۴۶- یکای فرعی توان، کدام است؟

۱) $\frac{kgm^2}{s^3}$ ✓ ۲) $\frac{kgm^2}{s}$ ۳) $\frac{kgm}{s^3}$ ۴) $\frac{kgm}{s}$

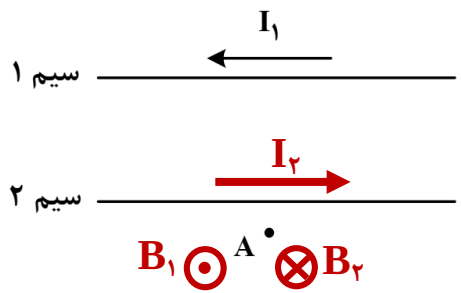
$$P=\frac{W}{t}=\frac{Fd}{t}=\frac{mad}{t} \rightarrow \text{یکای توان}=\frac{kg\frac{m}{s^2}m}{s}=\boxed{\frac{kgm^2}{s^3}}$$

۴۷- معادله جریان ـ زمان یک مولد جریان متناوب در SI به‌صورت $I=2\sin 250\pi t$ است. در لحظه $t=2\,ms$ جریان چند آمپر است؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ✓ ۴) $\sqrt{2}$

$$\xrightarrow{t=\frac{2}{1000}s} I=2\sin 250\pi\left(\frac{2}{1000}\right)=2\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)=2\,A \rightarrow \boxed{I=2A}$$

۴۸- شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. اگر میدان مغناطیسی حاصل از این سیم‌ها در نقطه A صفر باشد، جهت جریان سیم ۲ به کدام سو است و رابطهٔ بین جریان‌ها کدام درست است؟



۱) $I_2>I_1$ و ←
۲) $I_1>I_2$ و ←
۳) $I_2>I_1$ و →
۴) $I_1>I_2$ و → ✓

نقطه A در سمت سیمی است که اندازه جریان کمتر است. پس داریم: $I_1>I_2$

۴۹- نوری از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. کدام مشخصه موج بازتابیده و موج شکست‌یافته و موج فرودی یکسان‌اند؟

۱) طول موج ۲) بسامد ✓ ۳) تندی انتشار ۴) شدت نور

بسامد از ویژگی‌های چشمه نور است و با تغییر محیط، تغییر نمی‌کند.

۵۰- جرم ماهواره‌ای $۲۵۰\,kg$ است و فاصلهٔ آن از سطح زمین $۳۶۰۰\,km$ است. وزن ماهواره در این ارتفاع چند نیوتون است؟ ($R_e = ۶۴۰۰\,km$ و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) صفر ۲) ۲۵۰۰ ۳) ۴۰۹/۶ ۴) ۱۰۲۴ ✓

$$\frac{g}{g_۰} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^۲ \rightarrow \frac{g}{۱۰} = \left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰ + ۳۶۰۰}\right)^۲ = \frac{۶۴^۲}{۱۰۰^۲} \rightarrow \boxed{g = \frac{۴۰۹۶}{۱۰۰۰}\frac{m}{s^۲}} \rightarrow W = mg = ۲۵۰ \times \frac{۴۰۹۶}{۱۰۰۰} = \boxed{۱۰۲۴N}$$

۵۱- اتومبیلی روی خط راست با سرعت $۷۲\frac{km}{h}$ در حال حرکت است. راننده با دیدن مانعی با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از ۵ ثانیه می‌ایستد. اگر جرم راننده $۸۰\,kg$ باشد، نیروی خالص وارد بر راننده چند نیوتون است؟

۱) ۳۲۰ ✓ ۲) ۸۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۱۶۰

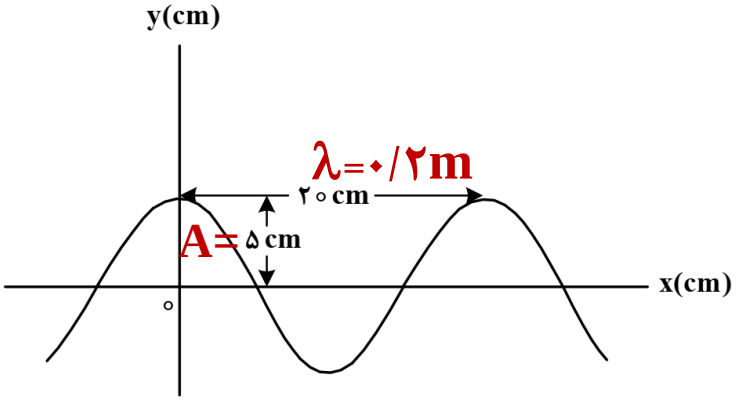
$$|a| = \frac{|v_۲ - v_۱|}{\Delta t} = \frac{|۰ - ۲۰|}{۵} = ۴\frac{m}{s^۲} \quad \rightarrow \quad F_{net} = ۸۰ \times ۴ = \boxed{۳۲۰N}$$

۵۲- در یک آتش‌بازی، صوتی با شدت $۰/۱\frac{W}{m^۲}$ به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۱ = ۶۴۰\,m$ از محل انفجار قرار دارد، می‌رسد. این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۲ = ۱۶۰\,m$ قرار دارد، با شدت چند وات بر مترمربع می‌رسد؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۰/۴ ۲) ۱/۶ ✓ ۳) ۴ ۴) ۱۶

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲ \rightarrow \frac{I_۲}{۰/۱} = \left(\frac{۶۴۰}{۱۶۰}\right)^۲ = ۱۶ \rightarrow \boxed{I_۲ = ۱/۶\frac{W}{m^۲}}$$

۵۳- نمودار جابه‌جایی ـ مکان یک موج عرضی که در یک ریسمان در حال انتشار است، مطابق شکل است. اگر تندی انتشار موج $۱۰\frac{m}{s}$ باشد، مسافتی که هریک از ذرات ریسمان در مدت $۰/۰۱s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲۰
۲) ۱۵
۳) ۱۰ ✓
۴) ۵

$$v=\frac{\lambda}{T}\rightarrow T=\frac{۰/۲}{۱۰}=۰/۰۲s$$
$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۰۱}{۰/۰۲}=\frac{۱}{۲}\rightarrow \Delta t=\frac{T}{۲}$$
$$\rightarrow \Delta y=۲A=\boxed{۱۰cm}$$

۵۴- معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ نوسانگری در SI به‌صورت $x=۰/۰۲\cos ۶\pi t$ است. بیشترین سرعت متوسط نوسانگر در مدت $۰/۵s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

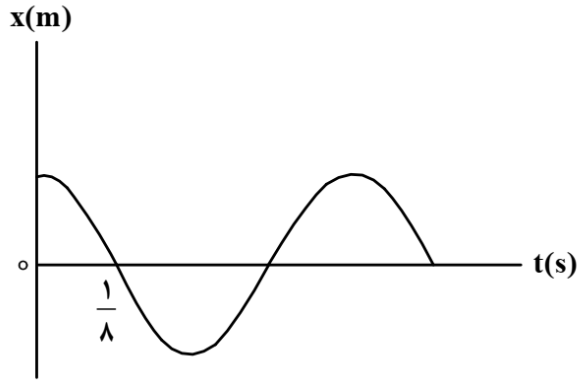
۱) ۲
۲) ۸ ✓
۳) $۲\sqrt{۲}$
۴) $۴\sqrt{۲}$

$$x=\underbrace{۰/۰۲}_{A=۲cm}\cos\underbrace{۶\pi}_{\omega=\frac{۲\pi}{T}}t$$
$$T=\frac{۲\pi}{\omega}=\frac{۲\pi}{۶\pi}=\frac{۱}{۳}s$$
$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۱}{۳}}=\frac{۳}{۲}\rightarrow \Delta t=\frac{۳T}{۲}$$

پس از T به مکان اولیه باز می‌گردد و در واقع به اندازه $\Delta t=\frac{T}{۲}$ جابجا می‌شود و حداکثر جابجایی در این بازه زمانی برابر $\Delta x=۲A$ می‌باشد:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲A}{\Delta t}=\frac{۲(۲cm)}{۰/۵s}=\boxed{۸\frac{cm}{s}}$$

۵۵- نمودار مکان ـ زمان نوسانگری مطابق شکل است. اگر تندی متوسط در مدت یک دوره برابر $۲۴\frac{cm}{s}$ باشد، بزرگی جابه‌جایی در بازه $t_۱ = ۰\,s$ تا $t_۲ = \frac{۳}{۴}s$، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۶ ✓
۴) ۸

تندی متوسط در یک دوره:

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{۴A}{T} = ۲۴\frac{cm}{s} \quad (۱)$$

طبق نمودار:

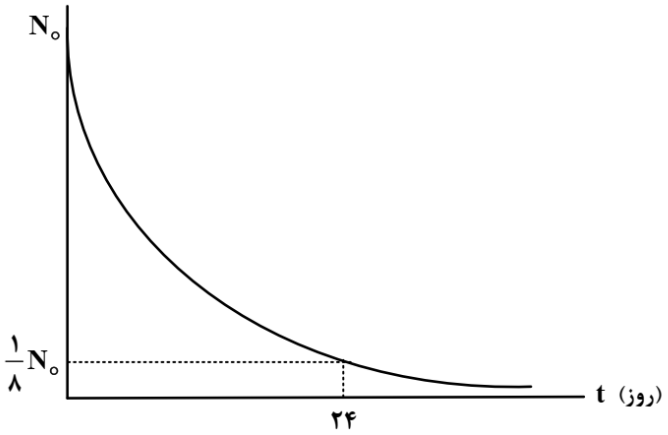
$$\frac{T}{۴} = \frac{۱}{۸} \rightarrow T = \frac{۱}{۲}s \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱)\text{و}(۲)} ۴A = ۲۴\times\frac{۱}{۲} \rightarrow \boxed{A = ۳cm}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۳}{۴}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{۳}{۲} \rightarrow \Delta t = \frac{۳T}{۲}$$

$$\rightarrow \boxed{|\Delta x| = ۲A = ۶cm}$$

۵۶- نمودار تعداد هسته‌های ماده پرتوزا در یک نمونه برحسب زمان، مطابق شکل است. نیمه‌عمر این ماده پرتوزا چند روز است؟



۱) ۱۲
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۸ ✓

$$N = N_۰\left(\frac{۱}{۲}\right)^n \rightarrow \frac{۱}{۸}N_۰ = N_۰\left(\frac{۱}{۲}\right)^n$$

$$\rightarrow \boxed{n = ۳}$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{t}{n} = \frac{۲۴}{۳} = \boxed{\text{روز } ۸}$$

۵۷- شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند منجر به گسیل فوتونی به بسامد $۲/۵۵\times۱۰^{۱۵}\ Hz$ شود؟ ($h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\ eV.s$)

$E_\infty = ۰\ eV$
$E_۳ = -۱/۵۱\ eV$
$E_۲ = -۳/۴\ eV$
$E_۱ = -۱۳/۶\ eV$

۱) $n_۱$ به $n_۲$ ✓
۲) $n_۲$ به $n_۳$
۳) $n_۱$ به $n_۳$
۴) $n_۱$ به n_∞

انرژی فوتون را به دست می‌آوریم:

$$E = hf$$
$$E = ۴\times۱۰^{-۱۵} ev\cdot s \times ۲/۵۵\times۱۰^{۱۵}\frac{۱}{s}$$
$$\boxed{E = ۱۰/۲\ ev}$$

این مقدار برابر اختلاف انرژی لایه ۲ و ۱ است.

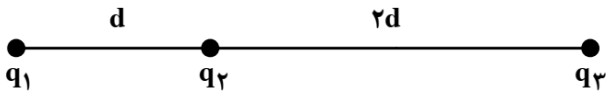
۵۸- طول موج سومین خط طیف اتم هیدروژن در رشته براکت ($n' = ۴$) تقریباً چند نانومتر است؟ $[R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}]$

۱) ۲۰۵۷
۲) ۲۳۷۶ ✓
۳) ۲۶۴۲
۴) ۲۹۳۳

سومین خط براکت: از $n = ۷$ به $n' = ۴$

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۷^۲}\right)$$
$$\lambda = \frac{۱۶\times۴۹\times۱۰۰}{۳۳} \simeq \boxed{۲۳۷۶nm}$$

۵۹- در شکل زیر، سه ذرهٔ باردار روی یک خط راست ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر هریک از بارها صفر است. کدام مورد درست است؟



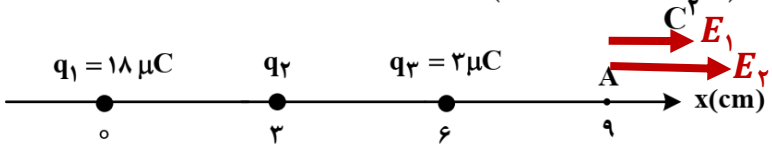
۱) $\frac{q_۱}{q_۳} = -\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{q_۲}{q_۳} = \frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{q_۲}{q_۳} = -\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{q_۲}{q_۱} = -\frac{۴}{۹}$ ✓

* با بررسی صفر بودن نیروی وارد بر بار $q_۳$ می‌توان به جواب درست رسید.

نکته: زمانی نیروی وارد بر بار $q_۳$ صفر می‌شود که بارهای $q_۱$ و $q_۲$ مختلف العلامه بوده و اندازه بار $q_۲$ کوچک‌تر باشد (زیرا بار $q_۳$ در سمت $q_۲$ قرار دارد.)

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} \rightarrow k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_۱^۲} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_۲^۲} \rightarrow \frac{|q_۱|}{(۳d)^۲} = \frac{|q_۲|}{(۲d)^۲} \rightarrow \frac{|q_۱|}{۹d^۲} = \frac{|q_۲|}{۴d^۲} \xrightarrow{q_۱\cdot q_۲<۰} \boxed{\frac{q_۲}{q_۱} = -\frac{۴}{۹}}$$

۶۰- مطابق شکل، سه ذره باردار روی محور x ثابت شده‌اند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر $۳\times۱۰^{۷}\ \frac{N}{C}$ است. بار $q_۲$ چند میکروکولن می‌تواند باشد؟ $(k=۹\times۱۰^{۹}\ \frac{Nm^{۲}}{C^{۲}})$



۱) ۴
۲) ۸
۳) −۱۶
۴) −۳۲ ✓

ابتدا میدان‌های حاصل از بارهای $q_۱$ و $q_۳$ را در نقطه A به دست می‌آوریم:

$$E_۱=k\frac{|q_۱|}{r_۱^{۲}}=۹\times۱۰^{۹}\frac{۱۸\times۱۰^{-۶}}{(۹\times۱۰^{-۲})^{۲}}$$

$$\rightarrow \boxed{E_۱=۲\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}} \text{ به سمت راست}$$

$$E_۳=k\frac{|q_۳|}{r_۳^{۲}}=۹\times۱۰^{۹}\frac{۳\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۲})^{۲}}$$

$$\rightarrow \boxed{E_۳=۳\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}} \text{ به سمت راست}$$

میدان حاصل از دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۳$: $\boxed{E_{۱,۳}=۵\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}}$ به سمت راست

دو حالت داریم:

۱) میدان الکتریکی خالص در نقطه A برابر $۳\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}$ به سمت راست است: باید میدان حاصل از بار $q_۲$ برابر $۲\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}$ به سمت چپ باشد، بنابراین باید بار $q_۲$ منفی باشد.

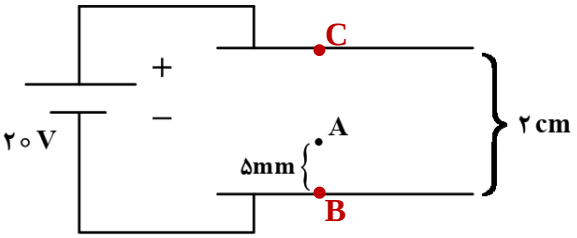
$$E_۲=k\frac{|q_۲|}{r_۲^{۲}}=۹\times۱۰^{۹}\frac{|q_۲|\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۲\times۱۰^{۷}\rightarrow|q_۲|=۸\mu c\rightarrow \boxed{q_۲=-۸\mu c}$$

۲) میدان الکتریکی خالص در نقطه A برابر $۳\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}$ به سمت چپ است: باید میدان حاصل از بار $q_۲$ برابر $۸\times۱۰^{۷}\frac{N}{c}$ به سمت چپ باشد، بنابراین باید بار $q_۲$ منفی باشد.

$$E_۲=k\frac{|q_۲|}{r_۲^{۲}}=۹\times۱۰^{۹}\frac{|q_۲|\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۸\times۱۰^{۷}\rightarrow|q_۲|=۳۲\mu c\rightarrow \boxed{q_۲=-۳۲\mu c}$$

۶۱- دو صفحهٔ رسانای موازی را به باتری وصل می‌کنیم. اگر بار $q = -5mC$ را در نقطه A رها کنیم، وقتی به صفحهٔ بالایی می‌رسد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چند میلی‌ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ (از اثر وزن ذره صرف‌نظر کنید.)

۱) ۱۰۰ و کاهش
۲) ۱۰۰ و افزایش
✓ ۳) ۷۵ و کاهش
۴) ۷۵ و افزایش



$$\frac{|\Delta V_{BC}|}{BC} = \frac{|\Delta V_{AC}|}{AC} \rightarrow \frac{20V}{20mm} = \frac{|\Delta V_{AC}|}{15mm}$$
$$\rightarrow \boxed{|\Delta V_{AC}| = 15V}$$

از A تا C در خلاف جهت میدان حرکت کرده و در این حالت پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد:

$$\Delta V_{AC} = 15V$$

تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی:

$$\Delta u_{AC} = q\Delta V_{AC} = -5mC \times 15V$$
$$\boxed{\Delta u_{AC} = -75mJ}$$

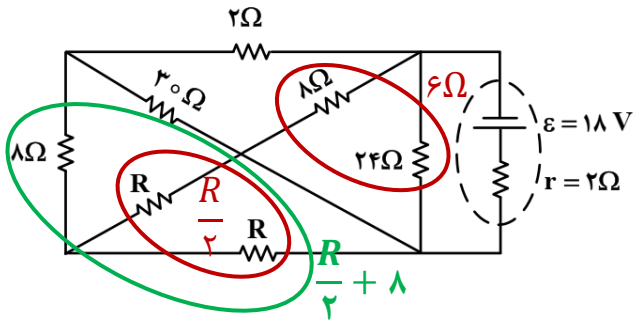
۶۲- مساحت مقطع یک ریل فلزی $51\,cm^2$ است. مقاومت $17\,km$ از این ریل چند اُهم است؟ (مقاومت ویژه فلز $3\times10^{-5}\,\Omega.cm$ است.)

✓ ۱) ۱
۲) ۰/۰۱
۳) ۱۰۰
۴) ۱۰

$$R = \rho\frac{L}{A} = 3\times10^{-7}\,\frac{17\times10^{3}}{51\times10^{-4}} = 1\Omega$$

۶۳- در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر ۱۲ ولت است. مقاومت R چند اُهم است؟

۱) ۷
✓ ۲) ۱۴
۳) ۱۸
۴) ۲۸



ولتاژ دو سر مولد:

$$V = \varepsilon - Ir$$
$$V = \varepsilon - Ir = 18 - 2I = 12 \rightarrow \boxed{I = 3A}$$

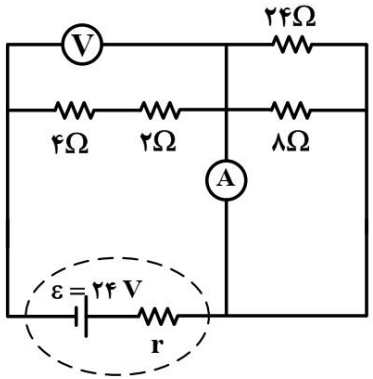
جریان در مدار:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$$
$$I = \frac{18}{R_{eq}+2} = 3 \rightarrow \boxed{R_{eq} = 4\Omega}$$

۱) مقاومت $\frac{R}{۲}+۸$ و ۳۰Ω موازی هستند. مقاومت معادل آن‌ها را R' می‌نامیم: $R'=\frac{(\frac{R}{۲}+۸)\times ۳۰}{(\frac{R}{۲}+۸)+۳۰}$ ۲) مقاومت R' با مقاومت ۲Ω سری است. مقاومت معادل آن‌ها را R'' می‌نامیم: $R''=R'+۲=\frac{(\frac{R}{۲}+۸)\times ۳۰}{(\frac{R}{۲}+۸)+۳۰}+۲$ ۳) مقاومت R'' با مقاومت ۶Ω موازی است. مقاومت معادل (R_{eq}) مدار برابر است با: $R_{eq}=\frac{R''\times ۶}{R''+۶}$

$$R_{eq}=\frac{R''\times ۶}{R''+۶}=۴\rightarrow R''=۱۲\Omega\rightarrow \frac{(\frac{R}{۲}+۸)\times ۳۰}{(\frac{R}{۲}+۸)+۳۰}+۲=۱۲\rightarrow \frac{(\frac{R}{۲}+۸)\times ۳۰}{(\frac{R}{۲}+۸)+۳۰}=۱۰\rightarrow \frac{۳R}{۲}+۲۴=\frac{R}{۲}+۳۸\rightarrow \boxed{R=۱۴\Omega}$$

۶۴- در مدار زیر، اگر جای آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی عوض شود، کدام مورد درست است؟



۱) ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

۲) آمپرسنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

✓ ۳) عددهایی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، هیچ تغییری نمی‌کند.

۴) عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد تغییر نمی‌کند، اما ولت‌سنج صفر را نشان می‌دهد.

حالت۱: ولت‌سنج و آمپرسنج در حالت فعلی

مقاومت‌های ۸Ω و ۲۴Ω اتصال کوتاه می‌شوند.

$R_{eq}=۶\Omega\rightarrow$ عدد آمپرسنج $\boxed{I=\frac{۲۴}{۶+r}}$

ولت‌سنج به دوسر مولد وصل شده:

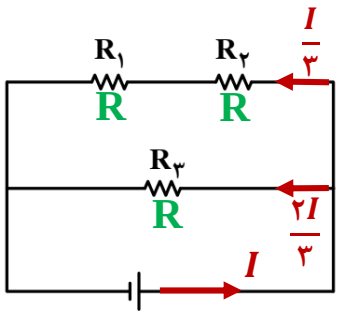
عدد ولت‌سنج $\boxed{V=\varepsilon-Ir=۲۴-Ir}$

حالت۲: اگر جای ولت‌سنج و آمپرسنج را عوض کنیم، مقاومت‌های ۲Ω و ۴Ω از مدار حذف می‌شوند. در این حالت مقاومت معادل تغییری نمی‌کند: $R_{eq}=۶\Omega$

در این حالت آمپرسنج، جریان کل مدار را نشان می‌دهد: عدد آمپرسنج $\boxed{I=\frac{۲۴}{۶+r}}$ بنابراین عدد آمپرسنج تغییر نکرده است.

ولت سنج در این حالت نیز به دو سر مولد متصل شده است: عدد ولت‌سنج $\boxed{V=\varepsilon-Ir=۲۴-Ir}$ بنابراین عدد ولت‌سنج نیز تغییر نکرده است.

۶۵- سه مقاومت یکسان مطابق شکل به یک باتری متصل‌اند. کدام مورد درست است؟



✓ ۱) توان مصرفی در $R_۳$ از توان مصرفی در هریک از مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ بیشتر است.

۲) توان مصرفی در $R_۳$ از مجموع توان مصرفی در مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ کمتر است.

۳) توان مصرفی در $R_۳$ برابر مجموع توان مصرفی در مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ است.

۴) توان مصرفی در هر سه مقاومت یکسان است.

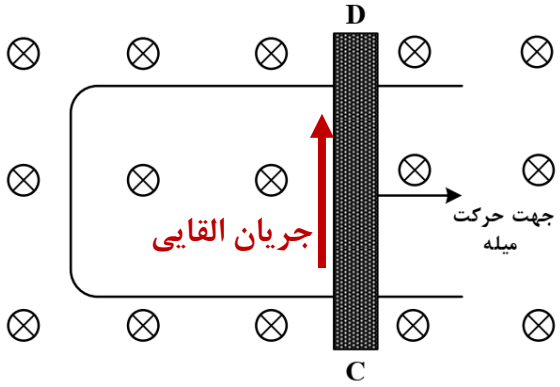
توان مصرفی مقاومت‌ها را بع دست می‌آوریم:

$$P_۱=R_۱I_۱^۲=R\left(\frac{I}{۳}\right)^۲=\frac{RI^۲}{۹}$$
$$P_۲=R_۲I_۲^۲=R\left(\frac{I}{۳}\right)^۲=\frac{RI^۲}{۹}$$
$$P_۳=R_۳I_۳^۲=R\left(\frac{۲I}{۳}\right)^۲=\frac{۴RI^۲}{۹}$$

با توجه به مقادیر محاسبه شده گزینه (۱) درست است.

۶۶- شکل زیر رسانای U‌شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که عمود بر صفحه و رو به داخل صفحه است، نشان می‌دهد. اگر سطح رسانا با آهنگ ثابت $۲۰\frac{cm^۲}{s}$ افزایش یابد و بزرگی میدان مغناطیسی $۰/۵T$ باشد، جهت جریان القایی در میله کدام است و بزرگی نیروی محرکه متوسط القایی چند میلی‌ولت است؟

۱) از C به D و ۲
۲) از D به C و ۲
۳) از D به C و ۱
۴) از C به D و ۱ ✓



$$|\varepsilon_{av}| = \left|-N\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t}\right| = \left|-N\frac{B\Delta A\cos\theta}{\Delta t}\right|$$

$$|\varepsilon_{av}| = \left|-۱\times\frac{۰/۵\times\Delta A\times ۱}{\Delta t}\right|$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = ۲۰\frac{cm^۲}{s} = ۲۰\times ۱۰^{-۴}\frac{m^۲}{s}$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = |-۰/۵\times ۲۰\times ۱۰^{-۴}|$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = ۱۰^{-۳}V = \boxed{۱mV}$$

با افزایش مساحت، جریان القایی در جهتی به وجود می‌آید که میدان حاصل از آن در خلاف جهت میدان اولیه (برون سو) با شد. بنابراین جهت جریان القایی از C به سمت D است.

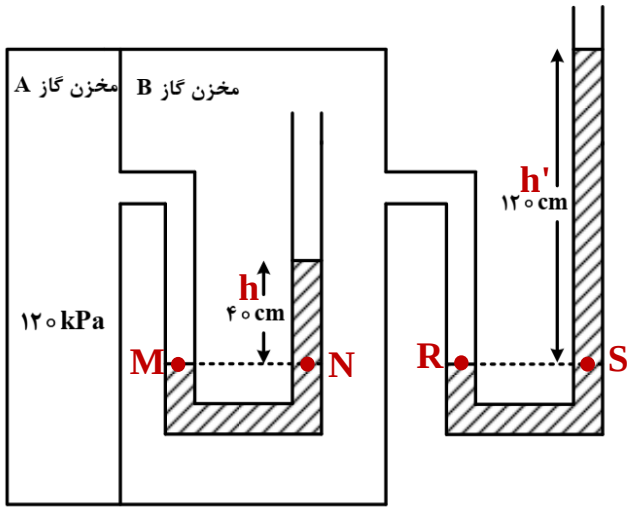
۶۷- در شکل زیر، در هر دو لوله مایع یکسانی وجود دارد. چگالی مایع چند گرم بر لیتر است؟ (فشار هوای محیط را ۱۰۰kPa و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ درنظر بگیرید.)

۱) ۱/۲۵

✓ ۲) ۱۲۵۰

۳) ۲/۵۰

۴) ۲۵۰۰



$P_M = P_N \rightarrow P_{A_{گاز}} = P_{B_{گاز}} + \rho gh$

$P_R = P_S \rightarrow P_{B_{گاز}} = P_۰ + \rho gh'$

با جمع زدن طرفین این تساوی داریم:

$P_{A_{گاز}} = P_۰ + \rho gh + \rho gh'$

$۱۲۰ \times ۱۰^۳ = ۱۰۰ \times ۱۰^۳ + ۱۰\rho(۰/۴ + ۱/۲)$

$۲۰ \times ۱۰^۳ = ۱۶\rho \rightarrow \boxed{\rho = ۱۲۵۰\frac{kg}{m^۳}}$

یکای $\frac{kg}{m^۳}$ و $\frac{g}{L}$ یکسان هستند.

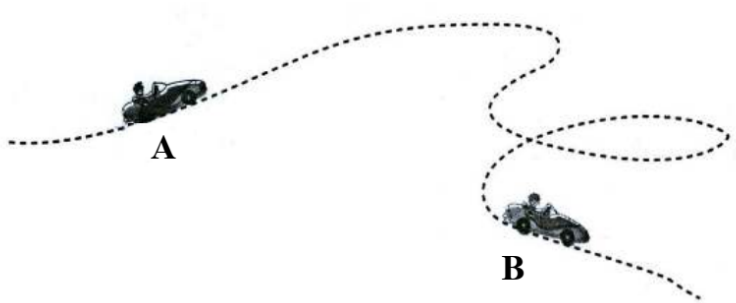
۶۸- جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده‌اش ۱۰۰۰kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کل کار انجام‌شده روی خودرو $۸۷/۵\text{kJ}$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر $۵۴\frac{km}{h}$ باشد، تندی آن در موقعیت B چند کیلومتر بر ساعت است؟

۱) ۲۰

۲) ۳۰

✓ ۳) ۷۲

۴) ۱۰۸



قضیه کار-انرژی جنبشی:

$W_t = K_B - K_A = \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A^۲)$

$۸۷/۵ \times ۱۰^۳ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^۳(v_B^۲ - ۱۵^۲)$

$v_B = ۲۰\frac{m}{s} = \boxed{۷۲\frac{km}{h}}$

۶۹- یک بزرگراه از قطعه‌های بتونی به طول ۲۰ متر ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای ۱۰°C، بتون‌ریزی شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای ۴۰°C، مهندسان باید چه فاصله‌ای برحسب میلی‌متر را بین این قطعه‌ها درنظر بگیرند؟ ($\alpha_{\text{بتون}} = ۱/۴ \times ۱۰^{-۵}\ K^{-۱}$)

۱) ۶/۲ ۲) ۵/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۸/۴ ✓

$\Delta L = L_۱ \alpha \Delta T$
$\Delta L = ۲۰ \times ۱/۴ \times ۱۰^{-۵} \times ۳۰$
$\Delta L = ۸/۴ \times ۱۰^{-۳} m = ۸/۴\ mm$

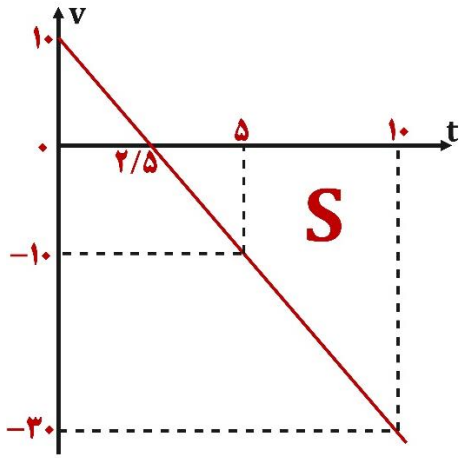
۷۰- قطعه یخی به جرم ۲kg و دمای اولیه ۲۰°C− را آنقدر گرم می‌کنیم تا تبدیل به آب ۱۰۰°C شود، چند کیلوژول گرما لازم است؟ ($c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.°C}$ و $c_{\text{یخ}} = ۲۱۰۰ \frac{J}{kg.°C}$ و $L_f = ۳۳۶ \frac{J}{g}$)

۱) ۱۵۹۶ ✓ ۲) ۱۵۱۲ ۳) ۹۲۴ ۴) ۸۴۶

$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{یخ}} + Q_{\text{ذوب}} + Q_{\text{آب}} = mc_{\text{یخ}}\Delta T_{\text{یخ}} + mL_F + mc_{\text{آب}}\Delta T_{\text{آب}} = ۲(۲۱۰۰ \times ۲۰ + ۳۳۶۰۰۰ + ۴۲۰۰ \times ۱۰۰) = ۱۵۹۶۰۰۰J = ۱۵۹۶kJ$

۷۱- متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند. تندی متحرک در لحظه‌های $t_۱ = ۰\ s$ و $t_۲ = ۵\ s$ برابر $۱۰ \frac{m}{s}$ است. تندی متوسط متحرک در ۵ ثانیهٔ دوم چند متر بر ثانیه است؟

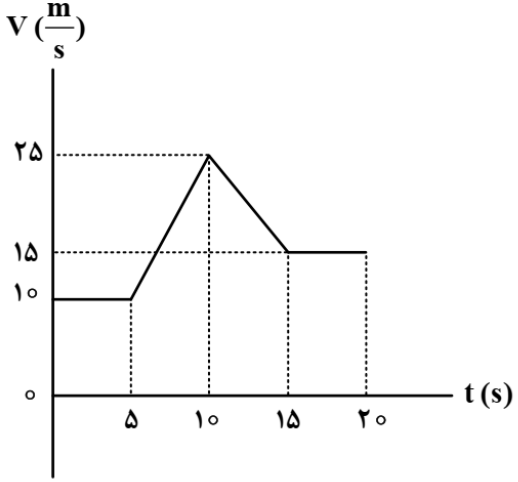
۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰ ✓



طبق نمودار سرعت-زمان فرضی مقابل، سرعت در لحظه ۱۰ ثانیه را می‌توان با شیب خط محاسبه کرد و مسافت طی شده در ۵ ثانیه دوم برابر مساحت S است.

$$S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\frac{۱}{۲}(۱۰ + ۳۰)۵}{۵} = \boxed{۲۰ \frac{m}{s}}$$

۷۲- نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. شتاب متوسط در بازه $t_1 = 7s$ تا $t_2 = 12s$ چند متر بر مربع ثانیه است؟



۱) ۱ ✓

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۵}$

۴) صفر

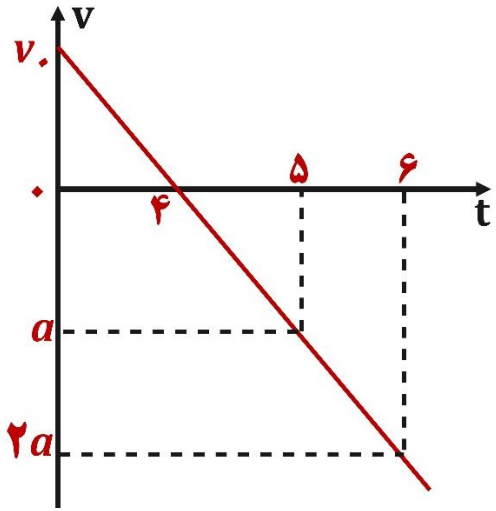
با توجه به شیب خط‌ها، سرعت را در لحظات ۷s و ۱۲s به دست می‌آوریم:

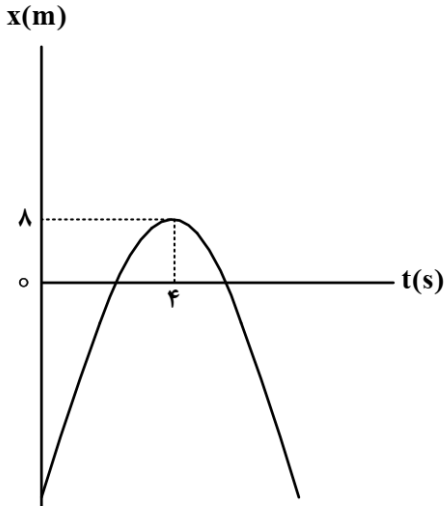
$$\begin{cases} t_1 = 7s \rightarrow v_1 = 16\frac{m}{s} \\ t_2 = 12s \rightarrow v_2 = 21\frac{m}{s} \end{cases}$$

$$a_{av} = \frac{21 - 16}{12 - 7} = \boxed{1\frac{m}{s^2}}$$

۷۳- نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل است. اگر متحرک در ثانیه ششم، ۶ متر خلاف جهت محور xها جابه‌جا شود، تندی آن در لحظهٔ عبور از مبدأ محور، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۴
۲) ۱۶
✓ ۳) ۸
۴) ۶





با فرض شروع حرکت از حالت توقف در لحظه ۴ ثانیه، سرعت در لحظه ۵ ثانیه برابر a و در لحظه ۶ ثانیه برابر ۲a به دست می‌آید (طبق رابطه $v = at + v_0$).

جابجایی در ثانیه ششم (۵ تا ۶ ثانیه):

$$\Delta x = \frac{1}{2}(v_5 + v_6)\Delta t = -6 \rightarrow \frac{1}{2}(a + 2a) \times 1 = -6 \rightarrow \boxed{a = -4\frac{m}{s^2}}$$

سرعت اولیه را به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \rightarrow 0 = -4(4) + v_0 \rightarrow \boxed{v_0 = 16\frac{m}{s}}$$

اگر متحرک از حال سکون و از مکان ۸ متری مبدا در لحظه ۴ ثانیه، حرکت خود را شروع کند، پس از چند ثانیه به مبدا می‌رسد؟

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \rightarrow x = \frac{1}{2}(-4)t^2 + 0(t) + 8 \xrightarrow{x=0} -2t^2 + 8 = 0 \rightarrow \boxed{t = 2s}$$

بنابراین ۲ ثانیه قبل و بعد از لحظه ۴ ثانیه متحرک از مبدا عبور کرده و با توجه به شتاب حرکت ($-4\frac{m}{s^2}$) سرعت در این لحظات $\boxed{8\frac{m}{s}}$ و $\boxed{-8\frac{m}{s}}$ است.

۷۴- معادله حرکت جسمی در SI به‌صورت $x = -۲t^۲ + ۱۰t - ۸$ است. در بازهٔ زمانی که متحرک تغییر جهت می‌دهد تا دومین لحظه‌ای که جهت بردار مکان عوض می‌شود، سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟

۱) $۳\vec{i}$ ۲) $-۳\vec{i}$ ✓ ۳) $-۶\vec{i}$ ۴) $۶\vec{i}$

معادله سرعت با مشتق‌گیری از معادله حرکت به دست می‌آید:

$v = -۴t + ۱۰$

لحظه تغییر جهت متحرک همان لحظه توقف است:

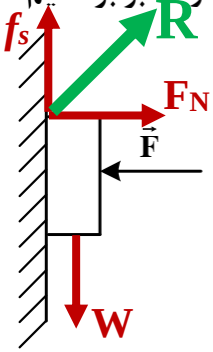
$v = -۴t + ۱۰ = ۰ \rightarrow \boxed{t = ۲/۵\,s}$

لحظه تغییر جهت بردار مکان برای دومین بار (دومین عبور از مبدا): $x = -۲t^۲ + ۱۰t - ۸ = ۰ \rightarrow t = ۱s$ و $t = ۴s$ لحظه مورد نظر $\boxed{t = ۴s}$ است.

برای به دست آوردن جابجایی در بازه $۲/۵\,s$ تا $۴s$ باید توجه شود که در $t = ۴s$ متحرک در مبدا قرار دارد و $x = ۰$ است. بنابراین کافی است مکان در $t = ۲/۵\,s$ را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} t_۱ = ۲/۵\,s \rightarrow x_۱ = ۴/۵\,m \\ t_۲ = ۴s \rightarrow x_۲ = ۰ \end{cases} \Rightarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰-۴/۵}{۱/۵} = -۳\frac{m}{s} \Rightarrow \boxed{\overrightarrow{v_{av}} = -۳\vec{i}}$$

۷۵- جسمی را مطابق شکل با نیروی افقی به دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته‌ایم. اگر نیروی F را ۲ برابر کنیم، کدام نیرو ۲ برابر می‌شود؟



مشخص است که نیروی عمودی تکیه‌گاه (F_N) دو برابر می‌شود.

۱) نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند.
۲) نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند.
۳) نیروی عمودی سطح ✓
۴) نیروی اصطکاک