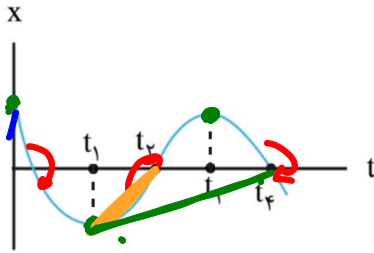


۱

شکل زیر نمودار مکان- زمان متحرکی را نشان می‌دهد که روی محور  $x$  در حرکت است. کدام گزاره‌ها در مورد حرکت این جسم درست است؟



$$\alpha a = \frac{10}{3} \text{ m/s}^2$$

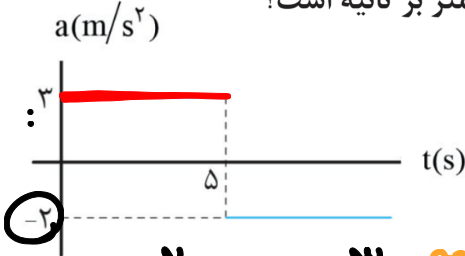
- (الف) جهت بردار مکان سه بار تغییر کرده است. ✓  
 (ب) بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا  $t_1$  و بازه صفر تا  $t_3$  برابر است. ✓  
 (پ) بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_2$  بزرگتر از بزرگی سرعت متوسط بازه زمانی  $t_1$  تا  $t_4$  است.

(۲) الف و پ  
 (۴) فقط پ

(۱) الف و ب  
 (۳) ب و پ

۲

نمودار شتاب- زمان متحرکی که روی محور  $x$  حرکت می‌کند، به صورت زیر است. اگر متحرک در لحظه  $t = 2 \text{ s}$  دارای بردار سرعت  $\vec{v} = -4 \hat{i}$  در SI باشد (مسافت طی شده در مدت ۱۰ ثانیه نخست حرکت چند متر بر ثانیه است؟)

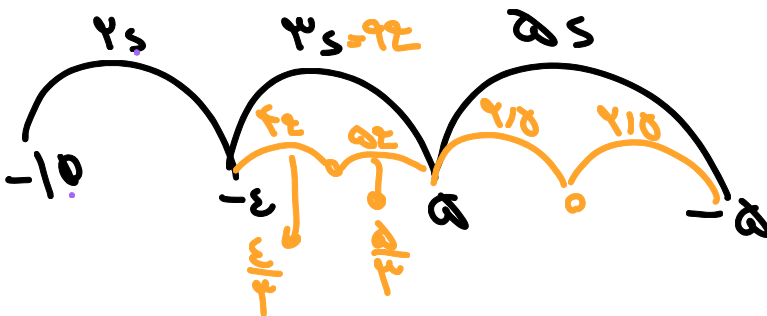


$$\frac{100}{3} \text{ (۲)}$$

$$2(7) + \frac{4}{3}(2) + \frac{5}{3} \times \frac{5}{4} + \frac{5}{3} \times \frac{10}{2} \text{ (۱)}$$

$$\frac{375}{12} \text{ (۳)}$$

$$\frac{175}{6} \text{ (۴)}$$



۳

متحرکی در مبدأ زمان با سرعت اولیه  $\vec{v}_0 = 15 \hat{i}$  و شتاب  $\vec{a}_1 = -4 \hat{i}$  در SI از مبدأ محور می‌گذرد. متحرک دیگری در مبدأ زمان بدون سرعت اولیه و با شتاب  $\vec{a}_2 = 6 \hat{i}$  در SI از مبدأ محور شروع به حرکت می‌کند. تا پیش از به هم رسیدن مجدد این دو متحرک، بیشترین فاصله آن‌ها از هم به چند متر می‌رسد؟

$$56/25 \text{ (۴)}$$

$$24/75 \text{ (۳)}$$

$$6/75 \text{ (۲)}$$

$$11/25 \text{ (۱)}$$

$$15 - 4t = 0 + 4t \rightarrow t = 11/5 \text{ s}$$

$$\textcircled{1} \frac{2}{11/5} = 15 + \frac{3}{2}(-4) \rightarrow 2 = 18$$

$$\textcircled{2} \frac{2}{11/5} = 0 + 4(\frac{3}{2}) \rightarrow 2 = 11/5$$

$$11/5$$

۴

متحرکی که با شتاب ثابت روی محور  $x$  ها در حرکت است، در لحظه  $t=0$  در مکان  $x=-7m$ ، در لحظه  $t=1s$  در مکان  $x=-10m$  و در لحظه  $t=2s$  در مکان  $x=-9m$  قرار دارد. بردار شتاب متحرک در SI کدام است؟

- (۱)  $2\vec{i}$  (۲)  $-2\vec{i}$  (۳)  $4\vec{i}$  (۴)  $-4\vec{i}$

$\Delta v = a \Delta t$

از  $t=0$  تا  $t=1$ :  $-10 - (-7) = a(1) \Rightarrow a = -3$

از  $t=1$  تا  $t=2$ :  $-9 - (-10) = a(1) \Rightarrow a = +1$

پس  $a = -3$  و  $a = +1$  (متوسط)  $\Rightarrow a = -1$  (میانگین)

۵

در شکل روبه‌رو، نیروهای افقی و قائم  $F_1 = F_2 = F$  به جسم وارد شده‌اند و جسم با سرعت ثابت  $4 \frac{m}{s}$  در حال حرکت به سمت بالا است. اگر جهت نیروی قائم  $F_2$  را قرینه کنیم، بردار سرعت جسم  $2/0$  ثانیه پس از تغییر جهت بردار  $F_2$  در SI کدام است؟

$(g = 10 \frac{m}{s^2}, \mu_k = 0.5)$

در ابتدا:  $N = F$ ,  $F - mg = 0 \Rightarrow F = mg$

پس از تغییر جهت  $F_2$  (به پایین):  $N = F$ ,  $F - mg - f_k = ma$

$f_k = \mu_k N = 0.5F = 0.5mg$

$F - mg - 0.5mg = ma \Rightarrow F - 1.5mg = ma$

از  $F = mg$  داریم:  $mg - 1.5mg = ma \Rightarrow -0.5mg = ma \Rightarrow a = -0.5g = -5$

پس  $a = -5$

۶

در شکل روبه‌رو، نردبانی به جرم  $20kg$  روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار گرفته و نیروی افقی  $F = 200N$  به آن وارد می‌شود. ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار قائم و نردبان  $0.5/0$  و نردبان در آستانه حرکت به طرف بالا روی دیوار است. نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند چند برابر نیرویی است که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

نیروهای وارد شده:  $N_1$  (عمود بر دیوار)،  $N_2$  (عمود بر سطح)،  $F$  (افقی)،  $mg$  (عمودی).

از  $\sum \tau = 0$  (نسبت به نقطه تماس با دیوار):  $N_2 \cdot L \sin \theta = F \cdot L \cos \theta + mg \cdot L \cos \theta$

از  $\sum F_x = 0$ :  $N_1 = F$

از  $\sum F_y = 0$ :  $N_2 \cos \theta = mg$

پس  $N_2 = \frac{mg}{\cos \theta}$

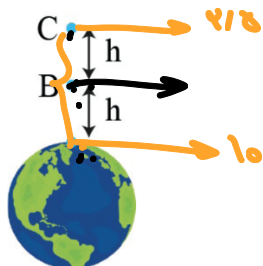
نسبت  $\frac{N_2}{N_1} = \frac{mg}{F \cos \theta}$

از  $\tan \theta = 0.5$  داریم:  $\cos \theta = \frac{2}{\sqrt{5}}$

پس  $\frac{N_2}{N_1} = \frac{200}{200 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$

۷

شکل زیر کره زمین را نشان می دهد. اگر بزرگی شتاب گرانش در سطح زمین و نقطه C به ترتیب  $10 \frac{m}{s^2}$  و  $2/5 \frac{m}{s^2}$  باشد، وزن ماهواره ای به جرم  $90 kg$  در نقطه B چند نیوتون است؟



$$\frac{2/5}{10} = \left( \frac{R+0}{R+2h} \right)^2 \rightarrow R = 2h$$

$$h = \frac{R}{2}$$

$$\frac{a_B}{10} = \left( \frac{2h+0}{2h+h} \right)^2$$

$$F = ma = 90 \times \frac{10}{9} = 100$$

۵۶۲/۵ (۱)

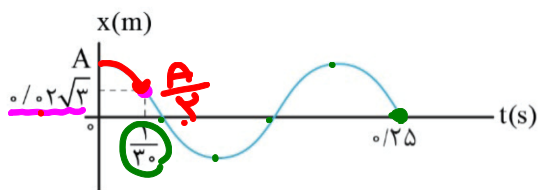
۴۵۰ (۲)

۴۰۰ (۳)

۲۰۰ (۴)

۸

نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است. معادله حرکت این نوسانگر در SI کدام است؟



$x = 0.04\sqrt{3} \cos 10\pi t$  (۱)

~~$x = 0.04 \cos 10\pi t$  (۲)~~

$x = 0.04\sqrt{3} \cos 8\pi t$  (۳)

~~$x = 0.04 \cos 8\pi t$  (۴)~~

$$\frac{1/30}{15} = \frac{1/6}{?} \rightarrow n = 2$$

$$\omega = \frac{2\pi \times 10}{1} = 10\pi$$

۹

جسمی به جرم  $1/6 kg$  به فنری متصل است و با دوره  $0.4 s$  نوسان می کند. به جرم متصل به فنر چند کیلوگرم اضافه کنیم تا تعداد نوسان ها در مدت  $1/5$  دقیقه ۴۵ تا تغییر کند؟

$1/8$  (۴)

$1/2$  (۳)

$0/9$  (۲)

$0/6$  (۱)

$$Tn = 2 \rightarrow \frac{1}{10} \times n = 90 \rightarrow n = 225$$

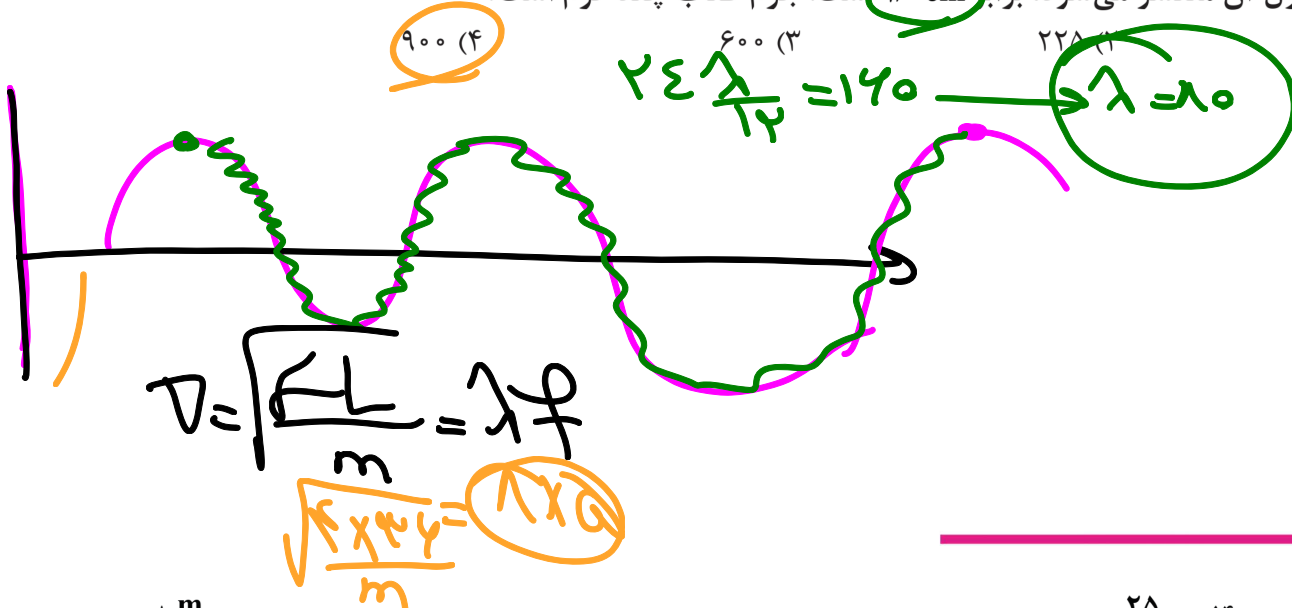
$n_p = 180$

~~$n = \frac{2\pi}{T} \times \frac{1}{10} = \sqrt{\frac{k}{m}}$~~

$$\frac{180}{225} = \sqrt{\frac{114}{114+?}}$$

۱۰

یک سر طنابی با طول  $3/6\text{m}$  با بسامد  $5\text{Hz}$  نوسان داده می‌شود و نیروی کشش آن  $4\text{N}$  است. فاصله قله اول تا قله سوم موج عرضی که در طول آن منتشر می‌شود، برابر  $160\text{cm}$  است. جرم طناب چند گرم است؟



۱۱

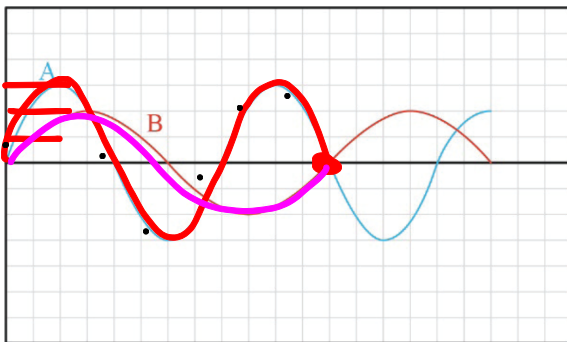
بسامد نور قرمز  $25 \times 10^{14}\text{Hz}$  و طول موج آن درون مایعی  $450\text{nm}$  است. ضریب شکست مایع کدام است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

$$v = \lambda f = 450 \times 10^{-9} \times 25 \times 10^{14} = 1.125 \times 10^7$$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{1.125 \times 10^7} = 26.6$$

۱۲

نمودار جابه‌جایی مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به صورت زیر است. شدت صوت موج A چند برابر شدت صوت موج B است؟



$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 = \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 4$$

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

۱۳

نیمه عمر عنصر یرتوزایی ۴ ساعت است. اگر در مدت  $\Delta t$ ، تعداد هسته‌های فعال باقی مانده  $\frac{1}{16}$  تعداد هسته‌های اولیه باشد، پس از چه مدت دیگری بر حسب  $\Delta t$  تعداد هسته‌های فعال باقی مانده نصف می‌شود؟

$$\frac{\Delta t}{16} (1) \quad \frac{\Delta t}{8} (2) \quad T \quad \frac{\Delta t}{2} (3) \quad \frac{\Delta t}{4} (4)$$

$$4 \times T = 2$$

$$\frac{2}{4}$$

۱۴

الکترون اتم هیدروژن در سومین حالت برانگیخته قرار دارد. انرژی فوتونی که این الکترون باید جذب کند تا به مداری به شعاع  $25a$  برود، تقریباً چند ژول است؟ (  $a$  شعاع بور،  $E_R = 13.6 \text{ eV}$ ،  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  )

$$4/9 \times 10^{-19} (4) \quad 1/0.5 \times 10^{-19} (3) \quad 4/9 \times 10^{-20} (2) \quad 1/0.5 \times 10^{-20} (1)$$

$$13/4$$

$$3/4$$

$$1/51$$

$$1/51 \quad 1/54$$

$$19 \times 10^{-19} \times 114 \times 10^{-19}$$

۱۵

کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، فوتون گاما گسیل می‌کنند. ✓
- (۲) نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد مستقل از بار الکتریکی است. ✓
- (۳) مدل بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت نور آبی و قرمز در طیف گسیلی هیدروژن را توضیح دهد. ✓
- (۴) مدل بور در محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن ناموفق بوده است. ✓

دو بار الکتریکی نقطه‌ای  $q_1$ ،  $q_2 = 4q_1$  در فاصله  $r$  از هم قرار دارند و به یکدیگر نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار  $q_2$  را به  $q_1$  منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی الکتریکی که دوبار به هم وارد می‌کند بیشینه گردد؟

(۴) ۵۰

(۵) ۳۷/۵

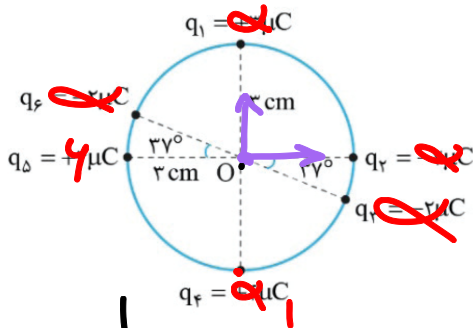
(۲) ۲۵

(۱) ۲۰

$$q' = \frac{100 + 25}{2} = 41.25$$

۱۰۰

در شکل زیر آرایش بارهای الکتریکی نشان داده شده است، میدان الکتریکی خالص در نقطه  $O$  (مرکز دایره) بر حسب  $\frac{N}{C}$  کدام است؟ ( $k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ )

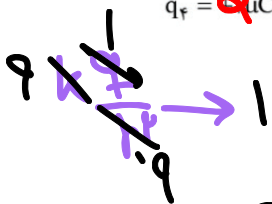


$$\vec{E} = -\frac{4}{8} \times 10^9 \vec{i} - \frac{0}{6} \times 10^9 \vec{j} \quad (1)$$

$$\vec{E} = -\frac{4}{8} \times 10^9 \vec{i} + \frac{1}{6} \times 10^9 \vec{j} \quad (2)$$

$$\vec{E} = +\frac{4}{8} \times 10^9 \vec{i} + \frac{0}{6} \times 10^9 \vec{j} \quad (3)$$

$$\vec{E} = 6 \times 10^9 \vec{i} + 10^9 \vec{j}$$



$$Q \rightarrow Q - 2$$

ظرفیت خازنی ( $10 \mu F$ ) و اختلاف پتانسیل دو صفحه آن  $V$  است، اگر خازن از باتری جدا باشد و  $2 \mu C$  بار الکتریکی از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن  $30 \mu J$  (تغییر می‌کند) مقدار  $V$  بر حسب ولت کدام است؟

(۴) ۳۰/۲

(۳) ۱۵/۱

(۲) ۲۹/۸

(۱) ۱۴/۹

$$\Delta U = \frac{Q_1^2 - Q_2^2}{2C}$$

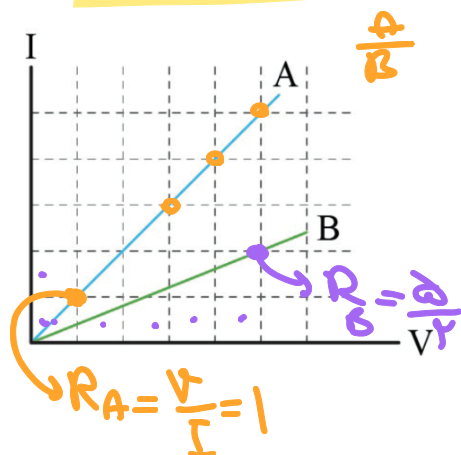
$$W_0 = \frac{Q^2 - (Q-2)^2}{2C} = \frac{\epsilon Q - \epsilon}{2C}$$

$$Q = \frac{4.8}{\epsilon} - 1.5 = 1.5$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_1^2 - V_2^2)$$

۱۹

نمودار  $(I - V)$  دو سیم A و B به صورت شکل زیر است. اگر جنس دو سیم یکسان و طول سیم A، ۵ برابر طول سیم B باشد، قطر مقطع سیم B چند برابر قطر مقطع سیم A است؟



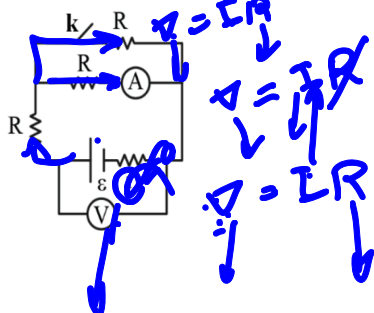
$$R = \frac{V}{I}$$

$$A = \frac{2.5}{1}$$

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

۲۰

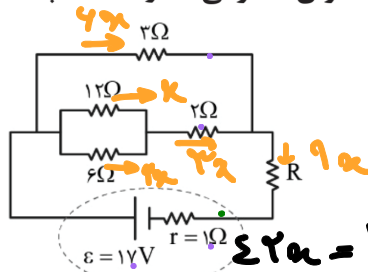
در مدار شکل زیر با وصل کلید k، عدد ولت‌سنج و عدد آمپرسنج به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



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

۲۱

در مدار زیر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $12\Omega$ ،  $\frac{2}{3}V$  برابر اختلاف پتانسیل دو سر باتری است. توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟



$$P = R I^2 = \frac{A}{3} \times 9$$

- (۱) ۱۸
- (۲) ۲۴
- (۳) ۳۶
- (۴) ۴۸

$$\frac{1}{3} = R$$

۲۲

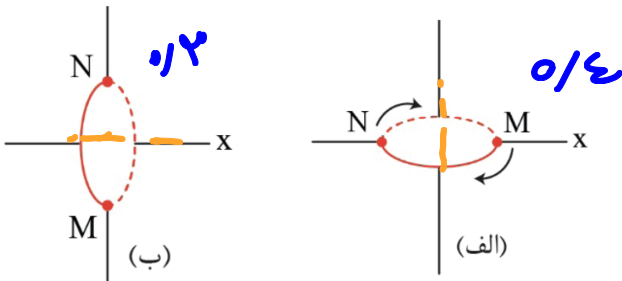
از سیمی به طول  $1.2\text{ m}$  سیملوله‌ای به قطر  $10\text{ cm}$  ساخته شده است. اگر طول سیملوله برابر  $20\text{ cm}$  باشد، چه جریانی بر حسب آمپر از آن عبور کند تا بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله و روی محور آن برابر  $3\text{ G}$  شود؟  $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}})$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{12 \times I}{20 \times 10^{-2} \times 0.12} = 2 \times 10^{-4}$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2$$

۲۳

در یک ناحیه از فضا میدان مغناطیسی یکنواخت به معادله  $\vec{B} = -0.3\vec{i} + 0.4\vec{j}$  در SI وجود دارد. حلقه‌ای به مساحت  $200\text{ cm}^2$  مطابق شکل (الف) ابتدا عمود بر محور  $y$  قرار دارد. در مدت  $0.2$  ثانیه حلقه  $90^\circ$  در جهت نشان داده شده می‌چرخد تا مطابق شکل (ب) عمود بر محور  $x$  قرار بگیرد. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در این مدت در حلقه چند میلی‌ولت است؟



$$\mathcal{E} = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 1 \times 200 \times 10^{-4} \times 0.12 = 0.12$$

۱۰ (۱)

۳۰ (۲)

۵۰ (۳)

۷۰ (۴)

۲۴

ضریب القاوری یک القاگر به شکل سیملوله  $0.2\text{ H}$  است. هنگامی که جریان  $I$  از آن عبور می‌کند، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله  $60\text{ G}$  و انرژی ذخیره شده در آن  $400\text{ mJ}$  است. در هر سانتی‌متر از طول سیملوله چند دور سیم پیچیده شده

است؟  $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}})$

۲۵۰ (۴)

۱۲۵ (۳)

۲۵ (۲)

۱۲/۵ (۱)

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \rightarrow 0.4 = \frac{1}{2} \times 0.2 I^2 \rightarrow I = 2$$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L} \rightarrow 40 \times 10^{-4} = 12 \times 10^{-7} \times \frac{N \times 2}{0.1}$$



۲۵

از ترکیب دو ماده A و B با چگالی های  $\rho_A = 8 \frac{g}{cm^3}$  و  $\rho_B = 10 \frac{g}{cm^3}$  یک آلیاژ به جرم  $1700g$  و حجم  $200cm^3$  ساخته شده است. چند گرم از جرم آلیاژ را فلز B تشکیل داده است؟

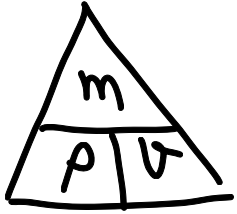
۱۲۷۵ (۴)

۱۲۰۰ (۳)

۵۰۰ (۲) ✓

۴۲۵ (۱)

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1700}{200} = \frac{1700}{\frac{1700 - m}{8} + \frac{m}{10}}$$

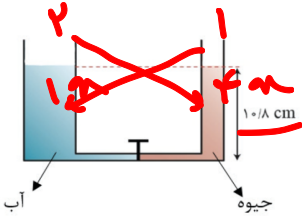


$$8 \times 10 \times 200 = 17000 - 10m + 8m$$

$$m = 500$$

۲۶

مطابق شکل درون یک شاخه لوله U شکل آب و در شاخه دیگر جیوه به ارتفاع مساوی ریخته شده است. سطح مقطع لوله افقی بسیار ناچیز است. اگر شیر بین دو شاخه باز شود، سطح جیوه چند سانتی متر تغییر می کند؟ (شعاع مقطع لوله ها  $r$  و  $2r$  است و  $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$ )



$$1 \times 10 \times 18 = 13.6 \times 5$$

$$0.18 = 10.18 - 5x$$

$$x = 2$$

۵ (۱)

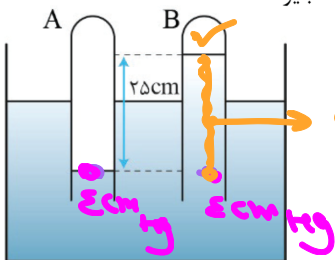
۶ (۲)

۸ (۳) ✓

۹ (۴)

۲۷

مطابق شکل زیر، لوله های A و B در مایعی به چگالی  $5/4 \frac{g}{cm^3}$  قرار دارند. اگر فشار پیمانه ای گاز محبوس در لوله A برابر  $4cmHg$  باشد، فشار پیمانه ای گاز محبوس در لوله B چند سانتی متر جیوه است؟ ( $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$ )



$$5.4 \times 25 = 13.6h$$

$$10 + P_g = 5$$

-۲ (۱)

-۶ (۲) ✓

۶ (۳)

+۲ (۴)

۲۸

یک گوی به جرم  $200\text{g}$  از سطح زمین با تندی  $30\frac{\text{m}}{\text{s}}$  به سمت بالا پرتاب می‌شود. اگر تندی گوی در لحظه‌ای که گوی از ارتفاع  $20\text{m}$  عبور می‌کند،  $5\frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد، کار نیروی مقاومت هوا از لحظه پرتاب تا عبور از ارتفاع  $20$  متری روی گوی چند ژول است؟ ( $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

$$\frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 20^2 + \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 5^2 = 490 \quad (1) \quad 127/5$$

$$F_D \times 20 = 4718$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times 90^2 + 0 = 90$$

۲۹

سه مایع A و B و C با جرم‌های  $m_C = \frac{3}{2}m_B = 3m_A$  با گرمای ویژه  $c_A = c$ ،  $c_B = 2c$  و  $c_C = 3c$  و دماهای  $\theta_A = 70^\circ\text{C}$  و  $\theta_B = 20^\circ\text{C}$  و  $\theta_C = 30^\circ\text{C}$  را با یکدیگر مخلوط می‌کنیم. اگر تبادل گرما بین سه مایع صورت گیرد دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد شد؟

$$Q_A = Q_B + Q_C$$

$$1 \times 1 (70 - \theta) = 2 \times 2 (\theta - 20) + 3 \times 3 (\theta - 30)$$

$$14\theta = 490$$

۳۰

درون یک صفحه فلزی با ضریب انبساط طولی  $\frac{1}{k} \times 10^{-5}$ ، یک سوراخ دایره‌ای به مساحت  $20\text{cm}^2$  ایجاد شده است. اگر دمای صفحه فلزی  $200\text{K}$  افزایش بیاید، مساحت سوراخ چند میلی‌متر مربع و چگونه تغییر می‌کند؟

(۲)  $8\text{mm}^2$  افزایش می‌یابد.

(۱)  $16\text{mm}^2$  افزایش می‌یابد.

(۴)  $8\text{mm}^2$  کاهش می‌یابد.

(۳)  $16\text{mm}^2$  کاهش می‌یابد.

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

$$2 \times 2 \times 2 \times 2$$