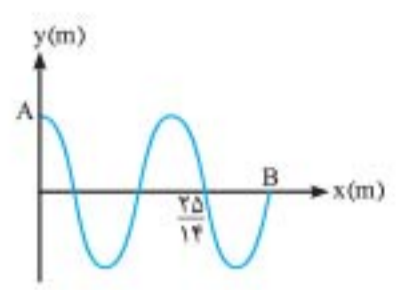


(۱)  $0.3$  (۲) ۳ (۳)  $0.6$  (۴) ۶

۷. معادله انرژی پتانسیل بر حسب سرعت نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت  $U = 4 - v^2$  است. تندی بیشینه این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

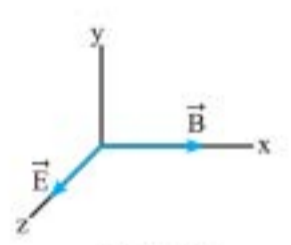
- ۱ (۱)  $\sqrt{2}$  (۲) ۲ (۳)  $2\sqrt{2}$  (۴)

۸. شکل مقابل، نقش یک موج پیشرونده در یک تار مرتعش به قطر مقطع  $4\text{cm}$  و چگالی  $4\text{g/cm}^3$  را در یک لحظه نشان می‌دهد. اگر موج فاصله  $AB$  را با سرعت ثابت در مدت  $\frac{1}{8}$  ثانیه طی کند، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟ ( $\pi = 3$ )



- ۱۹/۲ (۱) ۱۹۲ (۲) ۴۸ (۳) ۴/۸ (۴)

۹. در شکل مقابل، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی سینوسی در نقطه معینی از فضا نشان داده شده است. جهت انتشار موج الکترومغناطیسی در کدام گزینه به‌درستی آمده است؟



- (۱) در جهت محور X (۲) در خلاف جهت محور X (۳) در جهت محور Y (۴) در خلاف جهت محور Y

۱۰. اگر دامنه یک موج مکانیکی را ۲۰ درصد کاهش دهیم، باید بسامد آن را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط انتقالی) این موج ثابت باقی بماند؟

- (۱) ۲۰، کاهش (۲) ۲۰، افزایش (۳) ۲۵، کاهش (۴) ۲۵، افزایش

آزمون مبحثی صوت، بازتاب و شکست

۲۰

زمان پیشنهادی: ۱۳ دقیقه

۱. شخصی به یک سُر یک میله فلزی ضربه‌ای می‌زند. شخص دیگری که گوش خود را در انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صوت با اختلاف زمانی  $0.1\text{s}$  می‌شنود. اگر یکی از این صداها از هوا و دیگری از فلز منتقل شده باشد و تندی صوت در فلز ۱۵ برابر هوا باشد، طول میله چند متر است؟ (تندی صوت در هوا و میله ثابت است و تندی صوت در هوا  $v = 320\text{m/s}$  فرض شود.)

- ۴۲ (۱) ۴۸ (۲) ۶۳ (۳) ۷۲ (۴)

۲. قانون بازتاب عمومی در مورد ..... و ..... صادق است.

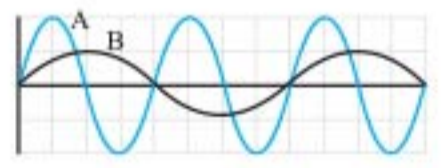
- (۱) امواج تخت - سطوح صاف (۲) امواج تخت - تمام سطوح (۳) تمام امواج - سطوح صاف (۴) تمام امواج - تمام سطوح

۳. مطابق شکل، شتونده‌ای با تندی ثابت و در امتداد یک خط راست به یک چشمه صوت ساکن نزدیک می‌شود. در جابه‌جایی از نقطه A تا B، شدت صوت ..... و بسامد دریافتی ناظر ..... .



- (۱) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد (۲) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد (۳) افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند (۴) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد

۴. نمودار جابه‌جایی - زمان دو موج صوتی که در یک محیط منتشر می‌شوند مطابق شکل است. در یک مکان مشخص، یک شتونده صوت B را ..... دسی‌بل از ..... می‌شنود. ( $\log 2 = 0.3$ )

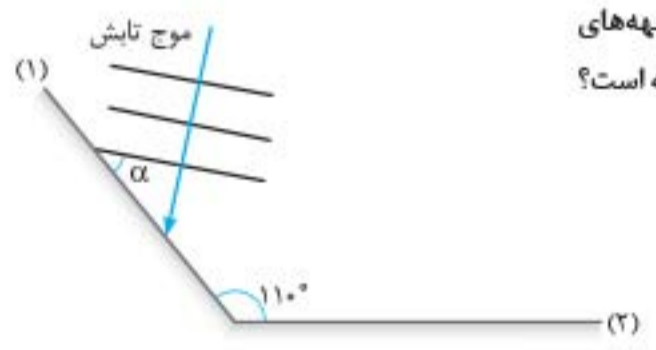


- (۱) ۱۶ - بلندتر (۲) ۱۶ - کوتاه‌تر (۳) ۱۲ - بلندتر (۴) ۱۲ - کوتاه‌تر

۵. یک شکارچی در فاصله ۵ متری یک صخره قائم قرار دارد. او حداقل چند متر از صخره دور شود تا در صورت تیراندازی صدای حاصل از پژواک از صخره را مستقل از صدای اصلی بشنود؟ (تندی صوت در محیط را  $340\text{m/s}$  در نظر بگیرید.)

- ۱۲ (۱) ۱۷ (۲) ۲۳ (۳) ۲۹ (۴)

۶. شکل مقابل، برخورد جبهه‌های موجی را به سطح آینه تخت (۱) نشان می‌دهد. امتداد هر یک از جبهه‌های موج با سطح آینه  $\alpha$  می‌سازد. اگر زاویه بازتاب از آینه (۲)،  $70^\circ$  درجه باشد،  $\alpha$  چند درجه است؟



- (۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۶۰