

۱

معادله حرکت متحرکی در SI به صورت $x = 2t^2 - 20t + 30$ است. این متحرک فاصله نقطه‌ای که به طور لحظه‌ای متوقف می‌شود تا مکان $x = -12m$ را در چند ثانیه طی می‌کند؟

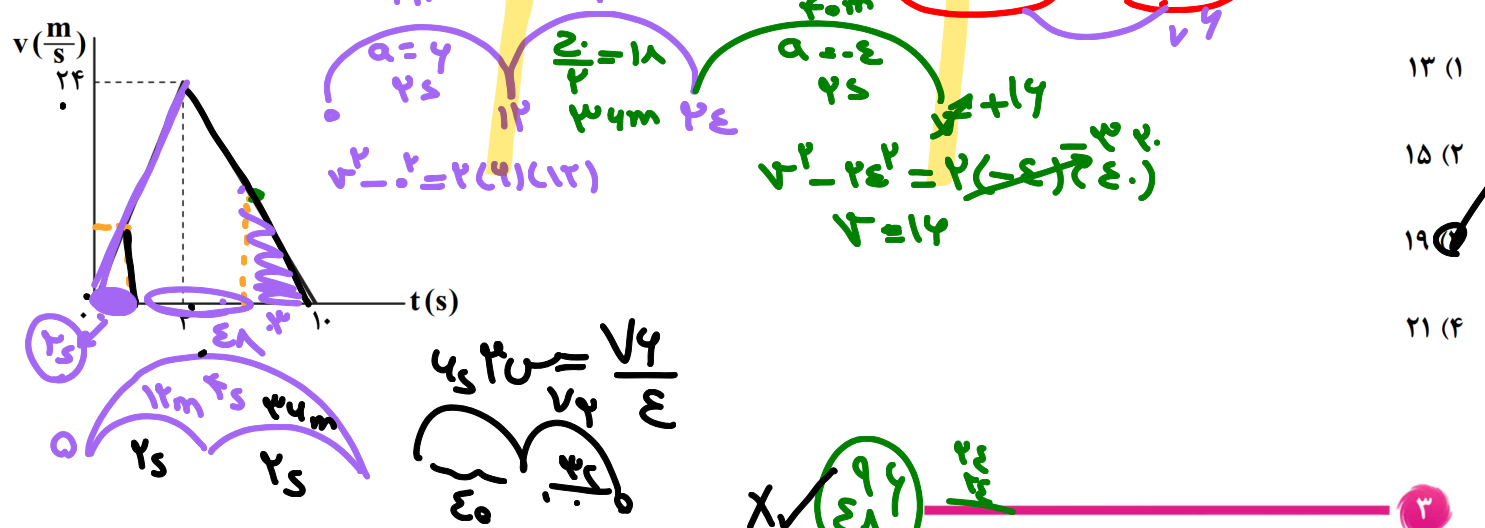
۶ (۴) ۴ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

$$-12 = 2t^2 - 20t + 30$$

$$t^2 - 10t + 21 = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} t = 3 \\ t = 7 \end{array} \right.$$

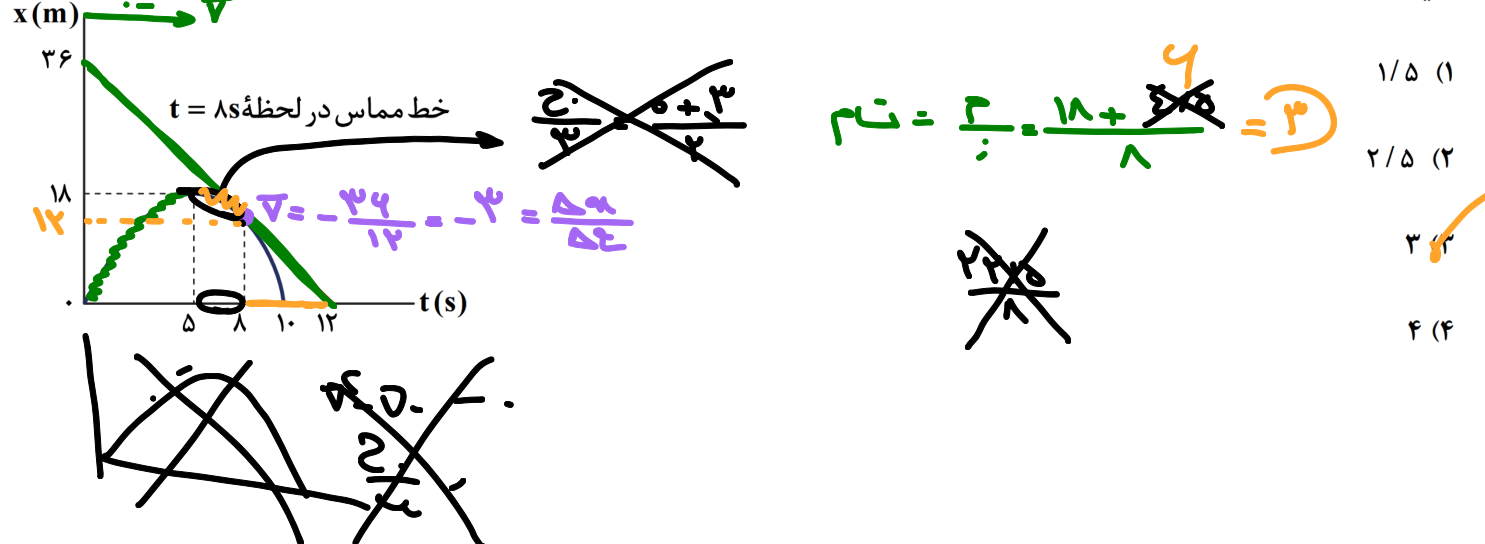
۲

متحرکی در لحظه $t = 0$ از مبدأ مکان روی محور x به راه می‌افتد و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک در جابه‌جایی از مکان $x_1 = 12m$ تا مکان $x_2 = 88m$ چند متر بر ثانیه است؟



۳

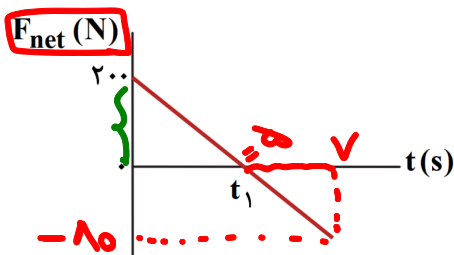
نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. تندی متوسط متحرک در ۸ ثانیه اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟



۴

نمودار نیروی خالص بر حسب زمان وارد بر جسمی به جرم 20 kg که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. در بازه زمانی صفر

تا t_1 تکانه جسم از $(-400 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}})\hat{i}$ به $(100 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}})\hat{i}$ می رسد. شتاب جسم در لحظه $t = 7\text{ s}$ در SI کدام است؟



ساعت $F \cdot t$

$$\Delta p = F \Delta t \rightarrow t_1$$

$$500 = \frac{200 \times t_1}{2}$$

$-4\hat{i}$ (۱) ✓

$-2\hat{i}$ (۲)

$2\hat{i}$ (۳)

$4\hat{i}$ (۴)

$100 = 20 \times a$
 $a = -5$

✓

۵

ماهواره‌ای در یک ارتفاع مشخص از سطح زمین، به دور زمین می گردد. اگر ارتفاع این ماهواره نصف شود، شتاب گرانشی آن ۲۱ درصد تغییر می کند. اگر ارتفاع این ماهواره ۳ برابر شود، شتاب گرانشی آن چند برابر می شود؟

$\frac{121}{196}$ (۴)

$\frac{100}{169}$ (۳)

$\frac{121}{225}$ (۲) ✓

$\frac{100}{121}$ (۱)

$R = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{R}$

$\frac{a}{g} = \frac{R+h}{R+h} = \frac{121}{225}$

✓

۶

مطابق شکل، جعبه‌ای به جرم $1/6\text{ kg}$ را با تندی v_0 روی سطح افقی میزی با ضریب اصطکاک جنبشی $0/5$ پرتاب می کنیم. نیرویی که از طرف جعبه در حال حرکت به

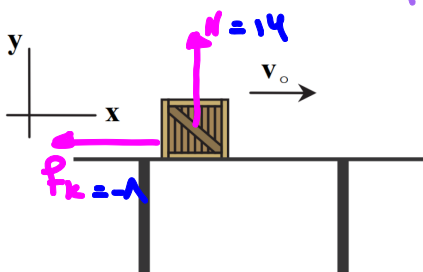
سطح میز وارد می شود، در SI کدام است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$-8\hat{i} + 8\hat{j}$ (۲)

$8\hat{i} - 8\hat{j}$ (۱)

$-8\hat{i} + 16\hat{j}$ (۴)

$8\hat{i} - 16\hat{j}$ (۳) ✓



$f_k = \mu_k N = 8$
 $N = mg = 14$

$R = -8\hat{i} + 14\hat{j}$
 به سطح

۷

معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگر جرم- فنری با جرم 100g که روی سطح افقی نوسان می کند، در SI به صورت $x = (0.1)\cos(4\pi t)$ است. اندازه نیروی وارد بر جرم از طرف فنر در لحظه $t = \frac{4}{3}\text{s}$ چند نیوتون است؟ ($\pi^2 = 10$)

$\omega = 4\pi = \frac{4\pi}{T}$
 $T = 0.5\text{s}$
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.5} = 4\pi$

۰/۱ (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴ (۳) ۰/۸ (۴)

$$t = n \frac{T}{12} \rightarrow \frac{4}{3} = \frac{n}{12} \times \frac{1}{4} \quad \left\{ \begin{array}{l} n = 32 \equiv 8 \\ \frac{4}{3} = \frac{1}{6} \end{array} \right.$$

$$F = ma = m(\omega^2 x)$$

$$F = \frac{1}{10} \times 144\pi^2 \times \frac{1}{40} = 0.18$$

۸

دو نوسانگر هماهنگ ساده یکی با بسامد 50Hz و دیگری با بسامد 40Hz روی پاره خطی به طول $2A$ نوسان می کنند. اگر در لحظه $t = 0$ هر دو در $x = +A$ باشند؛ حداقل در چه لحظه ای بر حسب ثانیه مجدداً هر دوی آن ها به طور هم زمان در $x = +A$ خواهند بود؟ (دامنه نوسان هر نوسانگر است.)

$\Delta\phi = 2\pi\Delta t$
 $\Delta\theta = \omega\Delta t$
 $2\pi = 20\pi t$

۰/۲ (۲) ۰/۴ (۴) ۰/۱ (۱)

$$x = A\cos\omega t \rightarrow x_1 = A\cos(100\pi t)$$

$$x_2 = A\cos(80\pi t)$$

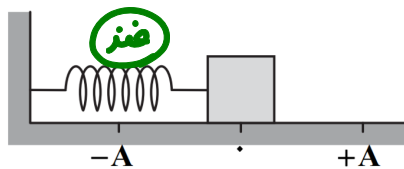
سینت

$$100\pi t = 2\pi + 80\pi t$$

$$20\pi t = 2\pi$$

۹

در شکل روبه رو، نوسانگر با دامنه A در حال نوسان روی یک سطح افقی بدون اصطکاک است. اگر به طریقی دامنه نوسان را 20% افزایش دهیم، انرژی مکانیکی و دوره تناوب آن به ترتیب از راست به چپ، چند درصد تغییر می کنند؟



$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

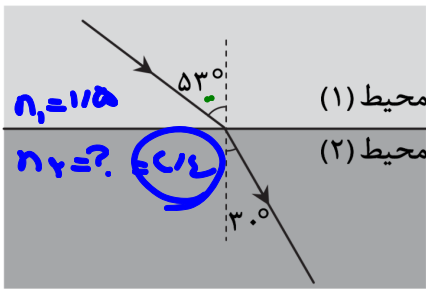
$$E_c = 14\%$$

۴۴ (۱) ✓
 ۲۰، ۴۴ (۲)
 ۲۰، ۴۴ (۳)
 ۲۰، ۴۴ (۴)

✓ ۱۰

شکل روبه‌رو، مسیر پرتو نوری را در عبور از محیط (۱) با ضریب شکست $n_1 = 1/5$ به محیط (۲) نشان می‌دهد. تندی نور در محیط (۲)، چند متر بر

ثانیه از تندی نور در خلأ کمتر است؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$ و $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)



$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow n_2 = 1/75 \times 10^8$$

$$1/8 \times 10^8 \quad (1)$$

$$1/2 \times 10^8 \quad (4)$$

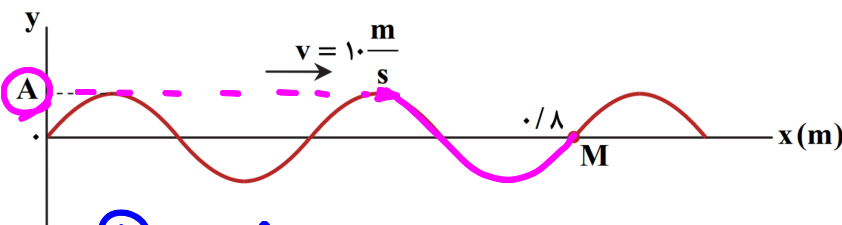
$$1/25 \times 10^8 \quad (3)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{v_2}{3 \times 10^8} = \frac{1/5}{1/75} \rightarrow v_2 = 1/25 \times 10^8$$

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{2.5} = 1.2 \times 10^8$$

✓ ۱۱

شکل زیر، نقش موجی را در لحظه $t = 0$ در یک ریسمان نشان می‌دهد. ذره M از ریسمان در لحظه $t = 0.83s$ در چه مکانی است؟ (A) دامنه نوسان است.



$$y = +A \quad (1)$$

$$y = -A \quad (2)$$

$$y = +\frac{\sqrt{3}}{2} A \quad (3)$$

$$y = -\frac{\sqrt{3}}{2} A \quad (4)$$

$$1) \lambda = n \frac{v}{f} \rightarrow 0.8 = \frac{24 \lambda}{10} \rightarrow \lambda = \frac{4}{10} m = 40 cm$$

$$2) T = \frac{\lambda}{v} \rightarrow T = \frac{4}{10 \times 10} = \frac{4}{100}$$

$$t = n T_{1/4}$$

$$\frac{0.83}{\frac{4}{100}} = \frac{n}{4} \times \frac{4}{100} \rightarrow n = 8.375 \approx 9$$

✓ ۱۲

$$n = 449 \quad n = 9$$

در اثر یک واپاشی هسته‌ای نیروی الکتروستاتیکی هسته افزایش می‌یابد. در این صورت می‌توان گفت

(۱) تعداد نوکلئونهای هسته افزایش یافته است.

(۲) از هسته پروترونها گسیل شده است.

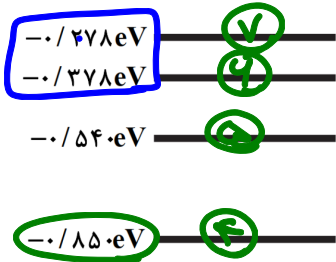
(۳) از هسته الکترون گسیل شده است.

(۴) از عدد جرمی هسته ۴ واحد کاسته شده است.

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

۱۳

شکل روبه‌رو، تعدادی از ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. بلندترین طول موج فوتونی که با گذار الکترون بین این ترازها به‌دست می‌آید، چند نانومتر است؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)



انرژی

$$E_{\text{photon}} = E_{\text{initial}} - E_{\text{final}} = E_4 - E_1 = -0.85 - (-13.6) = 12.75 \text{ eV}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240}{12.75} \approx 97.3 \text{ nm}$$

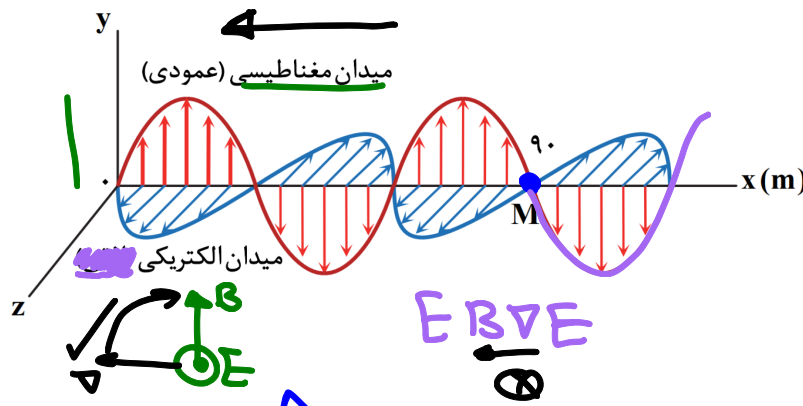
- (۱) ۱۴۵۹
- (۲) ۴۱۳۳
- (۳) ۱۲۴۰ ✓
- (۴) ۱۹۲۲۴

برابر

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{91} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right)$$

۱۴

شکل روبه‌رو تصویر لحظه‌ای موج الکترومغناطیسی را در لحظه $t = 0$ در خلأ نشان می‌دهد. در چه لحظه‌ای بر حسب نانوثانیه میدان مغناطیسی در نقطه M برای اولین بار به بیشینه مقدار خود در جهت مثبت محور y می‌رسد؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)



$$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{4.0} = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 4.0 \text{ m}$$

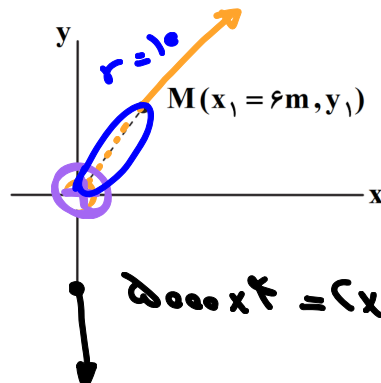
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4.0}{3 \times 10^8} = 1.33 \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$9T = 9 \times 1.33 \times 10^{-8} = 1.2 \times 10^{-7} \text{ s}$$

- (۱) ۵۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۱۵۰ ✓
- (۴) ۲۰۰

۱۵

یک ذره با بار الکتریکی در مبدأ مختصات مطابق شکل زیر قرار دارد و میدان الکتریکی حاصل از آن در نقطه $M(x_1 = 6 \text{ m}, y_1)$



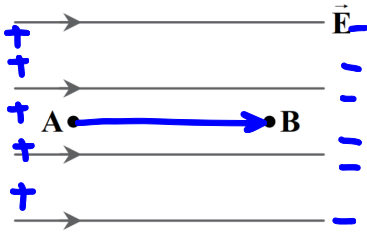
$$5000 \times 4 = 20000$$

برابر با $\vec{E} = (3 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}})\vec{i} + (4 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}})\vec{j}$ است. میدان این بار در نقطه $N(0, y_2 = -5 \text{ m})$ کدام است؟

- (۱) $(-1.0^4 \frac{\text{N}}{\text{C}})\vec{j}$
- (۲) $(-1.4 \frac{\text{N}}{\text{C}})\vec{j}$
- (۳) $(-2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}})\vec{j}$ ✓
- (۴) $(-3 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}})\vec{j}$

۱۶

در شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه A و B، 400 V است. اگر بار الکتریکی $q = -5\text{ mC}$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟



$$\Delta U = q \Delta V = -5 \times 10^{-3} \times 400 = -2\text{ J}$$

(۱) ۲، کاهش می‌یابد.

(۲) ۲، افزایش می‌یابد.

(۳) ۸، کاهش می‌یابد.

(۴) ۸، افزایش می‌یابد.

⚠️ انرژی پتانسیل به سرعت بستگی دارد

۱۷

خازنی با ظرفیت $5\text{ }\mu\text{F}$ را به یک باتری با اختلاف پتانسیل 12 V وصل می‌کنیم. پس از مدتی ابتدا خازن را از باتری جدا کرده و سپس یک عایق با ثابت دی‌الکتریک ۴ بین صفحه‌های خازن وارد می‌کنیم (بین صفحه‌ها در ابتدا هوا بوده است). اکنون خازن را برای مدت کوتاهی به یک مصرف‌کننده وصل می‌کنیم تا از انرژی آن $50\text{ }\mu\text{J}$ کم شود. چند میکروکولن بار در خازن باقی مانده است؟

(۴) ۸۰

(۳) ۶۰

(۲) ۴۰

(۱) ۲۰

$$U_1 = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times 12^2 = 360\text{ }\mu\text{J}$$

$$U_2 = \frac{U_1}{4} = \frac{360}{4} = 90\text{ }\mu\text{J}$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \rightarrow C = \frac{2U}{V^2} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-6}}{12^2} = 0.69\text{ }\mu\text{F}$$

$$U_3 = 40 = \frac{q^2}{2 \times 0.69 \times 10^{-6}} \rightarrow q = 2.4 \times 10^{-5}\text{ C} = 24\text{ }\mu\text{C}$$

۱۸

دو رسانای فلزی استوانه‌ای شکل و هم‌جنس با سطح مقطع 5 cm^2 و طول‌های l و $l+1$ بر حسب متر در اختیار داریم. اگر اختلاف مقاومت الکتریکی رساناها $5/6 \times 10^{-4}$ اهم باشد، مقاومت ویژه فلز آن‌ها چند اهم-متر ($\Omega \cdot \text{m}$) است؟

(۴) $5/6 \times 10^{-8}$

(۳) $2/8 \times 10^{-8}$

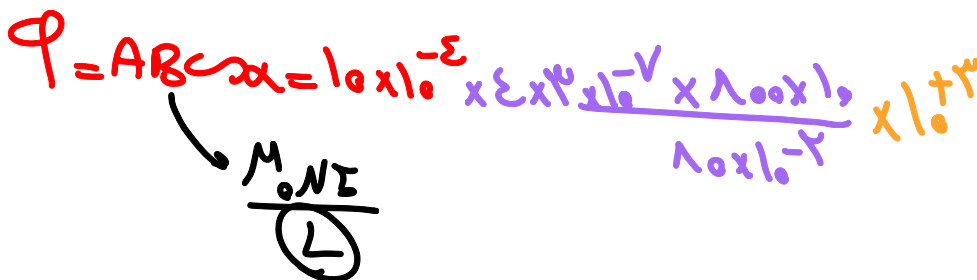
(۲) $1/4 \times 10^{-8}$

(۱) $1/2 \times 10^{-8}$

$$\Delta R = \rho \frac{L}{A}$$

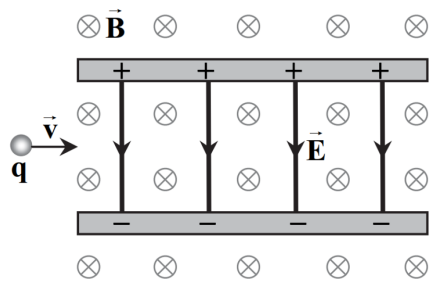
$$5/4 \times 10^{-4} = \rho \times \frac{1}{5 \times 10^{-4}} \rightarrow \rho = 2/8 \times 10^{-8}\text{ }\Omega \cdot \text{m}$$

ΔA, ΔB (4)



۲۲

مطابق شکل، یک ذره باردار منفی با جرم ناچیز، با سرعت $\vec{v}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ وجود دارد. اندازه این میدان‌ها برابر با $B = 0.5 \text{ T}$ و $E = 200 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است. تندی ذره الزاماً مطابق با کدام گزینه باید باشد تا به سمت بالای صفحه منحرف شود؟



Handwritten notes and calculations for problem 22:

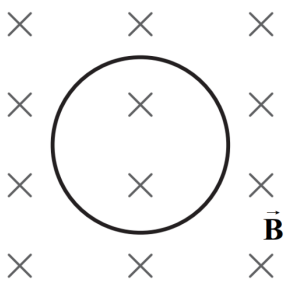
- $E = 200 \frac{\text{N}}{\text{C}}$
- $B = 0.5 \text{ T}$
- Force diagram showing F_E (up) and F_B (down).
- Condition for upward deflection: $F_E > F_B$
- Calculation: $qE > qvB \Rightarrow v < \frac{E}{B} = \frac{200}{0.5} = 400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Options for problem 22:

- (۱) کمتر از $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- (۲) بیشتر از $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- (۳) کمتر از $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- (۴) بیشتر از $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

۲۳

مطابق شکل حلقهٔ رسانایی به قطر 20 cm و مقاومت 2Ω در یک میدان مغناطیسی یکنواخت درون سو به بزرگی 0.8 T قرار دارد. اگر در مدت 0.1 s جهت میدان مغناطیسی 180° تغییر کند، بزرگی و جهت جریان القایی در حلقه کدام است؟ ($\pi = 3$)



Handwritten calculations for problem 23:

- $\Delta \Phi = B \Delta A$
- $\Delta A = \pi r^2$
- $\Delta \Phi = 0.8 \times \pi \times (0.1)^2$
- $\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{0.8 \times \pi \times 0.01}{0.1} = 0.08 \pi \text{ V}$
- $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{0.08 \pi}{2} = 0.04 \pi \text{ A}$

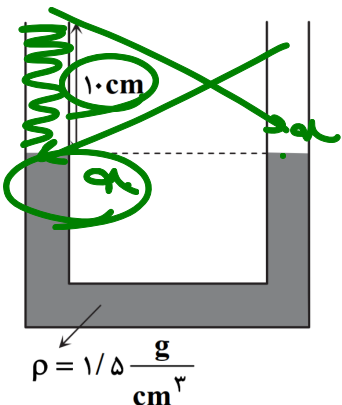
- Options for problem 23:
- (۱) 0.04 A ، ساعتگرد
 - (۲) 0.04 A ، پادساعتگرد
 - (۳) 0.04 A ، ساعتگرد
 - (۴) 0.04 A ، پادساعتگرد

Handwritten notes for problem 23:

- افزایشی - کاهشی $\Delta \Phi < 0$
- کاهشی - افزایشی $\Delta \Phi > 0$

۲۴

در لولهٔ U شکل روبه‌رو، مایعی به چگالی $1.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ریخته شده است. در شاخهٔ سمت چپ آن قدر آب می‌ریزیم تا کاملاً پر شود. در این صورت، سطح مایع در شاخهٔ سمت راست چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟ (سطح مقطع لوله در دو طرف یکسان است و



Handwritten calculation for problem 24:

- Left arm: 10 cm water + 10 cm liquid
- Right arm: 10 cm liquid
- Equation: $1.5(20) = 1(10 + h)$
- Solution: $h = 10 \text{ cm}$

Options for problem 24:

- (۱) 10 cm
- (۲) 20 cm
- (۳) 30 cm
- (۴) 40 cm

۲۵

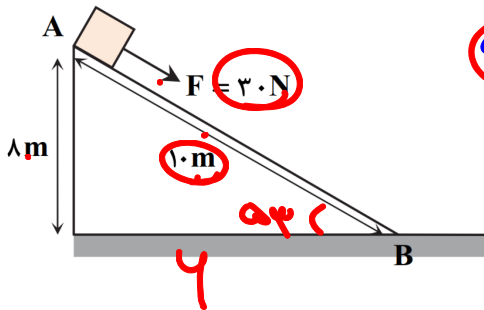
ارتفاع جیوه درون یک ظرف استوانه‌ای بسیار بلند ۲۵ cm است. برای آنکه فشار در کف ظرف (درون ظرف) ۵ درصد زیاد شود بر روی جیوه، آب اضافه می‌کنیم. ارتفاع آب باید به چند سانتی‌متر برسد؟ ($P_0 = 75 \text{ cmHg}$)
 $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (۱) ۱۸ (۲) ۳۴ (۳) ۶۸ (۴) ۱۳۶

$$p_h = p_h$$

$$1.8 = 1.36 \times 5$$

۲۶

جسمی به جرم ۵ kg را از حال سکون از نقطه A بالای سطح شیبدار مطابق شکل زیر، با نیروی $F = 30 \text{ N}$ در امتداد سطح به طرف پایین می‌کشیم و تندی جسم در نقطه B (پایین سطح) به $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌رسد. کار نیروی اصطکاک روی جسم در فاصله A تا B چند ژول است؟



$$W_F + W_{\text{gravity}} + W_{\text{friction}} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$30 + 5 \times 10 \times 8 = \frac{1}{2} \times 5 (144 - 0)$$

$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

$$-180 \quad (1)$$

$$-210 \quad (2)$$

$$-240 \quad (3)$$

$$-340 \quad (4)$$

۲۷

یک بالابر به جرم ۵۰۰ kg با توان ورودی ۵ kW و بازده ۹۰ درصد از حال سکون از سطح زمین به راه می‌افتد و تندی آن در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین به $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌رسد. زمان حرکت آن از سطح زمین تا این ارتفاع چند ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$W_F + W_{\text{gravity}} + W_{\text{friction}} + W_{\text{air}} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

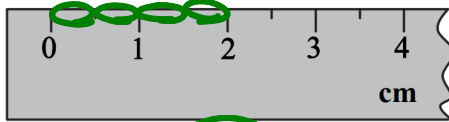
$$5000 \times 9 \times 2 - 500 \times 10 \times 10 = \frac{1}{2} \times 500 (16 - 0)$$

$$92 - 100 = 8$$

$$15 \quad (3)$$

$$18 \quad (2)$$

$$25 \quad (1)$$



ترازو

$$\frac{42.04}{100} = 0.4204 \text{ kg}$$

۱۰۲ gr

دقت اندازه‌گیری خط‌کش و ترازوی مقابل کدام است؟

(۱) ۰/۵ cm و ۰/۰۱ g

(۲) ۱ cm و ۰/۰۱ g

(۳) ۰/۵ cm و ۰/۰۲ g

(۴) ۱ cm و ۰/۰۴ g

درون گرماسنجی ۲۰ g بخار آب ۱۰۰°C و ۸۰ g یخ ۰°C قرار می‌دهیم. اگر پس از تعادل گرمایی فقط آب در گرماسنج باقی بماند، دمای

تعادل آب چند درجه سلسیوس است؟ ($c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ، $L_F = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $L_V = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

(۱) ۷۵ (۲) ۷۲ (۳) ۶۸ (۴) ۶۴

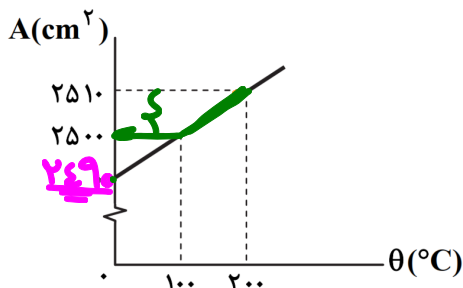
آب بخار یخ

$$20 \times 2268 + 20 \times 100 + 80 \times 420 = 80 \times 420 + 80 \times \theta$$

$$4200 - \theta = 3200 + 4\theta$$

$$\theta = 42$$

اگر تغییرات مساحت یک صفحه فلزی بر حسب دما مطابق شکل باشد، ضریب انبساط طولی این فلز کدام است؟



$$\Delta F = 9.8 \text{ mm}$$

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta$$

$$10 = 2500 \times \alpha \times 100$$

$$\alpha = 4 \times 10^{-5}$$

(۱) 10^{-5}

(۲) 2×10^{-5}

(۳) 4×10^{-5}

(۴) 8×10^{-5}