

۱۵۶ - مجموع دو بردار $\vec{A} = 9\vec{i} + 12\vec{j}$ و \vec{B} برداری در جهت مثبت محور y و هم‌اندازه با بردار \vec{A} است. بزرگی $\vec{A} - \vec{B}$ کدام است؟

- (۱) ۹ (۲) $9\sqrt{2}$ (۳) $9\sqrt{3}$ (۴) $9\sqrt{5}$

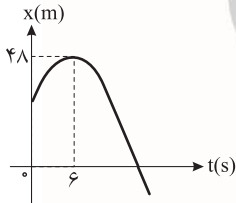
۱۵۷ - متحرکی در صفحه حرکت می‌کند و بردار مکان - زمان آن در SI به صورت $\vec{r} = (6t)\vec{i} + (-t^2 + 8t)\vec{j}$ است. در لحظه‌ی $t = 1s$ بردار

سرعت با جهت مثبت محور x زاویه‌ی چند درجه می‌سازد؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۵ (۳) ۶۰ (۴) ۹۰

۱۵۸ - نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر، به صورت سهمی است. اگر مسافت طی شده توسط

متحرک در بازه‌ی زمانی $t = 3s$ تا $t = 9s$ برابر $12m$ باشد، جابه‌جایی متحرک در این بازه چند متر است؟



(۱) صفر

(۲) ۳

(۳) ۶

(۴) ۱۲

۱۵۹ - دو گلوله‌ی A و B ، از ارتفاع h ، هم‌زمان از یک نقطه، با سرعت‌های $V_A = 32m/s$ و $V_B = 22m/s$ به طور قائم رو به بالا پرتاب

می‌شوند. لحظه‌ای که گلوله‌ی B به نقطه‌ی اوج می‌رسد، فاصله‌ی دو گلوله از هم چند متر است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود.

$g = 10m/s^2$ است.)

- (۱) $7/5$ (۲) ۲۲ (۳) ۳۲ (۴) $46/5$

۱۶۰ - گلوله‌ای را از سطح زمین با سرعت اولیه‌ی V_0 در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم و گلوله تا ارتفاع 80 متری بالا می‌رود. اگر

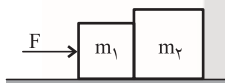
گلوله را با همین سرعت اولیه تحت زاویه‌ی مناسبی پرتاب کنیم، بیش‌ترین بُرد گلوله چند متر می‌شود؟

- (۱) ۸۰ (۲) $80\sqrt{2}$ (۳) ۱۶۰ (۴) $160\sqrt{2}$

۱۶۱ - مطابق شکل زیر نیروی F به جسم m_1 وارد می‌شود و مجموعه با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی هر

یک از دو جسم با سطح افقی برابر μ_k است. اگر در همین حالت که نیروی F وارد می‌شود، ضریب اصطکاک جنبشی هر یک از دو جسم

با سطح افقی نصف شود، نیرویی که دو جسم به هم وارد می‌کنند، چند برابر می‌شود؟



(۱) ۱ (۲) ۲

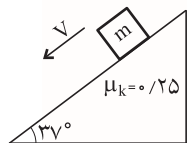
(۳) $1/4$ (۴) $1/2$

۱۶۲ - اگر m ، V و P به ترتیب جرم، سرعت و تکانه‌ی یک جسم باشد، کدام رابطه نشان‌دهنده‌ی انرژی جنبشی آن جسم است؟

- (۱) $\frac{m \cdot V}{2P}$ (۲) $\frac{PV}{2m}$ (۳) $\frac{P^2}{2m}$ (۴) $\frac{mP^2}{2}$

۱۶۳ - در شکل زیر، به جسمی به جرم $m = 20kg$ نیروی مناسب F به موازات سطح شیب‌دار وارد می‌شود تا جسم با سرعت ثابت رو به پایین

سطح حرکت می‌کند. کار نیروی F در مدتی که جسم $2m$ روی سطح پایین می‌آید، چند ژول است؟



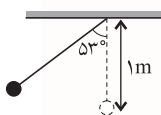
$(g = 10m/s^2, \sin 37^\circ = 0.6)$

(۱) -۲۶۰ (۲) -۱۶۰

(۳) +۱۶۰ (۴) +۲۶۰

۱۶۴ - در شکل زیر، گلوله‌ی آونگ از نقطه‌ی A رها می‌شود و با سرعت V از پایین‌ترین نقطه‌ی مسیر می‌گذرد. هنگامی که سرعت گلوله به

$\frac{\sqrt{2}}{4}V$ می‌رسد، زاویه‌ی نخ با راستای قائم چند درجه است؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شود، $g = 10m/s^2$ و $\cos 53^\circ = 0.6$)



(۱) ۶۰

(۲) ۴۵

(۳) ۳۷

(۴) ۳۰

۱۶۵ - شخصی به جرم $80kg$ درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه‌ای که آسانسور با شتاب ثابت $2m/s^2$ تندشونده رو به پایین حرکت

می‌کند، نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = 10m/s^2$)

۶۴۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

۸۰۰ (۲)

۹۶۰ (۱)

۱۶۶ - دمای یک قرص فلزی را 25°C افزایش می‌دهیم، در نتیجه مساحت آن یک درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط خطی فلز در SI کدام است؟

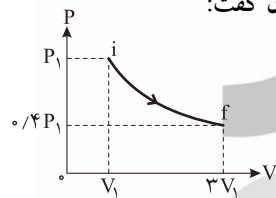
 4×10^{-6} (۴) 2×10^{-6} (۳) 4×10^{-5} (۲) 2×10^{-5} (۱)

۱۶۷ - یک قطعه یخ با دمای -20°C را درون 250g آب با دمای 20°C می‌اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، 50g یخ ذوب نشده باقی مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟ ($c_{\text{آب}} = 4/2\text{J/g.K}$ ، $c_{\text{یخ}} = 4/2\text{J/g.K}$ ، $L_f = 336\text{J/g}$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.) (۱) 50 (۲) 100 (۳) 250 (۴) 300

۱۶۸ - دمای 2mol گاز کامل، در فشار ثابت از 30°C به 80°C افزایش می‌یابد. کار انجام شده روی گاز در این فرایند چند ژول است؟

 $(R = 8/3\text{J/mol.K})$ -830 (۴) 830 (۳) -415 (۲) 415 (۱)

۱۶۹ - مطابق شکل زیر، مقداری گاز کامل، طی فرایندی از حالت i به حالت f می‌رسد. در مورد این فرایند می‌توان گفت:



(۱) فرایند هم‌دما است.

(۲) فرایند بی‌دررو است.

(۳) گاز گرما گرفته است.

(۴) کار انجام شده روی گاز مثبت است.

۱۷۰ - ضریب عمل کرد یخچالی برابر با ۴ است. این یخچال 2kg آب با دمای 10°C را به یخ 8°C تبدیل کرده است. بخچال در این فرایند چند کیلوژول گرما به محیط بیرون داده است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200\text{J/kg.}^{\circ}\text{C}$ ، $c_{\text{یخ}} = 2000\text{J/kg.}^{\circ}\text{C}$ و $L_f = 336\text{J/g}$)

۹۸۷ (۴)

۸۶۷ (۳)

۴۹۳ (۲)

۴۳۳ (۱)

۱۷۱ - توپی به قطر 20cm بین یک منبع نور کروی و یک دیوار قرار دارد و سایه و نیم‌سایه‌ی آن روی دیوار تشکیل شده است. قطر منبع نور 4cm و فاصله‌ی مرکز منبع نور و مرکز توپ 30cm است و خط واصل این دو مرکز بر دیوار عمود است. اگر قطر سایه 40cm باشد، پهنای نیم‌سایه چند سانتی‌متر است؟

۱۰ (۴)

۸ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

۱۷۲ - جسمی مقابل آینه‌ی مقعر، عمود بر محور اصلی قرار دارد و طول تصویر $\frac{1}{4}$ طول جسم است. اگر جسم را به مکان این تصویر منتقل کنیم، طول تصویر جدید تشکیل شده، چند برابر طول جسم می‌شود؟

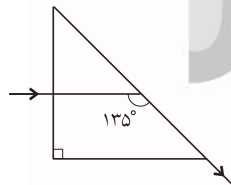
۱ (۴)

۴ (۳)

۸ (۲)

۱۶ (۱)

۱۷۳ - پرتو نوری هنگام عبور از منشور مسیری مطابق شکل زیر را طی می‌کند. کدام گزینه درست نیست؟

(۱) ضریب شکست منشور $\sqrt{2}$ است.(۲) زاویه‌ی انحراف پرتو نور 135° است.(۳) زاویه‌ی حد منشور نسبت به هوا 45° است.(۴) سرعت نور در منشور، $\frac{\sqrt{2}}{3}$ سرعت نور در هوا است.

۱۷۴ - یک عدسی هم‌گرا، از جسمی به طول 4cm ، تصویری به طول 2cm تشکیل می‌دهد. اگر جسم را 30cm به عدسی نزدیک کنیم، طول تصویر حقیقی 8cm می‌شود. توان این عدسی چند دیوپتر است؟

۲ (۴)

۴ (۳)

۵ (۲)

۱۰ (۱)

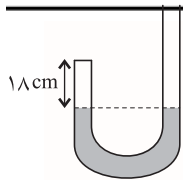
۱۷۵ - دو استوانه‌ی توپُر و هم‌وزن A و B روی سطح افقی کنار هم قرار دارند. اگر شعاع قاعده‌ی استوانه‌ی B ، دو برابر شعاع قاعده‌ی استوانه‌ی A باشد، فشار حاصل از استوانه‌ی A چند برابر فشار حاصل از استوانه‌ی B است؟

۴ (۴)

۲ (۳)

 $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۱)

۱۷۶ - در شکل زیر، جیوه در دو طرف لوله‌ی U شکل در یک سطح قرار دارد و سطح مقطع لوله 1cm^2 است. از طرف باز لوله 21cm^3 جیوه می‌ریزیم و ارتفاع هوا در طرف بسته به 15cm می‌رسد. فشار هوای محیط چند سانتی‌متر جیوه است؟



۷۳ (۱)

۷۴ (۲)

۷۵ (۳)

۷۶ (۴)

۱۷۷ - یک قطعه ی فلز را که چگالی آن $۲/۷ \text{g/cm}^3$ است کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی $۰/۸ \text{g/cm}^3$ وارد می کنیم و به اندازه ی ۱۶۰g الکل از ظرف بیرون می ریزد، جرم قطعه فلز چند گرم است؟

۲۰۰ (۴)

۴۳۲ (۳)

۴۵۰ (۲)

۵۴۰ (۱)

۱۷۸ - دو کره ی رسانای A و B به شعاع های r_A و $r_B = ۲r_A$ و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = ۲\sigma_A$ دارای بار الکتریکی مثبت اند. چند درصد از بار کره ی بزرگ تر به کره ی کوچک تر منتقل شود تا نسبت بار کره ها برابر نسبت شعاع آن ها شود؟

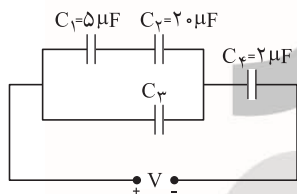
۷۵ (۴)

۵۰ (۳)

۲۵ (۲)

۱۵ (۱)

۱۷۹ - در مدار روبه رو، اختلاف پتانسیل دو سر خازن $C_۱$ ، چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر خازن $C_۳$ است؟

 $\frac{۴}{۵}$ (۱) $\frac{۱}{۵}$ (۲) $\frac{۳}{۴}$ (۳) $\frac{۱}{۴}$ (۴)

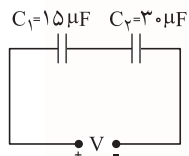
۱۸۰ - در مدار روبه رو، بیشترین ولتاژ قابل تحمل هر خازن ۶۰V است. بیشترین انرژی الکتریکی که می توان در مجموعه ی این دو خازن متوالی ذخیره کرد، چند میلی ژول است؟

۲۰/۵ (۱)

۲۴ (۲)

۴۰/۵ (۳)

۴۴ (۴)



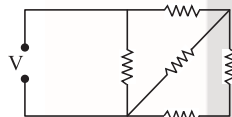
۱۸۱ - در مدار روبه رو، همهی مقاومت ها مشابه اند و هر مقاومت حداکثر توان ۲۰W را می تواند تحمل کند. حداکثر توان الکتریکی که ممکن است در این مدار مصرف شود تا هیچ مقاومتی آسیب نبیند، چند وات است؟

۴۰ (۲)

۶۰ (۱)

۳۲ (۴)

۳۶ (۳)



۱۸۲ - مقاومت یک سیم مسی در دمای ۲۰°C برابر ۴۰Ω است. از سیم جریان الکتریکی عبور می کند و در اثر افزایش دما، مقاومت الکتریکی آن به $۴۴/۸۵ \Omega$ می رسد. دمای سیم در این حالت، چند درجه ی سلسیوس شده است؟ $(\alpha = ۰/۰۰۶۸ \frac{1}{\text{K}})$

۴۵ (۴)

۳۷/۵ (۳)

۲۵ (۲)

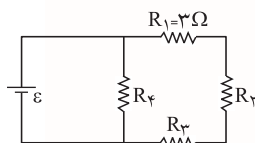
۲۲/۵ (۱)

۱۸۳ - در مدار روبه رو، توان مصرفی هر یک از مقاومت ها با هم برابر است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

 $\frac{۲۷}{۴}$ (۱) $\frac{۹}{۲}$ (۲)

۱۸ (۳)

۹ (۴)



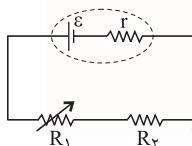
۱۸۴ - در مدار شکل روبه رو، اگر مقاومت متغیر $R_۱$ را به تدریج افزایش دهیم، افت پتانسیل در مولد و اختلاف پتانسیل دو سر $R_۱$ به ترتیب چگونه تغییر می کنند؟ (از راست به چپ)

(۱) افزایش - کاهش

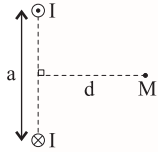
(۲) کاهش - افزایش

(۳) افزایش - افزایش

(۴) کاهش - کاهش



۱۸۵ - در شکل روبه‌رو، از دو سیم بلند موازی جریان‌های الکتریکی هم‌اندازه و غیرهم‌جهت I می‌گذرد. میدان مغناطیسی حاصل، در نقطه‌ی M به فاصله‌ی مساوی از دو سیم کدام است؟



$$\frac{\mu_0 Id}{\pi(2a^2 + d^2)} \quad (۲)$$

$$\frac{2\mu_0 Ia}{\pi(4d^2 + a^2)} \quad (۴)$$

$$\frac{2\mu_0 Id}{\pi(2a^2 + d^2)} \quad (۱)$$

$$\frac{\mu_0 Ia}{\pi(4d^2 + a^2)} \quad (۳)$$

۱۸۶ - یک پروتون و یک ذره‌ی α با انرژی جنبشی مساوی به ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی به بزرگی B وارد می‌شوند و در مسیر دایره‌ای که بر میدان مغناطیسی عمود است؛ حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد این دو ذره درست است؟ (جرم ذره‌ی α ، ۴ برابر جرم پروتون فرض شود.)

(۱) سرعت α ، ۲ برابر سرعت پروتون است.

(۲) تکانه‌ی پروتون، برابر تکانه‌ی ذره‌ی α است.

(۳) شعاع مسیر ذره‌ی α ، برابر شعاع مسیر پروتون است.

(۴) نیروی الکترومغناطیسی وارد بر پروتون، ۲ برابر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره‌ی α است.

۱۸۷ - معادله‌ی جریان الکتریکی عبوری از یک سیم‌لوله در SI به صورت $I = 2\sqrt{2} \sin 300t$ است. اگر بیشینه‌ی انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله $0.8J$ باشد، معادله‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی سیم‌لوله در SI، کدام است؟

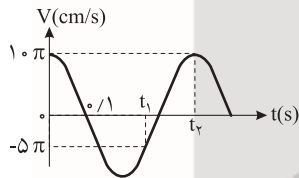
$$\varepsilon = 120 \cos 300t \quad (۴)$$

$$\varepsilon = 120 \sin 300t \quad (۳)$$

$$\varepsilon = 120\sqrt{2} \sin(300t - \pi) \quad (۲)$$

$$\varepsilon = 120\sqrt{2} \cos(300t - \pi) \quad (۱)$$

۱۸۸ - نمودار سرعت - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده، مطابق شکل زیر است. در بازه‌ی زمانی t_1 تا t_2 ، سرعت متوسط نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



$$2/5\sqrt{3} \quad (۱)$$

$$2/5\pi \quad (۲)$$

$$7/5\pi \quad (۳)$$

$$7/5\sqrt{3} \quad (۴)$$

۱۸۹ - نوسانگر وزنه - فنر، روی سطح افقی بدون اصطکاک، با دامنه‌ی A_1 و بسامد f_1 نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که نوسانگر در بیش‌ترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد، $\frac{3}{4}$ جرم وزنه، کنده شده و جدا می‌شود و جرم باقی‌مانده‌ی متصل به همان فنر به نوسان ادامه می‌دهد.

اگر در این حالت بسامد، f_2 و دامنه، A_2 باشد، نسبت‌های $\frac{A_2}{A_1}$ و $\frac{f_2}{f_1}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

$$۲ \text{ و } ۲ \quad (۴)$$

$$۱ \text{ و } ۲ \quad (۳)$$

$$۲ \text{ و } ۱ \quad (۲)$$

$$۱ \text{ و } ۱ \quad (۱)$$

۱۹۰ - موج عرضی در یک طناب در حال انتشار است. در این مورد، کدام گزینه درست نیست؟

(۱) فاصله‌ی بین هر دو نقطه‌ی در فاز مخالف، برابر نصف طول موج است.

(۲) اختلاف فاز دو نقطه‌ی هم‌فاز، مضرب زوجی از π است.

(۳) اختلاف فاز دو نقطه‌ی در فاز مخالف، مضرب فردی از π است.

(۴) فاصله‌ی دو نقطه‌ی متوالی هم‌فاز، برابر طول موج است.

۱۹۱ - چگالی یک تار مرتعش که از دو طرف بسته شده است، 4 g/cm^3 و قطر مقطع آن 1 mm و طول آن 40 cm است. اگر تار با نیروی 30 N کشیده شود، بسامد صوت اصلی آن چند هرتز است؟ ($\pi = 3$)

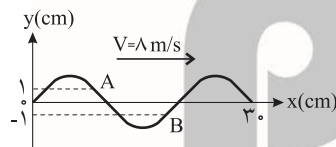
$$500 \quad (۴)$$

$$375 \quad (۳)$$

$$250 \quad (۲)$$

$$125 \quad (۱)$$

۱۹۲ - شکل روبه‌رو، نقش موجی را در لحظه‌ی $t = 0$ نشان می‌دهد. در لحظه‌ی $t = \frac{1}{300} \text{ s}$ ، بزرگی شتاب ذره‌ی A چند برابر بزرگی شتاب ذره‌ی B است؟



$$\frac{1}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (۴)$$

$$۱ \quad (۱)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (۳)$$

۱۹۳ - هوای درون لوله‌ی دو انتها باز، به ارتعاش در آمده و در لوله ۳ شکم تشکیل شده است. اگر در این حالت، فاصله‌ی ۲ گره‌ی متوالی

۲۵cm باشد، بسامد صوت اصلی لوله چند هرتز است؟ (سرعت صوت در هوای درون لوله 340m/s است.)

- (۱) ۱۷۰ (۲) ۳۴۰ (۳) ۵۱۰ (۴) ۶۸۰

۱۹۴ - بوق اتومبیل ساکنی، موج صوتی 660Hz را گسیل می‌کند. اگر با سرعت 36km/h به این اتومبیل ساکن، نزدیک شویم، صدای بوق آن

را با بسامد چند هرتز می‌شنویم؟ (330m/s = سرعت صوت در هوا)

- (۱) ۶۴۰ (۲) ۶۶۰ (۳) ۶۸۰ (۴) ۷۳۰

۱۹۵ - در رادار، برای ردیابی هواپیماها یا کشتی‌ها از پرتوهای واقع در کدام ناحیه استفاده می‌کنند؟

- (۱) پرتوهای گاما (۲) پرتوهای فرابنفش (۳) امواج فرسرخ (۴) امواج رادیویی

۱۹۶ - در آزمایش یانگ، اختلاف زمان رسیدن نور از دو شکاف به وسط نوار تاریک پنجم برابر $6 \times 10^{-15}\text{s}$ است. طول موج نور مورد آزمایش

چند نانومتر است؟ ($c = 3 \times 10^8\text{m/s}$)

- (۱) ۵۵۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۴۵۰ (۴) ۴۰۰

۱۹۷ - اگر ضریب ثابت پلانک $6.6 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ باشد، این ضریب چند الکترون‌ولت ثانیه است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$)

- (۱) $\frac{33}{8} \times 10^{15}$ (۲) $\frac{8}{33} \times 10^{-15}$ (۳) $\frac{33}{8} \times 10^{-15}$ (۴) $\frac{8}{33} \times 10^{15}$

۱۹۸ - در اتم هیدروژن، الکترون از تراز $n=1$ به تراز $n=3$ می‌رود. در این انتقال، شعاع مدار و انرژی الکترون، نسبت به حالت قبل، به ترتیب

چند برابر می‌شوند؟

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

۱۹۹ - کدام یک از موارد زیر درباره‌ی ساختار نواری اجسام نارسانا درست است؟

(۱) بعد از آخرین نوار پر، نوار نیمه پر (بخشی پر) وجود دارد.

(۲) تعداد الکترون‌های موجود در نوار رسانش بسیار زیاد است.

(۳) گاف انرژی بین آخرین نوار پُر و اولین نوار خالی زیاد بوده و حدود 5eV است.

(۴) گاف انرژی بین آخرین نوار پُر و اولین نوار خالی کم بوده و حدود 1eV است.

۲۰۰ - در یک واکنش هسته‌ای، 2mg جرم تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل، معادل با چند کیلووات ساعت است؟ ($c = 3 \times 10^8\text{m/s}$)

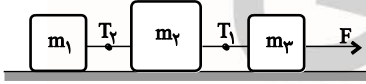
- (۱) $2/5 \times 10^4$ (۲) $2/5 \times 10^9$ (۳) 5×10^4 (۴) 5×10^9

phare

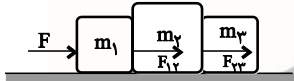
$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad \alpha = 45^\circ \Rightarrow R_{\max} = \frac{V_0^2}{g} = \frac{(40)^2}{10} \Rightarrow R_{\max} = 160 \text{ m}$$

۱۶۱ - ۱

هرگاه ضریب اصطکاک جنبشی بین چند جسم با سطح تکیه‌گاهشان (مانند شکل‌های زیر) یکسان باشد. نیروی بین اجسام را می‌توانیم با تناسب جرم و نیرو حساب کنیم:



$$\frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{T_1}{m_2 + m_3} = \frac{T_2}{m_3}$$



$$\frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{F_{12}}{m_2 + m_3} = \frac{F_{23}}{m_3}$$

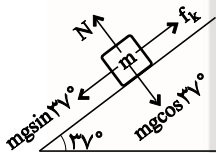
در یک پله: در هر دو حالت ضریب اصطکاک جنبشی بین دو جسم با سطح افقی یکسان است؛ پس در هر دو حالت نیرویی که جسم ۱ به ۲ وارد می‌کند (یا بالعکس) مساوی و برابر مقدار زیر است:

$$\frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{F_{12}}{m_2} \Rightarrow F_{12} = \left(\frac{F}{m_1 + m_2}\right) m_2$$

۱۶۲ - ۳

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \quad \text{ضرب می‌کنیم:} \quad K = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{m \times m V^2}{2 \times m} = \frac{(mV)^2}{2m} \Rightarrow K = \frac{P^2}{2m}$$

(البته‌ها خیلی‌ها این فرمول را حفظ‌اند و نیازی به اثبات ندارند!)



۱۶۳ - ۲ پله‌ی یکم: به جز نیروی F ، بقیه‌ی نیروهای وارد بر جسم را در هنگام پایین آمدن، مشخص می‌کنیم (شکل روبه‌رو):

$$mg \sin 37^\circ = 20 \times 10 \times 0.6 = 120 \text{ N}$$

$$f_k = \mu_k N = \mu_k mg \cos 37^\circ = 0.25 \times 20 \times 10 \times 0.8 = 40 \text{ N}$$

پله‌ی دوم: حالا که $mg \sin \alpha$ و f_k را داریم، بگویید F چه قدر باشد تا برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود؟ (برآیند نیروها صفر است، چون جسم با سرعت ثابت سُرمی خورد.)

$$\sum F = 0 \Rightarrow mg \sin \alpha - f_k - F = 0 \Rightarrow 120 - 40 - F = 0 \Rightarrow F = 80 \text{ N}$$

پله‌ی سوم: کار نیروی F برای $2m$ جابه‌جایی چند ژول است؟ (حواستان باشد که \vec{F} در خلاف جهت جابه‌جایی است.)

$$W = Fd \cos \alpha = 80 \times 2 \times \cos 180^\circ \Rightarrow W = -160 \text{ J}$$

۱۵۶ - ۴ پله‌ی یکم: اندازه‌ی بردار \vec{A} را حساب می‌کنیم:

$$|\vec{A}| = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$$

پله‌ی دوم: طراح گفته بردار $\vec{A} + \vec{B}$ ، هم‌اندازه با \vec{A} و در جهت مثبت محور y است؛ پس داریم:

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = 15\vec{j} \Rightarrow \vec{B} = \vec{R} - \vec{A} = 15\vec{j} - (9\vec{i} + 12\vec{j}) \Rightarrow \vec{B} = -9\vec{i} + 3\vec{j}$$

پله‌ی سوم: \vec{A} و \vec{B} را داریم، بزرگی « $\vec{A} - \vec{B}$ » را می‌خواهیم:

$$\vec{R}' = \vec{A} - \vec{B} = 9\vec{i} + 12\vec{j} - (-9\vec{i} + 3\vec{j}) = 18\vec{i} + 9\vec{j}$$

$$|\vec{R}'| = \sqrt{18^2 + 9^2} \Rightarrow |\vec{R}'| = 9\sqrt{5}$$

۱۵۷ - ۲ پله‌ی یکم: از ضرایب \vec{i} و \vec{j} نسبت به t مشتق می‌گیریم تا بردار سرعت - زمان را به دست آوریم:

$$\vec{V} = 6\vec{i} + (-2t + 8)\vec{j}$$

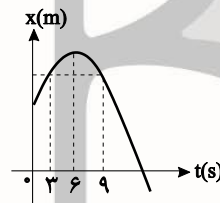
پله‌ی دوم: بردار سرعت در لحظه‌ی $t = 1s$ را لازم داریم:

$$\vec{V}_1 = 6\vec{i} + (-2 \times 1 + 8)\vec{j} = 6\vec{i} + 6\vec{j}$$

پله‌ی سوم: زاویه‌ای که بردار \vec{V}_1 با جهت مثبت محور x می‌سازد از رابطه‌ی $\tan \alpha = \frac{V_y}{V_x}$ حساب می‌شود:

$$\tan \alpha = \frac{6}{6} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

۱۵۸ - ۱ در یک پله: شکل روبه‌رو را ببینید!



لحظه‌های $t_1 = 3s$ و $t_2 = 9s$ در یک فاصله‌ی زمانی با $t' = 6s$ (که لحظه‌ی بیشینه‌ی نمودار است) قرار دارند. پس مکان متحرک در لحظه‌های $3s$ و $9s$ یکسان است و داریم:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \xrightarrow{x_2 = x_1} \Delta x = 0$$

۱۵۹ - ۲ پله‌ی یکم: اول ببینیم زمان به اوج رسیدن گلوله‌ی B چند ثانیه است:

$$t = t_{\text{اوج B}} = \frac{V_B}{g} = \frac{22}{10} = 2.2 \text{ s}$$

پله‌ی دوم: چون شتاب نسبی دو گلوله صفر است، حرکت دو گلوله نسبت به هم یکنواخت است. پس داریم:

$$\Delta y_{\text{نسبی}} = 22 \text{ m} \quad \Delta y_{\text{نسبی}} = V_{\text{نسبی}} t = (V_A - V_B) t = (32 - 22) \times 2.2 / 2 \Rightarrow \Delta y_{\text{نسبی}} = 22 \text{ m}$$

۱۶۰ - ۳ پله‌ی یکم: اول باید بفهمیم سرعت اولیه‌ی گلوله در حالت اول (پرتاب قائم) چه قدر است؟

$$H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow 80 = \frac{V_0^2}{2 \times 10} \Rightarrow V_0 = 40 \text{ m/s}$$

پله‌ی دوم: بیش‌ترین بُرد وقتی اتفاق می‌افتد که $\alpha = 45^\circ$ باشد:

پله‌ی دوم: گرمایی که یخ می‌گیرد برابر است با گرمایی که آب از دست می‌دهد:

$$Q_1 + Q'_1 = |Q_2| \Rightarrow m_1 c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} + (m_1 - 50) L_f = m_2 c_{\text{آب}} |\Delta\theta_{\text{آب}}|$$

$$\Rightarrow m_1 \times 2/1 \times [0 - (-20)] + (m_1 - 50) \times 336 = 250 \times 4/2 \times |0 - 20|$$

۲/۱، ۴/۲ و ۳۳۶ به نسبت ۱، ۲ و ۱۶۰ ساده می‌شوند:

$$m_1 \times 1 \times 20 + (m_1 - 50) \times 160 = 250 \times 2 \times 20 \Rightarrow m_1 + 16m_1 - 8000 = 10000$$

$$\Rightarrow 17m_1 = 18000 \Rightarrow m_1 = 1058.8 \text{ g}$$

۱۶۸ - ۴ فرمول کار انجام شده بر روی گاز در فشار ثابت، چنین

$$P \Delta V = n R \Delta T \Rightarrow W = -P \Delta V = -n R \Delta T$$

است:

تغییر دما برحسب درجه‌ی سلسیوس و کلوین برابر است؛ بنابراین تبدیل واحد نیاز ندارد:

$$W = -2 \times 8/3 \times (80 - 30) \Rightarrow W = -800 \text{ J}$$

۱۶۹ - ۳

۱ نادرست است، زیرا اگر فرایند هم‌دما باشد، باید $P_1 V_1$ برابر $P_2 V_2$ باشد که این‌جا نیست!

۲ نادرست است، زیرا اگر فرایند، انبساط بی‌دررو باشد باید، $P_2 V_2 < P_1 V_1$ باشد که این‌جا نیست!

۳ درست است. چون طی این فرایند، از طرفی انرژی درونی دستگاه افزایش یافته:

$$P_2 V_2 > P_1 V_1 \Rightarrow U_2 > U_1 \Rightarrow \Delta U > 0$$

از طرف دیگر فرایند انبساط است و کاری که روی دستگاه انجام شده است، منفی است. پس داریم:

$$\begin{cases} \Delta U > 0 & Q = \Delta U - W \\ W < 0 & \Rightarrow Q > 0 \end{cases}$$

۴ نادرست است. گفتیم که چون فرایند، انبساط است، کار انجام شده روی دستگاه منفی است.

۱۷۰ - ۴ با یک تست «سخت محاسبه!» طرفید.

پله‌ی یکم: در رابطه‌ی $Q_C, K = \frac{Q_C}{W}$ همان گرمایی است که یخچال از آب می‌گیرد تا به یخ 8°C تبدیل شود:

$$Q_C = m c_{\text{آب}} |\Delta\theta_{\text{آب}}| + m L_f = m c_{\text{یخ}} |\Delta\theta_{\text{یخ}}|$$

$$= 2(4200 \times 10 + 336000 + 2100 \times 8)$$

پله‌ی دوم: حالا می‌توانیم W را هم داشته باشیم:

$$K = \frac{Q_C}{W} \Rightarrow 4 = \frac{789/6}{W} \Rightarrow W = \frac{789/6}{4} = 197/4 \text{ kJ}$$

پله‌ی سوم: گرمایی که یخچال از دست می‌دهد (Q_H) برابر مجموع Q_C و W است:

$$|Q_H| = Q_C + W = 987 \text{ kJ}$$

۱۶۴ - ۳ **پله‌ی یکم:** در شکل روبه‌رو نشان داده‌ایم که گلوله از چه ارتفاعی رها شده است. با توجه به همین شکل، انرژی جنبشی در پایین‌ترین نقطه حساب می‌شود:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 = K_2 \Rightarrow mgh_1 = \frac{1}{2} m V^2$$

$$E_1 = K_1 + U_1 = U_1 \Rightarrow h_1 = 0.4 \text{ m} \Rightarrow 10 \times 0.4 = \frac{1}{2} V^2 \Rightarrow V^2 = 8$$

$$E_2 = K_2 + U_2 = K_2$$

پله‌ی دوم: حالا پایین‌ترین نقطه و نقطه‌ای که در آن سرعت گلوله $\frac{\sqrt{2}}{3} V$ می‌شود را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$E_2 = E_3 \Rightarrow K_2 = K_3 + U_3 \Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{\sqrt{2}}{3} V\right)^2 + mgh_3$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 8 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{9} \times 8 + 10 \times h_3 \Rightarrow h_3 = 0.2 \text{ m}$$

پله‌ی سوم: در شکل روبه‌رو x را حساب می‌کنیم:

$$x = 1 - 0.2 = 0.8 \text{ m}$$

حالا α حساب می‌شود:

$$\cos \alpha = \frac{x}{l} = \frac{0.8}{1} \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

۱۶۵ - ۴ نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می‌شود همان وزن ظاهری شخص است:

$$W' = m(g - a) = 80(10 - 2) \Rightarrow W' = 640 \text{ N}$$

۱۶۶ - ۱ **پله‌ی یکم:** به فرمول انبساط سطحی عمیق توجه کنید تا بفهمید که درصد افزایش سطح چه‌طور حساب می‌شود:

$$\Delta A = A_1 (2\alpha) \Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = (2\alpha) \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \text{درصد افزایش سطح} = (2\alpha) \Delta\theta \times 100$$

پله‌ی دوم: طراح α را می‌خواهد:

$$2 \times \alpha \times 250 \times 100 = 2 \times \alpha \times 250 \times 100 \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

۱۶۷ - ۲ **پله‌ی یکم:** از این‌که 50 g یخ ذوب نشده باقی‌مانده، می‌فهمیم دمای تعادل صفر درجه است. مراحل به تعادل رسیدن یخ و آب چنین است: (جرم یخ اولیه را m_1 گرم فرض کرده‌ایم.)

$$Q_1 = m_1 c_{\text{یخ}} \Delta\theta_{\text{یخ}} \rightarrow m_1 \text{ گرم یخ } 20^\circ\text{C}$$

$$Q'_1 = (m_1 - 50) L_f \rightarrow \text{دمای تعادل } (0^\circ\text{C})$$

$$Q_2 = m_2 c_{\text{آب}} \Delta\theta_{\text{آب}} \leftarrow 250 \text{ g آب } 20^\circ\text{C} \rightarrow (0^\circ\text{C})$$

پله‌ی سوم: $p_1 - p_2$ برابر 3°cm است:

$$|\Delta p| = p_1 - p_2 \Rightarrow 3^\circ = 3f - \frac{3f}{\gamma} \Rightarrow f = 2^\circ\text{cm} = 0/\gamma\text{m}$$

$$\Rightarrow D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0/\gamma} \Rightarrow D = 5\text{d}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\frac{F_A}{A_A}}{\frac{F_B}{A_B}} = \frac{F_A}{F_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{F=mg, A=\pi r^2}$$

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{m_A g}{m_B g} \times \frac{\pi r_B^2}{\pi r_A^2} \xrightarrow{m_A g = m_B g} \frac{P_A}{P_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 4$$

۱۷۶ - پله‌ی یکم: در حالت اول چون سطح جیوه در دو طرف

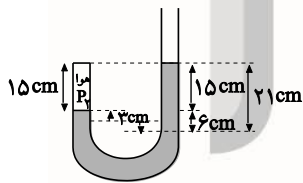
لوله یکسان است، فشار هوای حبس شده در لوله برابر فشار هوای محیط است:

پله‌ی دوم: فشار هوای حبس شده از P_1 به P_2 و حجم آن از 18cm^3 به 15cm^3 می‌رسد: (حجم را از رابطه‌ی Ah حساب کردیم.)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_0 \times 18 = P_2 \times 15 \Rightarrow 6P_0 = 5P_2 \quad (1)$$

پله‌ی سوم: قسمت سخت مسئله این جاست. وقتی از طرف باز لوله 21cm^3 جیوه می‌ریزیم، سطح جیوه در طرف مقابل 3cm بالا می‌آید و در طرف باز لوله هم سطح قبلی 3cm پایین می‌آید و بر روی آن 21cm^3 جیوه اضافه شده است. (دقت کنید چون سطح مقطع لوله 1cm^2 است، ارتفاع ستون جیوه‌ی اضافه شده برابر 21cm است.) به شکل دقیق شوید. حتماً متوجه می‌شوید که در نهایت اختلاف سطح جیوه در دو طرف لوله برابر 15cm است. یعنی:

$$P_2 = P_0 + P_{\text{ستون جیوه}} = 15 + P_0 \quad (2)$$



پله‌ی چهارم: مقدار به دست آمده P_2 از رابطه‌ی (۲) را در رابطه‌ی (۱) قرار می‌دهیم:

$$6P_0 = 5(15 + P_0) \Rightarrow P_0 = 75\text{cmHg}$$

۱۷۷ - پله‌ی یکم: حجم الکل بیرون ریخته برابر حجم فلز است.

پس اول حجم الکل را حساب می‌کنیم:

$$\rho_{\text{الکل}} = \frac{M_{\text{الکل}}}{V_{\text{الکل}}} \Rightarrow V_{\text{الکل}} = \frac{160}{0/8} = 200\text{cm}^3 \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 200\text{cm}^3$$

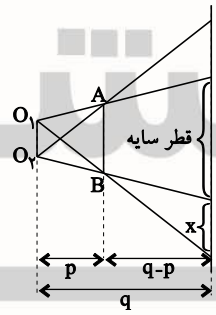
پله‌ی دوم: حالا که حجم فلز را داریم، جرم آن هم به دست می‌آید:

$$\rho_{\text{فلز}} = \frac{M_{\text{فلز}}}{V_{\text{فلز}}} \Rightarrow 2/7 = \frac{M_{\text{فلز}}}{200} \Rightarrow M_{\text{فلز}} = 540\text{g}$$

۱۷۸ - پله‌ی یکم: اول ببینیم قبل از انتقال بارها، نسبت بار کره‌ی

A به بار کره‌ی B چه قدر است:

۱۷۱ - پله‌ی یکم: اولاً مثلث‌های



$\Delta AA'A_1$ و ΔOO_1O_2 مشابه‌اند:

$$\frac{AA_1A_2}{OO_1O_2} = \frac{q-p}{p} \Rightarrow \frac{x}{4} = \frac{q-3^\circ}{3^\circ}$$

$$\Rightarrow 15x = 2q - 6^\circ \quad (1)$$

ثانیاً مثلث‌های $\Delta OO_1A_1B_1$ و ΔOO_1AB مشابه‌اند:

$$\frac{AA_1B_1}{AB} = \frac{q}{p} \Rightarrow \frac{4^\circ + x}{2^\circ} = \frac{q}{3^\circ}$$

$$\Rightarrow 2q = 12^\circ + 3x \quad (2)$$

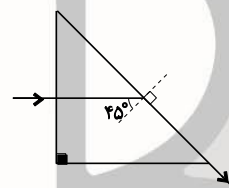
پله‌ی دوم: در رابطه‌ی (۱) به جای $2q$ ، طرف دوم رابطه‌ی (۲) را می‌گذاریم:

$$15x = 12^\circ + 3x - 6^\circ \Rightarrow 12x = 6^\circ \Rightarrow x = 5\text{cm}$$

۱۷۲ - پله‌ی یکم: طبق اصل بازگشت نور در تصاویر حقیقی، اگر جسم به

محل تصویر منتقل شود، بزرگ‌نمایی عکس می‌شود:

$$m' = \frac{1}{m} = \frac{1}{\frac{1}{4}} \Rightarrow m' = 4$$



۱۷۳ - پله‌ی یکم: به شکل روبه‌رو توجه

کنید. زاویه‌ی شکست 90° است و زاویه‌ی تابش (که همان زاویه‌ی حد است) برابر 45° شده است:

$$\hat{C} = 45^\circ$$

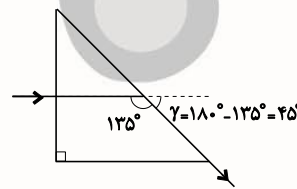
وقتی زاویه‌ی حد 45° است، ضریب شکست منشور نسبت به هوا برابر می‌شود با:

$$\sin \hat{C} = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin 45^\circ = \frac{1}{n} \Rightarrow n = \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{2}$$

و در این حالت نسبت سرعت نور در منشور به سرعت نور در هوا برابر

$$\frac{V}{C} = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

است با:



و اما چرا گزینه‌ی ۲ نادرست است؟

چون زاویه‌ی انحراف (۷) برابر 45° است! (شکل روبه‌رو)

۱۷۴ - پله‌ی یکم: بزرگ‌نمایی تصویر در حالت اول برابر $\frac{1}{4}$ است.

پس داریم:

$$\frac{q}{p} = \frac{1}{4} \Rightarrow q_1 = \frac{p_1}{4}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_1} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{4}{p_1} \Rightarrow p_1 = 3f$$

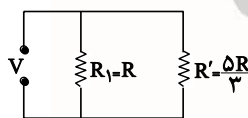
پله‌ی دوم: بزرگ‌نمایی تصویر در حالت دوم برابر ۲ است. پس داریم:

$$\frac{q}{p} = 2 \Rightarrow q_2 = 2p_2$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{q_2} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{2p_2} \Rightarrow p_2 = \frac{3f}{2}$$

$$R_{3,4,5} = \frac{R_3 \times R_{4,5}}{R_3 + R_{4,5}} = \frac{R \times 2R}{R + 2R} = \frac{2R}{3} \quad R_3 \text{ و } R_{4,5} \text{ موازی‌اند:}$$

$$R' = R_2 + R_{3,4,5} = R + \frac{2R}{3} = \frac{5R}{3} \quad R_2 \text{ و } R_{3,4,5} \text{ متوالی‌اند:}$$



پله‌ی سوم: می‌دانیم در مقاومت‌های

موازی بر اساس رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، توان

با مقاومت رابطه‌ی عکس دارد:

$$\frac{P_1}{P'} = \frac{R'}{R_1} \Rightarrow \frac{20}{P'} = \frac{5R/3}{R} \Rightarrow P' = 12W$$

پله‌ی چهارم: حالا کافی است توان‌ها را جمع کنیم تا توان کل حساب

$$P_t = P_1 + P' = 20 + 12 \Rightarrow P_t = 32W \quad \text{شود:}$$

۱۸۲ - فقط باید اطلاعات مسئله را در رابطه‌ی $\Delta R = R_1 \alpha \Delta \theta$ قرار

$$(46/8 - 40) = 40 \times 0.0068 \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 25^\circ C \quad \text{دهیم:}$$

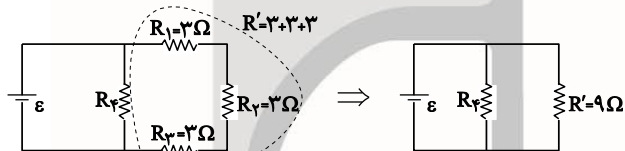
عجله نکنید! θ_2 را می‌خواهد نه $\Delta \theta$ را:

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 25 = \theta_2 - 20 \Rightarrow \theta_2 = 45^\circ C$$

۱۸۳ - پله‌ی یکم: مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 متوالی‌اند و با

توجه به مساوی بودن توان‌هایشان داریم:

$$P_1 = P_2 = P_3 \xrightarrow{P=RI^2} R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$$



واضح است که توان مقاومت R' برابر $3P_1$ است.

پله‌ی دوم: مقاومت‌های R' و R_4 موازی‌اند توان مقاومت R' برابر $3P_1$

(مجموع توان‌های مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3) و توان مقاومت R_4

برابر P_1 است.

پله‌ی سوم: می‌دانید که در مقاومت‌های موازی توان مصرفی با مقاومت

رابطه‌ی عکس دارد:

$$P = \frac{V^2}{R} \xrightarrow{\text{یکسان است}} \frac{P_4}{P'} = \frac{R'}{R_4} \Rightarrow \frac{P_1}{3P_1} = \frac{R'}{R_4} \Rightarrow R_4 = 27\Omega$$

پله‌ی چهارم: اما مقاومت معادل کل مدار:

$$R_t = \frac{R'R_4}{R' + R_4} = \frac{9 \times 27}{9 + 27} \Rightarrow R_t = \frac{27}{4}$$

۱۸۴ - پله‌ی یکم: اگر مقاومت R_1 را افزایش دهیم، مقاومت کل

مدار افزایش می‌یابد، بنابراین داریم:

$$I = \frac{\epsilon}{R_t + r} \Rightarrow \text{I کاهش می‌یابد}$$

افزایش یافته

$$\frac{\delta_A}{\delta_B} = \frac{q_A}{q_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \xrightarrow{\frac{\delta_A}{\delta_B} = \frac{1}{2}} \frac{1}{2} = \frac{q_A}{q_B} \times (2)^2 \Rightarrow q_A = \frac{q_B}{8}$$

$$\Rightarrow q_{\text{کل}} = q_B + q_A = q_B + \frac{q_B}{8} = \frac{9q_B}{8}$$

پله‌ی دوم: قرار است نسبت بار کرده‌ها برابر نسبت شعاع‌ها شود:

$$\frac{q'_B}{q'_A} = \frac{r_B}{r_A} = 2 \Rightarrow q'_A = \frac{q'_B}{2}$$

$$\Rightarrow q_{\text{کل}} = q'_B + q'_A = q'_B + \frac{q'_B}{2} = \frac{3q'_B}{2} \quad (2)$$

پله‌ی سوم: رابطه‌های ۱ و ۲ با هم مساوی‌اند:

$$\frac{9q_B}{8} = \frac{3q'_B}{2} \Rightarrow \frac{q'_B}{q_B} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{q_B - q'_B}{q_B} = \frac{4-3}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{|\Delta q|}{q_B} = \frac{1}{4} \Rightarrow \text{بار کروی بزرگ‌تر (B) ۲۵٪ کاهش یافته است.}$$

۱۷۹ - پله‌ی یکم: خازن‌های C_1 و C_2 متوالی‌اند و می‌دانید که در

خازن‌های متوالی q یکسان است:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 5V_1 = 20V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{4}$$

پله‌ی دوم: خازن C_3 با مجموع خازن‌های C_1 و C_2 موازی است. پس

جمع اختلاف پتانسیل V_1 و V_2 برابر اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_3

$$V_3 = V_1 + V_2 = V_1 + \frac{V_1}{4} = \frac{5V_1}{4} \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{4}{5} \quad \text{است:}$$

۱۸۰ - پله‌ی یکم: چون خازن‌های C_1 و C_2 متوالی‌اند، ولتاژ $60V$

را به خازن می‌دهیم که ظرفیت کوچک‌تری دارد. در این صورت داریم:

$$q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 15 \times 60 = 30 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 30V$$

پله‌ی دوم: ظرفیت خازن معادل و ولتاژ کل را حساب می‌کنیم:

$$C_t = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{15 \times 30}{15 + 30} = 10 \mu F$$

$$V_t = V_1 + V_2 = 60 + 30 = 90V$$

پله‌ی سوم: ولتاژ و ظرفیت را داریم، انرژی را می‌خواهیم:

$$U_t = \frac{1}{2} C_t V_t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (90)^2 = 40500 \mu J \Rightarrow U_t = 40.5 mJ$$

۱۸۱ - پله‌ی یکم: دو سر

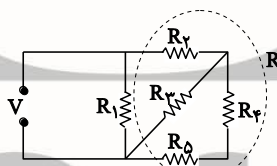
مقاومت R_1 مستقیماً به ولتاژ V

متصل است؛ بنابراین بیش‌ترین

ولتاژ به مقاومت R_1 می‌رسد و

بیش‌ترین توان را همین مقاومت

مصرف می‌کند: $P_1 = 20W$



پله‌ی دوم: مقاومت معادل R' را در شکل بالا حساب می‌کنیم؛

$$R_{4,5} = R_4 + R_5 = R + R = 2R \quad \text{و } R_5 \text{ متوالی‌اند:}$$

$$\frac{mV^2}{R} = qVB \sin 90^\circ \Rightarrow B = \frac{mV}{qR} \Rightarrow \frac{m_\alpha V_\alpha}{q_\alpha R_\alpha} = \frac{m_P V_P}{q_P R_P}$$

$$\Rightarrow \frac{R_\alpha}{R_P} = \frac{m_\alpha}{m_P} \times \frac{V_\alpha}{V_P} \times \frac{q_P}{q_\alpha} = 4 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow R_\alpha = R_P$$

۴ - نادرست است، طبق رابطه‌ی $F = qVB \sin \alpha$ داریم: (B یک‌سان و α برابر 90° است.)

$$\frac{F_P}{F_\alpha} = \frac{q_P}{q_\alpha} \times \frac{V_P}{V_\alpha} = \frac{1}{2} \times 2 = 1 \Rightarrow F_P = F_\alpha$$

۱۸۷ - ۱ - پله‌ی یکم: در رابطه‌ی جریان می‌بینید که $I_{\max} = 2\sqrt{2}A$

$$U_{\max} = \frac{1}{\sqrt{2}} LI_{\max}^2 \Rightarrow 0.8 = \frac{1}{\sqrt{2}} \times L \times (2\sqrt{2})^2 \Rightarrow L = 0.2H$$

پله‌ی دوم: حالا به کمک رابطه‌ی $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$ به پاسخ تست می‌رسیم:

$$\varepsilon = -0.2 \times (2\sqrt{2} \times 30^\circ \cos 30^\circ t) \Rightarrow \varepsilon = -120\sqrt{2} \cos 30^\circ t$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 120\sqrt{2} \cos(30^\circ t - \pi)$$

۱۸۸ - ۴ - برای آن که سرعت متوسط را حساب کنیم، ۲ چیز لازم

داریم: یکی Δt و دیگری جابه‌جایی در مدت Δt (یعنی Δx).

پله‌ی یکم: اول ω و A را حساب کنیم. چون در پله‌های بعدی لازممان داریم. از روی نمودار می‌فهمیم که $\frac{1}{8}s$ ربع دوره است. پس دوری

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{4}} = 8\pi \text{ rad/s}$$

$$V_m = A\omega \Rightarrow 10\pi = A \times 8\pi \Rightarrow A = 1.25 \text{ cm}$$

پله‌ی دوم: در لحظه‌ی t_1 سرعت برابر $\frac{-V_m}{\sqrt{2}}$ است:

$$V = V_m \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{V}{V_m} = \frac{-\frac{1}{\sqrt{2}}}{10\pi} = -\frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{4} \text{ یا } \frac{5\pi}{4} \text{ rad}$$

به نمودار تست که نگاه کنید، متوجه می‌شوید که در لحظه‌ی t_1 اندازه‌ی

سرعت در حال کاهش است. پس فاز نوسانگر در این لحظه برابر $\frac{5\pi}{4} \text{ rad}$

است. در لحظه‌ی t_2 هم که معلوم است نوسانگر یک دوری

کامل را طی کرده و در این لحظه فازش برابر $2\pi \text{ rad}$ است:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow 8\pi = \frac{2\pi - \frac{5\pi}{4}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\frac{3\pi}{4}}{8\pi} = \frac{3}{32} \text{ s}$$

پله‌ی سوم: برای محاسبه‌ی Δx اول x_1 و x_2 را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} x_1 = A \sin \varphi_1 = 1.25 \sin \frac{5\pi}{4} = 1.25 \times (-\frac{\sqrt{2}}{2}) = -0.88 \text{ cm} \\ x_2 = A \sin \varphi_2 = 1.25 \sin 2\pi = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x = 0 - (-0.88) = 0.88 \text{ cm}$$

$$\bar{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.88}{\frac{3}{32}} \Rightarrow \bar{V} = 9.5 \text{ cm/s}$$

۱۸۹ - ۴ - پله‌ی یکم: دامنه‌ی نوسان تغییر نمی‌کند. زیرا در لحظه‌ای

جرم وزنه کنده شده است که سرعت نوسانگر صفر است و در بیش‌ترین فاصله از وضع تعادلش قرار دارد. بنابراین فاصله‌ی آن جایی که سرعت

افت پتانسیل کاهش می‌یابد $= Ir \Rightarrow$ افت پتانسیل در مولد

کاهش یافته

(تا این‌جا گزینه‌ی ۱ و ۳ حذف می‌شوند.)

پله‌ی دوم: حالا دو چیز را با هم بررسی می‌کنیم:

$$V_t \text{ افزایش می‌یابد} \Rightarrow \varepsilon - rI$$

کاهش یافته

$$V_P = R_P I \Rightarrow$$

کاهش یافته

با توجه به این‌که V_t برابر مجموع ولتاژهای دو سر مقاومت هاست داریم:

$$V_t = V_1 + V_P \Rightarrow$$

کاهش یافته افزایش یافته

۱۸۵ - ۴ - پله‌ی یکم: با قانون دست

راست جهت بردار \vec{B}_1 را تعیین می‌کنیم.

دقت کنید که این بردار بر وتر r_1 عمود

است. پس داریم:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{\mu_0 I}{2\pi \sqrt{\frac{a^2}{4} + d^2}} = \frac{\mu_0 I}{\pi \sqrt{a^2 + 4d^2}}$$

اندازه‌ی \vec{B}_2 هم برابر اندازه‌ی \vec{B}_1 است. فقط جهت آن را باید با قانون

دست راست پیدا کنیم. در ضمن \vec{B}_2 هم عمود بر r_2 است.

پله‌ی دوم: اندازه براین دو بردار مساوی \vec{B}_1 و \vec{B}_2 برابر است با:

$$B_t = 2B_1 \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \left(\frac{\mu_0 I}{\pi \sqrt{a^2 + 4d^2}} \right) \times \frac{\frac{a}{2}}{\sqrt{\frac{a^2}{4} + d^2}} \Rightarrow B_t = \frac{\mu_0 I}{\pi \sqrt{a^2 + 4d^2}}$$

۱۸۶ - ۳

۱ - نادرست است؛ زیرا: جرم ذره α ، ۴ برابر جرم پروتون است.

پس داریم:

$$K_\alpha = K_P \Rightarrow \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2 = \frac{1}{2} m_P V_P^2$$

$$\left(\frac{V_\alpha}{V_P} \right)^2 = \frac{m_P}{m_\alpha} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{V_\alpha}{V_P} = \frac{1}{2}$$

۲ - نادرست است، چرا که طبق رابطه‌ی $K = \frac{P^2}{2m}$ می‌توانیم

$$K_\alpha = K_P \Rightarrow \frac{P_\alpha^2}{2m_\alpha} = \frac{P_P^2}{2m_P} \Rightarrow \left(\frac{P_\alpha}{P_P} \right)^2 = \frac{m_P}{m_\alpha} = \frac{1}{4}$$

بنویسیم:

$$\Rightarrow \frac{P_\alpha}{P_P} = \frac{1}{2}$$

۳ - درست است؛ زیرا در این دو حرکت، نیروی مرکزگرا

($F = \frac{mV^2}{R}$) توسط نیروی مغناطیسی ($F = qVB \sin \alpha$) تأمین می‌شود.

پس داریم:

$$f_0 = \frac{V - V_0}{V - V_s} f_s = \frac{330 - (-10)}{330 - 0} \times 660 \Rightarrow f_0 = 680 \text{ Hz}$$

۱۹۵ - بدون شرح!

۱۹۶ - پله‌ی یکم: اختلاف زمان رسیدن نور از دو شکاف به وسط نوارهای روشن، برابر مضرب زوج $\frac{T}{2}$ و به وسط نوارهای تاریک برابر مضرب فرد $\frac{T}{2}$ است. پس این‌جا داریم:

$$\Delta t = (2n-1) \frac{T}{2} \Rightarrow 6 \times 10^{-15} = (2 \times 5 - 1) \frac{T}{2} \Rightarrow T = \frac{4}{3} \times 10^{-15} \text{ s}$$

پله‌ی دوم: رابطه‌ی $\lambda = T \times c$ تیر خلاص است:

$$\lambda = \frac{4}{3} \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8 = 4 \times 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$$

۱۹۷ - بعد از مدت‌ها، در کنکور سراسری یک سوال مختص

تبدیل واحد آمد:

$$h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J.s} \xrightarrow{1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J}} h = \frac{6/6 \times 10^{-34}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{33}{8} \times 10^{15} \text{ eV.s}$$

۱۹۸ - پله‌ی یکم: طبق رابطه‌ی $r_n = n^2 r_1$ داریم:

$$r_3 = (3)^2 r_1 \Rightarrow r_3 = 9r_1$$

پله‌ی دوم: و طبق رابطه‌ی $E_n = \frac{E_1}{n^2}$ داریم:

$$E_3 = \frac{E_1}{(3)^2} \Rightarrow E_3 = \frac{1}{9} E_1$$

۱۹۹ - گزینه‌ی ۱ ویژگی مواد رسانا و گزینه‌ی ۴ ویژگی مواد نیم‌رسانا است.

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 2 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 18 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$= \frac{18 \times 10^{10}}{1000 \times 3600} \text{ kWh} \Rightarrow E = 5 \times 10^4 \text{ kWh}$$

نوسانگر صفر است (یعنی انتهای پاره‌خط نوسان) تا نقطه‌ی تعادل تغییری نکرده است. (گزینه‌های ۲ و ۴ مرخص‌اند!)

پله‌ی دوم: طبق رابطه‌ی $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ داریم:

$$2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_1 - \frac{3}{4}m_1}} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 2$$

۱۹۰ - همه گزینه‌ها درست‌اند. به جز گزینه‌ی ۱ که آن هم این‌طوری درست می‌شود: «فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی در فاز مخالف برابر مضرب فردی از نصف طول موج است.»

۱۹۱ - پله‌ی یکم: اول سرعت انتشار صوت در تار را با رابطه‌ی

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho(\pi r^2)}} \quad \rho = 4000 \text{ kg/m}^3, r = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$v = \sqrt{\frac{30}{4000 \times \pi \times (0.5 \times 10^{-3})^2}} \Rightarrow v = 100 \text{ m/s}$$

پله‌ی دوم: $f_n = \frac{nv}{2l}$ را برای $n=1$ می‌نویسیم:

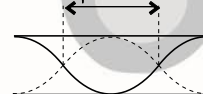
$$f_1 = \frac{v}{2l} = \frac{100}{2 \times 0.4} \Rightarrow f_1 = 125 \text{ Hz}$$

۱۹۲ - ذره‌ی A در مکان $x_A = 1 \text{ cm}$ و ذره‌ی B در

مکان $x_B = -1 \text{ cm}$ است. پس با توجه به رابطه‌ی $a = -\omega^2 x$ انرژی شتاب در هر دو ذره برابر است:

$$\frac{|a_A|}{|a_B|} = \frac{|-\omega^2 x_A|}{|-\omega^2 x_B|} \xrightarrow{|x_A| = |x_B|} \frac{|a_A|}{|a_B|} = 1$$

۱۹۳ - پله‌ی یکم: می‌دانید که در



لوله‌های دو انتها باز، تعداد شکم یکی از تعداد گره‌ها و یکی از شماره‌ی هماهنگ بیش‌تر است. از سوی دیگر فاصله‌ی دو گره

متوالی یا دو شکم متوالی همه‌جا برابر $\frac{\lambda}{2}$ است (شکل):

$$L = n \frac{\lambda}{2} = 2 \times 25 = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

پله‌ی دوم: بسامد صوت اصلی را می‌خواهد:

$$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2 \times 0.5} \Rightarrow f_1 = 340 \text{ Hz}$$

۱۹۴ - رابطه‌ی دوپلر را برای شکل روبه‌رو به کار می‌بریم:

