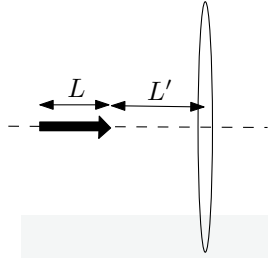


در همه‌ی مسئله‌ها شتاب گرانش در سطح زمین را 10 m/s^2 بگیرید.

- (۱) مدادی به طول L مطابق شکل بر محور اصلی عدسی همگرای نازکی به فاصله‌ی کانونی f منطبق است. فاصله‌ی نوک مداد تا عدسی L' است. اگر طول تصویر حقیقی مداد با طول مداد برابر باشد مقدار f کدام است؟

(+۳, -۱)



$$(1) \frac{L(L+L')}{2L+L'}$$

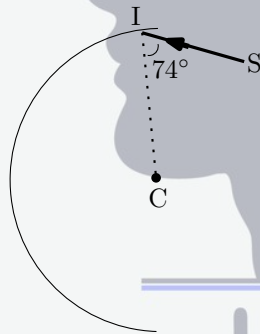
$$(2) \frac{L'(2L+L')}{L+2L'}$$

$$(3) \frac{L(L+2L')}{2L+L'}$$

$$(4) \frac{L'(L+L')}{L+2L'}$$

- (۲) سطح داخلی نیم‌استوانه‌ای که در شکل مقطع آن نشان داده شده آینه است. نقطه‌ی C در شکل، مقطع محور نیم‌استوانه است. پرتو SI واقع در صفحه‌ی عمود بر محور استوانه به سطح داخلی استوانه و نزدیک به لبه‌ی بالایی با زاویه‌ی 74° می‌تابد. این پرتو پس از چند بار بازتاب نیم‌استوانه را ترک می‌کند؟

(+۳, -۱)



(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۶

(۴) ۷

- (۳) یک باتری با نیروی محرکه‌ی \mathcal{E} ، یک مقاومت خطی R و یک خازن مسطح با ظرفیت C به طور متوالی به هم بسته شده و مدار بسته‌ای را تشکیل داده‌اند. یک تیغه‌ی نارسانا با ثابت دی‌الکتریک K بین دو صفحه‌ی خازن قرار دارد و فضای بین دو صفحه را کاملاً پر کرده است. پس از پر شدن خازن و قطع جریان الکتریکی در مدار با انجام کاری به اندازه‌ی W روی خازن تیغه‌ی نارسانا را به سرعت از بین دو صفحه‌ی خازن خارج می‌کنیم. فرض کنید این فرایند به اندازه‌ای سریع است که بار روی خازن تغییر نمی‌کند. سپس صبر می‌کنیم تا جریان الکتریکی قطع گردد. در این فرایند گرمای Q در مقاومت تولید می‌شود. نسبت $\frac{Q}{W}$ چقدر است؟

(+۴, -۱)

$$(5) \frac{K+1}{K-1}$$

$$(4) \frac{K-1}{K+1}$$

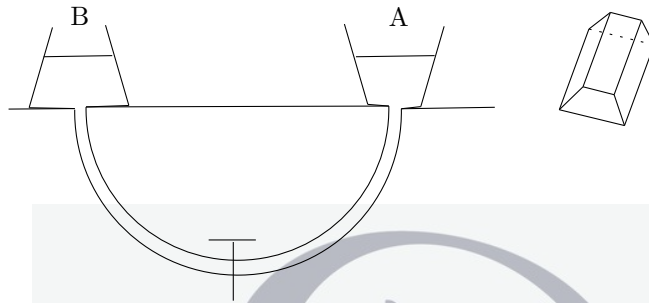
$$(3) \frac{1}{3}(K^2 - 1)$$

$$(2) \frac{K+1}{K}$$

$$(1) \frac{K-1}{K}$$

(۴) ظرف‌های A و B به شکل دو منشور مشابه هستند که در شکل مقطع آن‌ها به صورت دو دوزنقه‌ی متساوی‌الساقین نشان داده شده است. کف دو ظرف و سطح آب در هر دو ظرف هم‌تراز هستند و دمای آب دو ظرف یکسان است. دو ظرف با لوله‌ای که در وسط آن شیری قرار دارد به هم مرتبط‌اند. در هر یک از ظرف‌ها یک گرم‌کن الکتریکی قرار داده شده است. شیر در ابتدا بسته است. با صرف‌نظر از انبساط ظرف‌ها و انتقال گرما به وسیله‌ی لوله و آب داخل آن کدام گزینه درست است؟

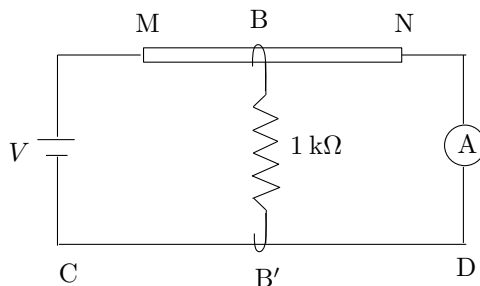
(+۳, -۱)



- ۱) اگر فقط آب درون ظرف A را گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم مقداری آب از ظرف B به ظرف A وارد می‌شود.
- ۲) اگر فقط آب درون ظرف B را گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم مقداری آب از ظرف A به ظرف B وارد می‌شود.
- ۳) اگر آب درون ظرف A و B را تا دمای مساوی گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم آب از ظرف A به B می‌رود.
- ۴) اگر آب درون ظرف A و B را تا دمای مساوی گرم کنیم و سپس شیر را باز کنیم آب درون ظرف‌ها جابجا نمی‌شود.

(۵) مقاومت الکتریکی میله‌ی همگن و یکنواخت MN برابر $۱ \text{ k}\Omega$ است. اتصال‌های B و B' به ترتیب روی سیم MN و سیم بدون مقاومت CD جابجا می‌شوند و بین آن‌ها مقاومت الکتریکی ثابت $۱ \text{ k}\Omega$ قرار دارد. اتصال B سیم MN را به دو مقاومت تقسیم می‌کند. اگر کمترین جریان الکتریکی که از آمپرسنج A می‌گذرد I_{\min} باشد، کمیت $\frac{V}{I_{\min}}$ کدام گزینه است؟

(+۳, -۱)



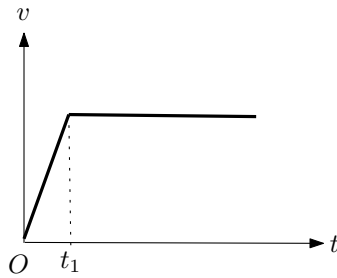
(۱) $\frac{5}{4} \text{ k}\Omega$

(۲) $\frac{4}{5} \text{ k}\Omega$

(۳) $\frac{3}{4} \text{ k}\Omega$

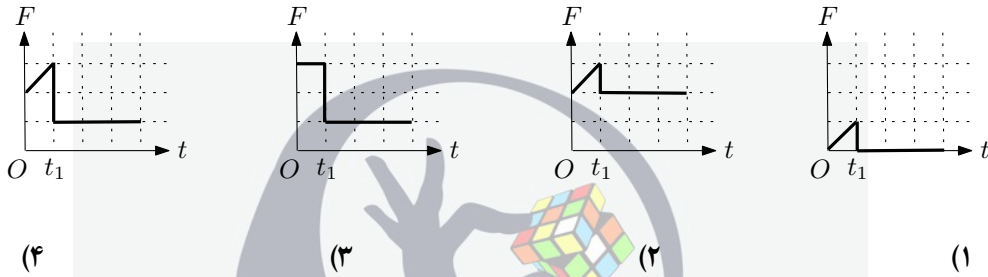
(۴) $\frac{4}{3} \text{ k}\Omega$

۶) نمودار سرعت - زمان خودرویی که در جاده‌ای افقی و مستقیم حرکت می‌کند مطابق شکل است.



در تمام مدت، خودرو با نیروی مقاومت هوا که متناسب با سرعت آن است مواجه است. کدام

نمودار می‌تواند نیروی موتور بر حسب زمان را نشان دهد؟
(+۳، -۱)



۷) فرض کنید الکترونی حول پروتون ساکنی بر روی دایره‌ای به شعاع 0.5 آنگستروم می‌چرخد. میدان مغناطیسی ایجاد شده در محل پروتون به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2, \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$$

(+۳، -۱)

(۱) 0.15 T (۲) $1/5 \text{ T}$ (۳) 15 T (۴) 150 T

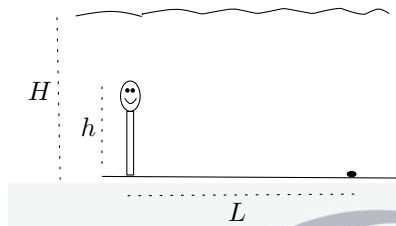
۸) فرض کنید سیاره‌ی تیر و زمین روی مدارهای دایره‌ای در یک صفحه و هر دو در یک جهت حول خورشید می‌چرخند. دوره‌ی تناوب تیر تقریباً 90 روز و دوره‌ی تناوب زمین تقریباً 360 روز است. وضعیتی که دو سیاره در نزدیک‌ترین فاصله از هم هستند را مقارنه‌ی نزدیک و وضعیتی که در دورترین فاصله از هم هستند را مقارنه‌ی دور می‌گویند. در یک دور چرخش زمین به دور خورشید چند مقارنه‌ی نزدیک و چند مقارنه‌ی دور اتفاق می‌افتد؟

(+۳، -۱)

(۱) چهار و دو (۲) سه و شش (۳) شش و سه (۴) سه و سه

۹) قد شناگری h است و کف استخری که عمق آب آن H ($H > h$) است ایستاده است. کمترین فاصله‌ی افقی این شخص از جسمی واقع در کف استخر، L ، چقدر باشد تا بتواند تصویر آن را روی سطح آب ببیند؟ ضریب شکست آب n است. از بازتاب جزئی نور روی سطح آب چشم‌پوشی کنید.

(+۳, -۱)



$$(1) \frac{(2H + h)n}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$(2) \frac{2H - h}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$(3) \frac{2H + h}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$(4) \frac{(2H - h)n}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

۱۰) دو جسم کوچک ۱ و ۲ هر یک به جرم m مطابق شکل با ریسمانی به طول $2L$ به هم متصل‌اند. جسم ۱ روی سطح افقی و بدون اصطکاک میزی قرار دارد. وسط ریسمان مماس بر سطح بالایی قرقره‌ی کوچکی است که در لبه‌ی میزی قرار دارد. ابتدا جسم ۲ طوری ساکن نگه داشته شده است که راستای ریسمان افقی است. در یک لحظه جسم ۲ رها می‌شود و دستگاه شروع به حرکت می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

(+۳, -۱)



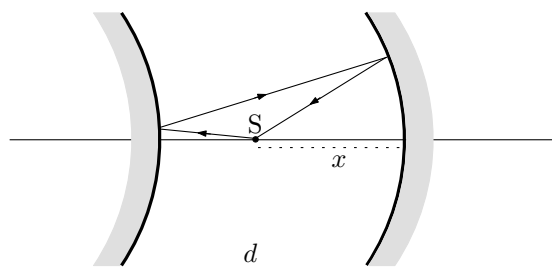
(۱) ابتدا جسم ۱ به قرقره می‌رسد.

(۲) ابتدا جسم ۲ به دیوار قائم می‌رسد.

(۳) وقتی جسم ۱ به قرقره می‌رسد، جسم ۲ نیز به دیوار قائم می‌رسد.

۱۱) دو آینه‌ی کروی یکی مقعر و دیگری محدب روبروی هم و به فاصله‌ی d از یکدیگر قرار گرفته‌اند و محور اصلی آن‌ها بر هم منطبق است. فاصله‌ی کانونی دو آینه نیز برابر و مقدار آن f است. یک پرتو نورانی از نقطه‌ی نورانی S مطابق شکل از روی دو آینه بازمی‌تابد. به ازای $d = 2/5f$ فاصله‌ی نقطه‌ی نورانی از آینه‌ی مقعر، x ، بر حسب f چقدر است؟ پرتوها را پیرامحوری بگیرید.

(+۳, -۱)



$$(1) 1/25f$$

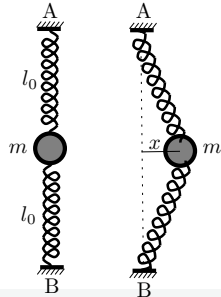
$$(2) 1/5f$$

$$(3) 1/75f$$

$$(4) 2f$$

(۱۲) در یک صفحه‌ی افقی، گلوله‌ای به جرم m به دو فنر هر یک با ثابت k و طول کشیده نشده‌ی l_0 بسته شده است. سر دیگر فنرها به نقطه‌های ثابت A و B وصل‌اند. اگر گلوله را به اندازه‌ی x در راستای افقی بکشیم، اندازه‌ی نیرویی که به گلوله وارد می‌شود چقدر است؟ فرض کنید x خیلی از l_0 کوچکتر است. برای ϵ کوچک می‌توان نوشت $(1 + \epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$.

(+۳، -۱)



(۱) $2kx$

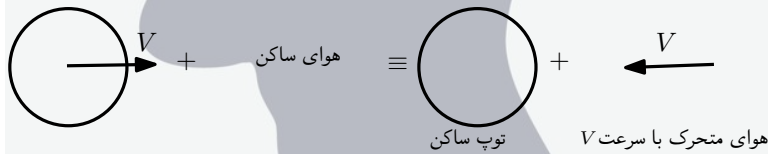
(۲) $\frac{1}{4}kx$

(۳) $\frac{kx^3}{l_0^2}$

(۴) $\frac{kx^2}{l_0}$

(۱۳) اگر سرعت یک توده‌ی کوچک هوا، v ، حین حرکت در ارتفاع ثابتی از سطح زمین تغییر کند بنا بر قانون برنولی فشار آن به نحوی تغییر می‌کند که کمیت $P + \frac{1}{2}\rho v^2$ ثابت بماند. P فشار، ρ چگالی و v سرعت هوا است.

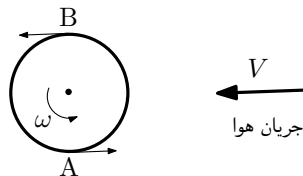
تویی را در نظر بگیرید که با سرعت V در هوا حرکت می‌کند. این حرکت مشابه آن است که جریان هوا در جهت مخالف با همان سرعت V از روی توپ ساکن عبور کند. در این صورت فشار هوا در نقاط دور از توپ P_0 و سرعت آن V است.



فرض کنید شعاع توپ a باشد و با سرعت زاویه‌ای ω دور خود بچرخد. شکل زیر تصویر توپ را از بالا نشان می‌دهد. فرض کنید جریان هوایی که از کنار نقطه‌ی A عبور می‌کند سرعت‌اش $V - a\omega$ می‌شود و جریان هوایی که از کنار نقطه‌ی B عبور می‌کند سرعت‌اش $V + a\omega$ می‌شود.

نسبت $\frac{P_A}{P_B}$ کدام گزینه است؟

(+۳، -۱)



(۱) $\frac{V - a\omega}{V + a\omega}$

(۲) $\frac{2V - a\omega}{2V + a\omega}$

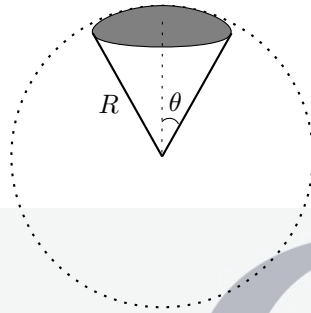
(۳) $\frac{2P_0 - \rho(V - a\omega)^2}{2P_0 - \rho(V + a\omega)^2}$

(۴) $\frac{2P_0 + \rho a\omega(2V - a\omega)}{2P_0 - \rho a\omega(2V + a\omega)}$

(۱۴) یک ماهواره‌ی مخابراتی هر ۲۴ ساعت یک بار به دور زمین می‌گردد و همواره بالای یک نقطه‌ی ثابت از استوای زمین قرار دارد. چنین ماهواره‌ای حداکثر چند درصد از سطح کره زمین را می‌تواند پوشش دهد؟ شعاع زمین را 6400 km و شتاب گرانش در سطح زمین را 10 m/s^2 در نظر بگیرید.

مطابق شکل مساحت عرقچین کروی نشان داده شده در شکل $2\pi R^2(1 - \cos \theta)$ است.

(+۳, -۱)



$$\sqrt{2\pi^2} = 2,7$$

۲۸ (۱)

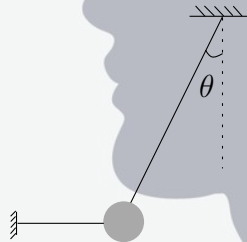
۳۵ (۲)

۴۲ (۳)

۴۹ (۴)

(۱۵) گلوله‌ای مطابق شکل به وسیله‌ی دو نخ سبک به سقف و دیوار بسته شده و ساکن است. نخ افقی را می‌بریم و در نتیجه گلوله شروع به نوسان می‌کند. نسبت نیروی کشش نخ بسته به سقف درست بعد از قطع نخ افقی به نیروی کشش همان نخ درست قبل از قطع نخ افقی چقدر است؟

(+۳, -۱)



۱ (۱)

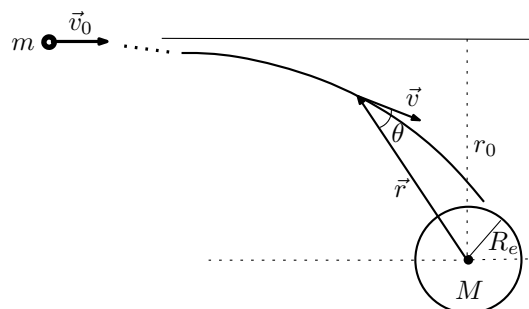
$\cos \theta$ (۲)

$\cos^2 \theta$ (۳)

$\sin \theta \cos \theta$ (۴)

(۱۶) شهاب‌سنگی به جرم m مطابق شکل از فاصله‌ی بسیار دوری که نیروی گرانش قابل چشم‌پوشی است با سرعت v_0 به سمت زمین می‌آید. در حضور نیروی گرانش کمیت $L = mvr \sin \theta$ تکانه زاویه‌ای شهاب‌سنگ نسبت به زمین است و در تمام مدت حرکت شهاب‌سنگ پایسته است. با نزدیک شدن شهاب‌سنگ به زمین نیروی گرانش آن را از مسیر مستقیم اولیه منحرف و به سمت خود می‌کشد. حداقل r چقدر باشد تا شهاب‌سنگ به زمین اصابت نکند. انرژی پتانسیل شهاب‌سنگ در میدان گرانشی زمین $-\frac{GMm}{r}$ است که G ثابت گرانش و M جرم زمین است.

(+۲, -۱)

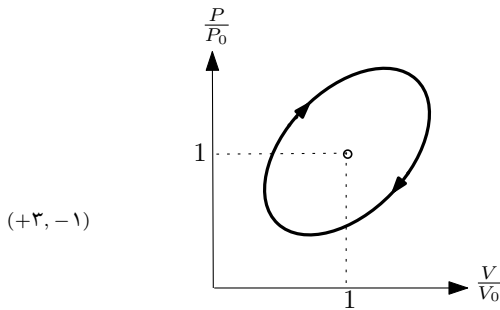


R_e (۱)

$R_e \sqrt{1 + \frac{2GM}{R_e v_0^2}}$ (۲)

$R_e (1 + \frac{2GM}{R_e v_0^2})$ (۳)

(۱۷) یک گاز کامل چرخه‌ای به شکل بیضی را طی می‌کند. مطابق شکل قطر بزرگ‌تر بیضی بر نیمساز ناحیه‌ی اول منطبق است و طول آن $\sqrt{3}$ است. بازده ماشین کارنویی که بین بیشترین و کمترین دمای موجود در این چرخه کار می‌کند چقدر است؟



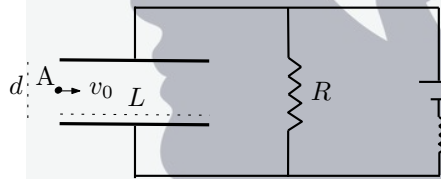
(۱) ۰٫۱۱

(۲) ۰٫۶۷

(۳) ۰٫۷۷

(۴) ۰٫۸۹

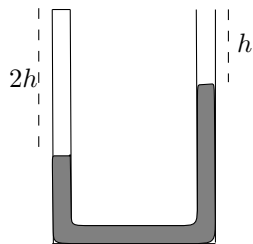
(۱۸) فاصله‌ی صفحه‌های یک خازن تخت d و طول هر یک از صفحه‌ها L است. این خازن مطابق شکل در مدار قرار دارد و کاملاً پر شده است. الکترونی به جرم m و بار الکتریکی e از نقطه‌ی A واقع در لبه‌ی چپ خازن و وسط دو صفحه با سرعت اولیه‌ی افقی v_0 شلیک می‌شود. تانژانت زاویه‌ی بردار سرعت الکترون هنگام خروج از خازن با امتداد اولیه‌ی حرکت الکترون چقدر است؟ فرض کنید سرعت اولیه‌ی الکترون طوری است که به صفحه‌ی خازن برخورد نمی‌کند.



(۱) $\frac{d}{2L}$ (۲) $\frac{e\epsilon L}{mv_0^2 d}$ (۳) $\frac{e\epsilon L}{2mv_0^2 d}$ (۴) $\frac{e\epsilon LR}{mv_0^2 d(R+r)}$ (۵) $\frac{e\epsilon LR}{2mv_0^2 d(R+r)}$

(۱۹) در شکل، یک لوله‌ی U شکل محتوی جیوه نشان داده شده است که انتهای سمت چپ آن بسته است. در حالت معمول که فشار هوای بیرون P_0 است سطح آزاد جیوه در سمت راست و چپ لوله به ترتیب در فاصله‌ی h و $2h$ از انتهای لوله قرار دارد. اگر این لوله‌ی محتوی جیوه در آسانسوری قرار گیرد که با شتاب رو به بالای $g/2$ حرکت می‌کند سطح جیوه در دو لوله جابجا خواهد شد. اگر $h = \frac{P_0}{\rho g}$ باشد اختلاف سطح جیوه در دو طرف در این حالت کدام است؟ فرض کنید در حین تغییر حجم گاز محبوس در سمت چپ لوله دمای آن ثابت می‌ماند.

(+۳، -۱)



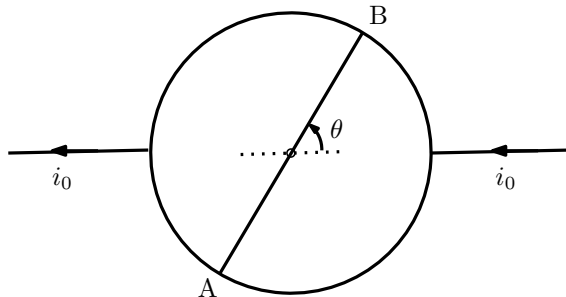
(۱) ۰٫۲۴h

(۲) ۰٫۴۸h

(۳) ۰٫۷۶h

(۴) h

- (۲۰) مطابق شکل از یک سیم رسانای یکنواخت مقاومت‌دار یک حلقه‌ی دایره‌ای و یک قطعه مستقیم AB که طول‌اش با قطر دایره برابر است ساخته‌ایم. اگر جریان الکتریکی ورودی به حلقه i_0 باشد جریان‌گذرنده از قطعه‌ی AB بر حسب زاویه‌ی θ نشان داده شده در شکل چقدر است؟ (+۳، -۱)



(۱)

(۲) $\frac{\theta}{\pi - \theta} i_0$

(۳) $\frac{\pi - 2\theta}{\pi + 2} i_0$

(۴) $\frac{\pi - 2\theta}{\pi + 4} i_0$

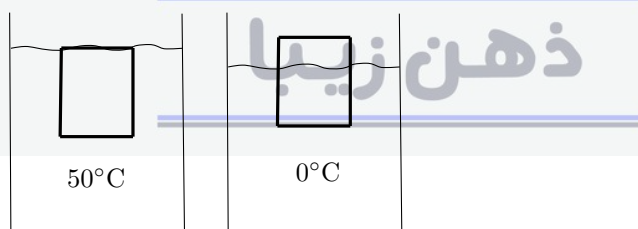
- (۲۱) اگر تابش الکترومغناطیسی با شدت I بر سطحی بتابد و کاملاً جذب شود نیروی وارد بر واحد سطح $\frac{I}{c} \cos \theta$ است که c سرعت نور و θ زاویه‌ی بین امتداد تابش با امتداد عمود بر سطح است. توان تابشی خورشید $W = 3.9 \times 10^{26}$ است. نیروی تابشی وارد بر کره‌ی زمین به شعاع 6.4×10^6 m که به فاصله‌ی 1.5×10^{11} m از خورشید قرار دارد چقدر است؟ (+۳، -۱)

(۳) 6.0×10^8 N

(۲) 12×10^8 N

(۱) 24×10^8 N

- (۲۲) مطابق شکل، استوانه‌ای جامد با ضریب انبساط حجمی $\beta_s = 3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ در آب 50°C کاملاً غوطه‌ور است. اگر دمای دستگاه را به 0°C برسانیم بخشی از استوانه از آب خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی آب $\beta_w = 8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ باشد چند درصد از ارتفاع استوانه از آب خارج می‌شود؟ (+۳، -۱)



(۱) ۰٫۳۹

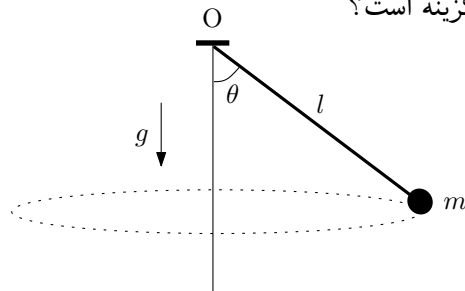
(۲) ۰٫۴۲

(۳) ۰٫۷۸

(۴) ۰٫۸۴

(۲۳) گلوله کوچکی به جرم $m = ۲۰ \text{ g}$ در انتهای نخ به طول $l = ۵۰ \text{ cm}$ بسته شده است. انتهای دیگر نخ به نقطه O بسته شده و گلوله در صفحه افقی می‌چرخد، به طوری که زاویه نخ با امتداد قائم $\theta = ۶۰^\circ$ است. انرژی جنبشی گلوله کدام گزینه است؟

(+۳, -۱)



(۱) ۱۵۰ mJ

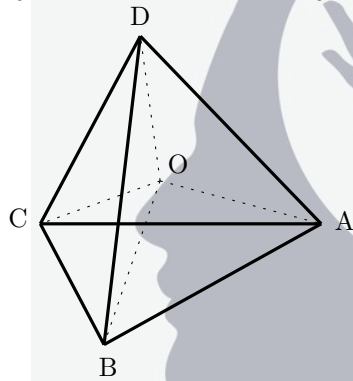
(۲) ۸۶ mJ

(۳) ۷۵ mJ

(۴) ۳۰ mJ

(۲۴) روی هر کدام از یالهای چهاروجهی ABCD مقاومت $۲R$ و روی هر کدام از خطوطی که از مرکز چهاروجهی، نقطه‌ی O، به رئوس آن وصل می‌شود مقاومت R بسته شده است. مقاومت معادل بین نقاط O و A کدام است؟

(+۳, -۱)



(۱) $R/۲$

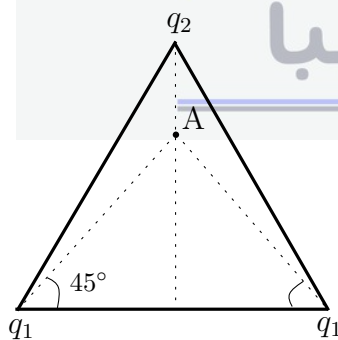
(۲) R

(۳) $۳R/۲$

(۴) $۲R$

(۲۵) مطابق شکل بر روی رأس‌های یک مثلث متساوی‌الاضلاع بارهای q_1 ، q_1 و q_2 قرار دارند. در نقطه A میدان الکتریکی صفر است. نسبت q_2/q_1 کدام گزینه است؟

(+۴, -۱)



(۱) ۱

(۲) $\sqrt{۳}$

(۳) $\sqrt{۳}(۲ - \sqrt{۳})$

(۴) $۲\sqrt{۳}(۲ - \sqrt{۳})$

(۵) $\sqrt{۳}(۲ + \sqrt{۳})$

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۱

۱۰

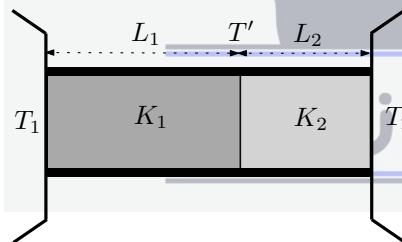
(۲۶) فلیکس بامگارتنر، چترباز ماجراجوی اتریشی بیست و سوم مهرماه سال ۱۳۹۱ از ارتفاع ۳۹ کیلومتری سطح زمین به پایین پرید. تفاوت شتاب گرانش در آن ارتفاع با شتاب گرانش در سطح زمین تقریباً چند درصد شتاب گرانش در سطح زمین است؟ شعاع زمین ۶۴۰۰ km است. (+۳، -۱)

- (۱) ۲٫۴ (۲) ۱٫۲ (۳) ۰٫۶ (۴) ۰٫۳

(۲۷) ذره‌ای با بار الکتریکی q و جرم m وارد ناحیه‌ای می‌شود که در آن میدان مغناطیسی یکنواخت B برقرار است. سرعت ذره با امتداد خطوط میدان مغناطیسی زاویه ۳۰° درجه می‌سازد. در نتیجه، مسیر آن یک مارپیچ به شعاع R است که در هر دور چرخش، ذره به اندازه طول D در امتداد خطوط میدان جابه‌جا می‌شود. نسبت D/R کدام گزینه است؟ (+۳، -۱)

- (۱) $2\sqrt{3}\pi/3$ (۲) $2\sqrt{3}\pi$ (۳) $\sqrt{3}\pi$ (۴) π

(۲۸) دو میله رسانای گرما به ترتیب دارای ضریب هدایت گرمایی K_1 و K_2 و طول L_1 و L_2 هستند. سطح مقطع دو میله یکسان است و مطابق شکل به هم متصل‌اند. سطح جانبی میله‌ها از محیط عایق شده و انتهای آزاد آنها با دو منبع به دماهای ثابت T_1 و T_2 در تماس حرارتی است. در حالت پایا سطح جدایی دو میله در دمای ثابت T' قرار دارد. جای میله‌ها را عوض می‌کنیم تا این بار میله K_1 با منبع T_2 و میله K_2 با منبع T_1 در تماس باشد. در این وضعیت و در حالت پایا دما در سطح جدایی دو میله T'' است. نسبت T''/T' کدام گزینه است؟ (+۴، -۱)



(۱) ۱

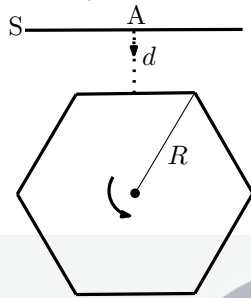
(۲) $\frac{K_2 L_2 T_2 + K_1 L_1 T_1}{K_2 L_2 T_1 + K_1 L_1 T_2}$

(۳) $\frac{K_2 L_2 T_1 + K_1 L_1 T_2}{K_2 L_2 T_2 + K_1 L_1 T_1}$

(۴) $\frac{K_2 L_1 T_1 + K_1 L_2 T_2}{K_2 L_1 T_2 + K_1 L_2 T_1}$

(۵) $\frac{K_2 L_1 T_2 + K_1 L_2 T_1}{K_2 L_1 T_1 + K_1 L_2 T_2}$

- (۲۹) دیواره‌های خارجی منشور قائمی آینه است. مقطع منشور یک شش ضلعی منتظم است که فاصله‌ی مرکز تا رئوس آن R است. منشور بدون آن که با پرده برخورد کند حول محور تقارنش می‌چرخد. در شکل، دستگاه در لحظه‌ای نشان داده شده که یکی از وجوه آن به موازات پرده ثابت S قرار دارد و باریکه‌ای عمود بر آن از نقطه A تابیده است. فاصله پرده از این وجه در لحظه مذکور d است. طول محدوده‌ای که نور بازتابیده روی پرده جابه‌جا می‌شود کدام گزینه است؟ (+۴، -۱)



(۱) $2R$

(۲) $2\sqrt{3}d$

(۳) $4\sqrt{3}d/3$

(۴) $R + 2\sqrt{3}d/3$

(۵) $2\sqrt{3}(d - R) + 3R$

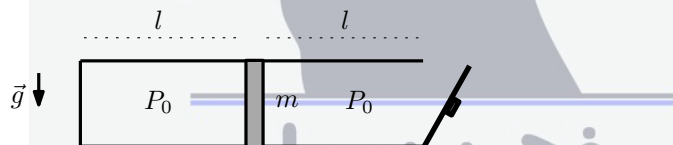
- (۳۰) ظرفی استوانه‌ای توسط یک پیستون متحرک به جرم m به دو بخش تقسیم شده که طول هر کدام l است. در ابتدا استوانه افقی است و فشار هوای محبوس در سمت چپ همان فشار هوا، P_0 است. اگر درحالی که در ظرف در سمت راست باز است دما را ثابت نگه داریم و استوانه را 90° درجه بچرخانیم تا در راستای قائم قرار گیرد و قسمت باز ظرف به طرف بالا باشد، پیستون به اندازه $2l/3$ پایین می‌آید. اگر همین کار را در حالی انجام دهیم که در ظرف بسته است پیستون چقدر پایین می‌آید؟ (+۳، -۱)

(۱) $2l/3$

(۲) $(\sqrt{5} - 1)l/2$

(۳) $(\sqrt{13} - 2)l/3$

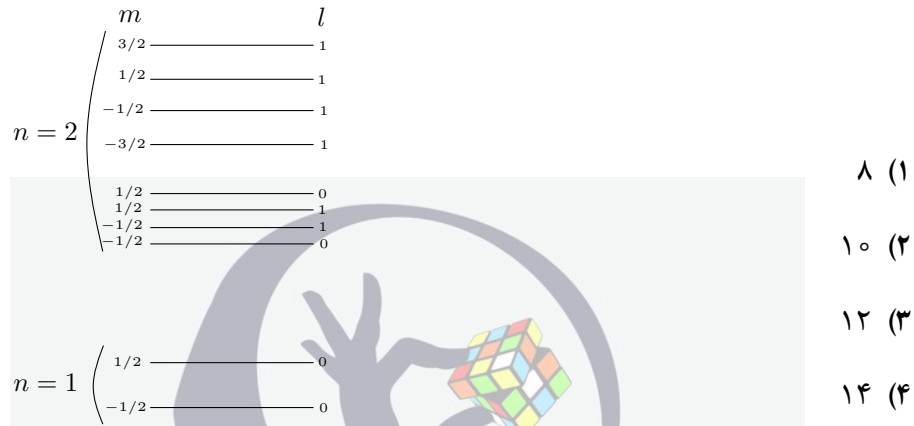
(۴) $(\sqrt{4} - 1)l$



- (۳۱) مسیر هر سیاره دور خورشید یک بیضی است که خورشید در یکی از کانون‌های آن است. بنا به قانون سوم کپلر برای سیاره‌ای که در یک مدار بیضی شکل حول خورشید می‌چرخد بین زمان تناوب حرکت سیاره، T ، و طول نیم قطر بزرگ بیضی، a ، رابطه‌ی تقریبی $T^2 = \frac{4\pi^2}{MG}a^3$ برقرار است که M جرم خورشید و G ثابت گرانش است. مدار زمین دور خورشید تقریباً دایره است. فرض کنید زمین در حین حرکت به دور خورشید ناگهان متوقف شود. چند روز طول می‌کشد تا زمین در اثر نیروی گرانش به خورشید برخورد کند؟ حرکت سقوطی زمین به سوی خورشید را یک بیضی کشیده بگیرید که کانون آن در یک انتها قرار دارد. از شعاع خورشید و زمین چشم‌پوشید. (+۳، -۱)

(۳۲) حالت‌های مانای اتم هیدروژن که یک میدان مغناطیسی ضعیف به آن اعمال شده در شکل نشان داده شده است. حالت‌های $n = 1$ حالت‌های پایه و حالت‌های $n = 2$ حالت‌های برانگیخته‌اند که با l و m در شکل مشخص شده‌اند. اتم هیدروژن می‌تواند از یکی از حالت‌های $n = 2$ به یکی از حالت‌های $n = 1$ گذار کند. این گذار به شرطی اتفاق می‌افتد که $\Delta l = \pm 1$ و $\Delta m = \pm 1, 0$ باشد. Δl اختلاف l دو حالت و Δm اختلاف m دو حالت است. تعداد گذارهای ممکن چند تا است؟

(+۳, -۱)



۸ (۱)

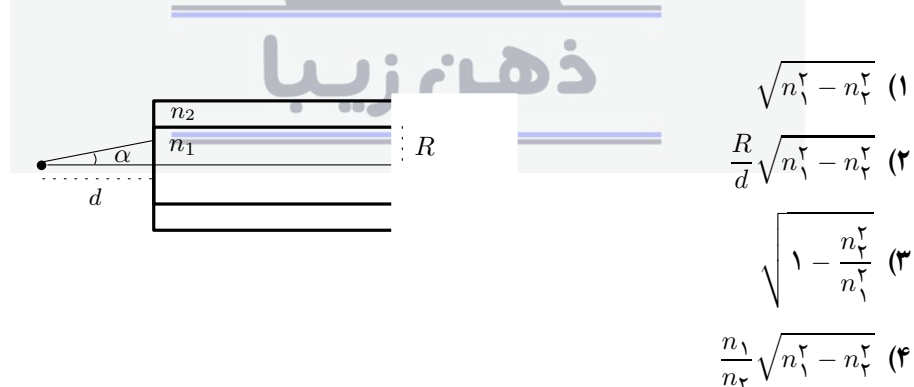
۱۰ (۲)

۱۲ (۳)

۱۴ (۴)

(۳۳) یک نوع تار نوری متشکل از یک مغزی استوانه‌ای به شعاع R و ضریب شکست n_1 و غلافی به ضریب شکست n_2 است که اندکی از n_1 کوچک‌تر است. پرتوهای نوری که با محور مغزی زاویه کوچکی می‌سازند می‌توانند ضمن انعکاس‌های متوالی روی سطح جدایی با غلاف در داخل مغزی منتشر شوند. یک چشمه نقطه‌ای نور مطابق شکل روی محور دستگاه به فاصله d از سطح خارجی مقطع قائم تار قرار دارد. پرتوهایی که در داخل مخروطی به زاویه رأس α از چشمه تابیده شوند در طول مغزی منتشر می‌شوند. $\sin \alpha$ کدام گزینه است؟

(+۳, -۱)



مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.


مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $۲۶٫۷ \mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

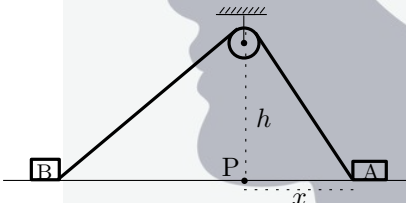
دهگان	یکان
1	1
●	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	●
8	8
9	9
0	0



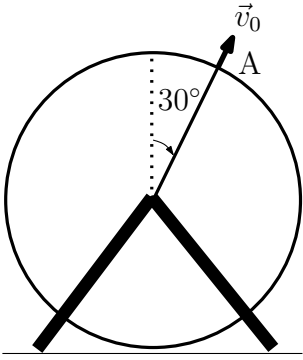
- (۱) گلوله‌ی کوچکی را از ارتفاع h بالای سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌کنیم. گلوله پس از T ثانیه به زمین اصابت می‌کند. طول مسیری که گلوله در $1/5$ ثانیه‌ی آخر حرکتش پیموده است معادل نصف کل طول مسیری است که گلوله پس از پرتاب پیموده است. ارتفاع محل پرتاب از سطح زمین چند متر باشد تا زمان کل حرکت گلوله، T ، بیشینه باشد؟ (۱۰ نمره)

- (۲) فنری به جرم ناچیز و ضریب سختی $k = 1 \text{ N/cm}$ از سقف آویزان است. گلوله کوچکی به جرم $m = 30 \text{ g}$ به سمت بالا پرتاب شده و در لحظه $t = 0$ با سرعت $v_0 = 3 \text{ m/s}$ به انتهای پایینی فنر برخورد می‌کند و آن را فشرده می‌سازد. زمان جدا شدن گلوله از فنر بر حسب میلی ثانیه چیست؟ (۱۰ نمره)
- 

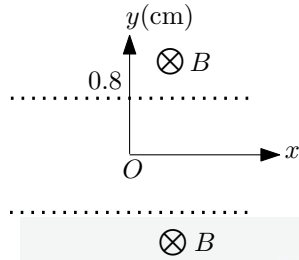
- (۳) دو صندوق A و B مطابق شکل با طنابی که از روی قرقره‌ی کوچکی گذشته است به هم بسته شده‌اند. طول طناب $13/5 \text{ m}$ است و ارتفاع بالاترین نقطه‌ی قرقره از سطح زمین $h = 4 \text{ m}$ است.

- در یک لحظه‌ی معین صندوق A با سرعت افقی 25 m/s به سمت راست حرکت می‌کند و نخ کاملاً کشیده شده است. در این لحظه فاصله‌ی افقی صندوق A از نقطه‌ی P واقع در زیر قرقره $x = 3 \text{ m}$ است. قرقره و صندوق‌ها همواره در یک صفحه‌ی قائم قرار دارند. سرعت نزدیک شدن صندوق B به نقطه‌ی P در لحظه‌ی مورد نظر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (۱۰ نمره)
- 

ذهن زیبا

- (۴) چرخ فلکی به شعاع 4 m در یک صفحه‌ی قائم به صورت ساعتگرد می‌چرخد. کودکی در نقطه‌ی A از مسیر چرخ فلک سنگی را به بیرون پرتاب می‌کند. راستای پرتاب سنگ از نظر کودک شعاعی است و اندازه‌ی سرعت آن v_0 است، اما ناظر روی زمین راستای آن را افقی می‌بیند. سنگ پس از برخورد به زمین تا زیر نقطه‌ی پرتاب 20 m فاصله دارد. v_0 بر حسب m^2/s^2 چقدر است؟ پایین‌ترین نقطه‌ی چرخ فلک تقریباً نزدیک سطح زمین است. $\sqrt{3} = 1.732$
- 

(۵) مطابق شکل بین دو صفحه‌ی فلزی تخت توری‌مانند موازی به فاصله‌ی $1/6 \text{ cm}$ از یکدیگر اختلاف پتانسیل 145 mV برقرار است. در شکل مقطع صفحات فلزی با خطوط $y = 0.8 \text{ cm}$ و $y = -0.8 \text{ cm}$ نشان داده شده است. بیرون صفحات میدان مغناطیسی ثابت $2 \times 10^{-4} \text{ T}$ عمود بر صفحه‌ی شکل وجود دارد. الکترونی به جرم $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ و بار $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ از $1/6$ از حال سکون در مبدأ مختصات رها می‌شود و پس از عبور از یکی از توری‌ها و حرکت در میدان مغناطیسی دوباره به ناحیه‌ی بین دو صفحه باز می‌گردد.

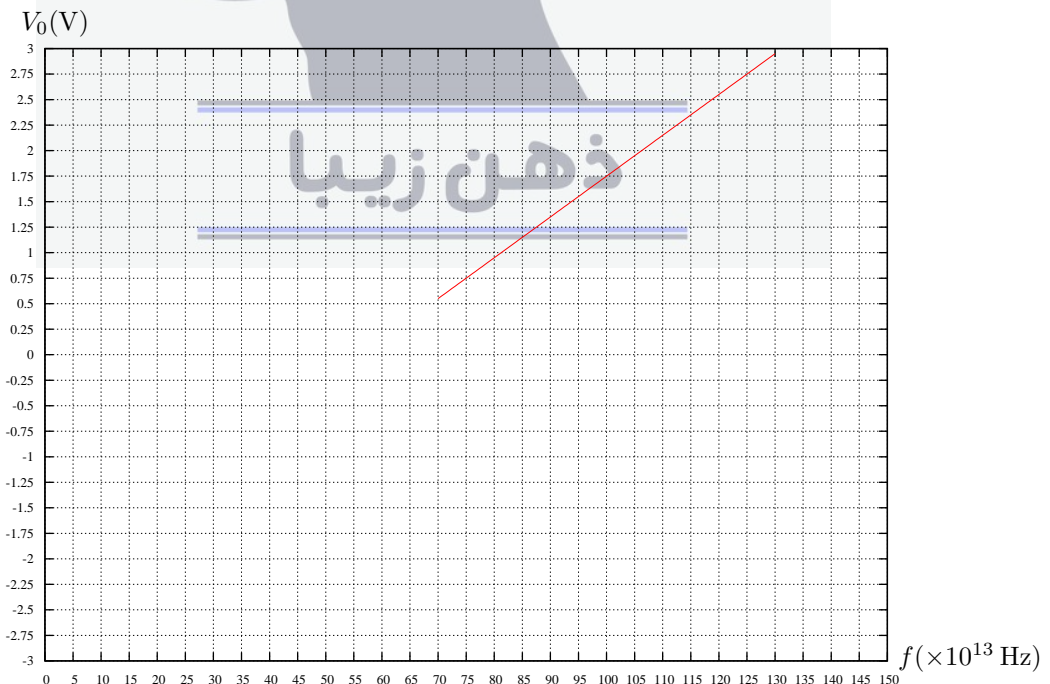


(۱۰ نمره)

چه مدت زمان بر حسب 10^{-8} s طول می‌کشد تا الکترون در مسیرش محور x را برای اولین بار قطع کند؟ فرض کنید به جز نیروهای الکتریکی و مغناطیسی نیروی دیگری وجود ندارد.

(۶) شکل زیر نمودار ولتاژ متوقف کننده بر حسب بسامد نور تابشی برای اثر فوتوالکتریک در فلز سدیم است. فرض کنید یک باریکه لیزر به شدت 150 W/m^2 را به فلز سدیم می‌تابانیم. اگر الکترون در سطحی محدود باشد که شعاع آن برابر شعاع اتم سدیم یعنی 0.1 nm باشد به لحاظ کلاسیکی چه مدت طول می‌کشد تا انرژی لازم برای آزاد کردن یک الکترون بر اثر تابش به سطح بتابد؟ این زمان را بر حسب میلی ثانیه حساب کنید. (لازم به ذکر است که پیش‌بینی نظریه کلاسیک در این مورد درست نیست و در عمل برای کنده شدن فوتوالکترون‌ها زمانی کمتر از $1 \times 10^{-9} \text{ s}$ لازم است.) بار الکتریکی الکترون $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.

(۱۰ نمره)



(۷) در ابتدای قرن بیستم آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان برای توضیح کوانتومی بودن بار الکتریکی انجام شد. در این آزمایش بین دو صفحه‌ی فلزی تخت موازی یک میدان الکتریکی یکنواخت \vec{E} که قابل قطع و وصل کردن است برقرار است. از روزنه‌ی A در صفحه‌ی بالایی قطره‌های ریز روغن به وسیله‌ی یک پودرافشان بین دو صفحه پاشیده می‌شوند. قطره‌های روغن به سبب مالش با لوله‌ی پودرافشان دارای بار الکتریکی منفی می‌شوند. اندازه‌ی نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت قطره $f = 6\pi\eta r v$ است که شعاع قطره r و اندازه‌ی سرعت آن است. η ضریب گرانروی هوا نام دارد و مقدار آن $\eta = 1.8 \times 10^{-5} \text{ N s/m}^2$ است.

فرض کنید یکی از قطره‌های روغن در غیاب میدان

الکتریکی مسافت ۱۶ mm را در مدت ۱۶ s با

سرعت یکنواخت سقوط می‌کند. همین قطره در

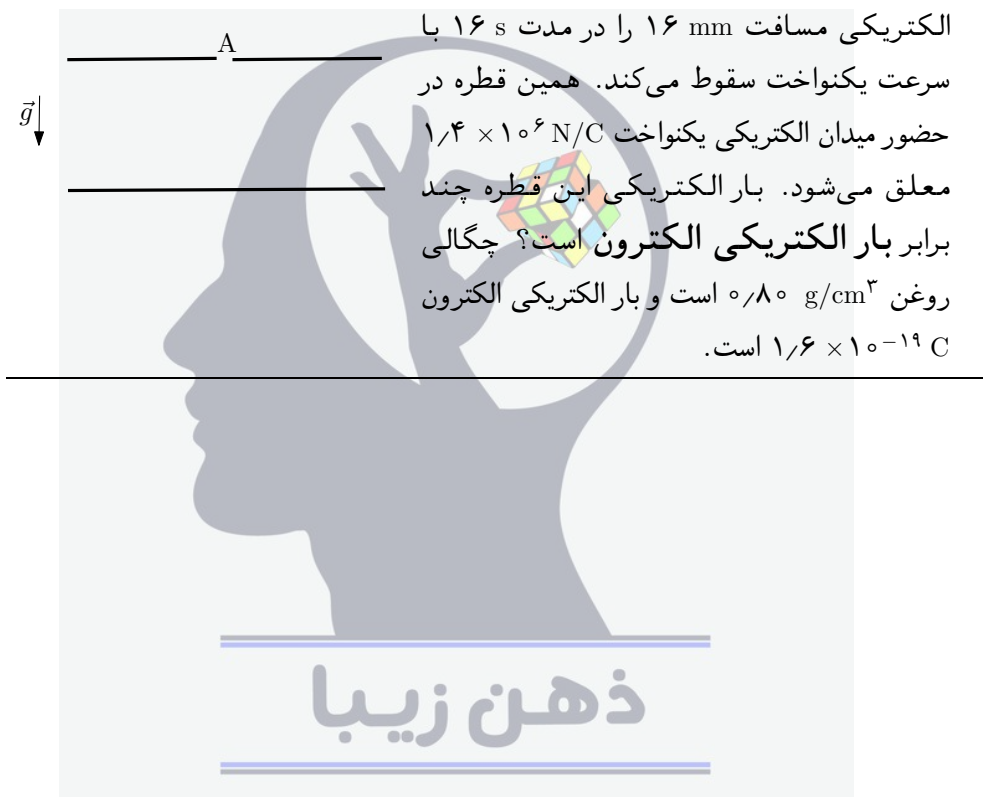
حضور میدان الکتریکی یکنواخت $1.4 \times 10^6 \text{ N/C}$

معلق می‌شود. بار الکتریکی این قطره چند

برابر بار الکتریکی الکترون است؟ چگالی

روغن 0.80 g/cm^3 است و بار الکتریکی الکترون

$1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.



(۱۰ نمره)



نام: _____
 نام خانوادگی: _____
 کد ملی: _____
 شماره صندلی: _____
 شماره پرونده: _____
 حوزه امتحانی: _____
 استان منطقه: _____

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود
 کد دفترچه

نام و نام خانوادگی خود را با دستخط بنویسید.

توجه: سئوهای ذوم سئوها کوتاه شامل جواب های ۳۲، ۳۵، ۳۶ و ۳۷ است که هر کدام پاسخ داده شده باشد صحیح است.

تمام سلول مورد نظر مطابق نمونه صحیح پر شود: صحیح غلط

۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۱۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۵	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۳۹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۰	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۳	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۱	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۲۸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	۴۲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

سوالات چند گزینه ای

مساله اول	مساله دوم		مساله سوم		مساله چهارم		مساله پنجم		مساله ششم		مساله هفتم		مساله هشتم		مساله نهم		مساله دهم	
یکان دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان	یکان	دهگان
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مساله های کوتاه

سازگار با علامت خوان با 1-2-3-4-5-6-7-8-9-0

از تغییر علامت های دایره ای چهار گوشه پاسخنامه جداً خودداری نمایید
 ۳۲، ۳۵، ۳۶، ۳۷

به نام خدا

یا سخامه تسریمی - کد ۱

مرحله اول المپیاد فیزیک

دوره ۲۴ - بهمن ۱۳۹۱

۱- گزینه ۴ صحیح است.

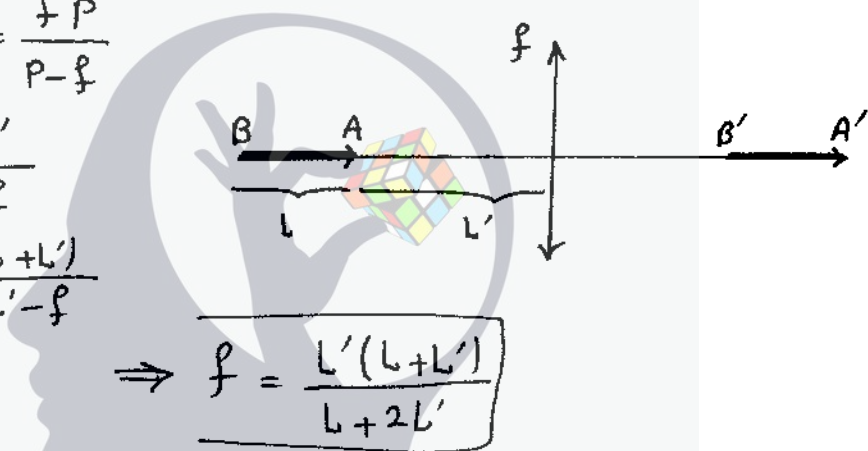
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \rightarrow q = \frac{fp}{p-f}$$

$$p_A = L' \rightarrow q_A = \frac{fL'}{L'-f}$$

$$p_B = L+L' \rightarrow q_B = \frac{f(L+L')}{L+L'-f}$$

$$q_A - q_B = L$$

$$\Rightarrow f = \frac{L'(L+L')}{L+2L'}$$

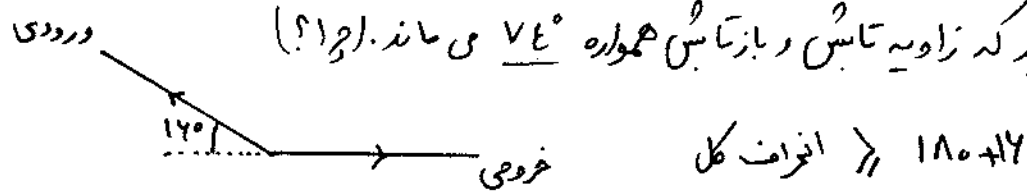


۲- گزینه ۳ صحیح است.

در هر برخورد، پرتو نور به اندازه ۳۳° نسبت به مسیر قبلی خود، منحرف می‌شود.

برای اینکه پرتو نور دیگر به نیم استوانه برخورد نکند، پرتو نور باید به صورت افقی یا بالاتر از افق

خارج شود. توجه کنید که زاویه تابش و بازتابش همواره ۷۴° می‌ماند. (۱۰۱؟)



$$\rightarrow n = \left[\frac{180+14}{32} \right] \Rightarrow n = 32^\circ$$

۳- گزینه ۱ صحیح است.

$$q = kCE \quad , \quad q' = CE = \frac{q}{k}$$

$$u_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{kC} \quad , \quad u'_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \rightarrow W = u'_1 - u_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \left(1 - \frac{1}{k}\right)$$

$$u_2 = \frac{1}{2} \frac{q'^2}{C} \quad , \quad u_3 = E(q - q') \rightarrow Q = u'_1 - u_2 - u_3 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \left(1 - \frac{1}{k}\right)^2$$

$$\frac{Q}{W} = 1 - \frac{1}{k} = \frac{k-1}{k}$$

۴- گزینه ۱ صحیح است.

- اگر A گرم شود، مایع از B به A جریان می‌یابد. فشار عمق h برابر با ρgh است.

وقتی آب در مخزن A منبسط شود، ارتفاع h افزایش و ضخامت ρ کاهش می‌یابد.

مقدار ρ متناسب با $\frac{1}{A}$ است که A سطح مقطع ذوزنقه و $A = \bar{w}h$ که \bar{w} عرض

متوسط ظرف است. پس: $\rho gh \propto \frac{h}{A} = \frac{1}{\bar{w}}$. از آنجایی که \bar{w} با افزایش h،

افزایش می‌یابد، فشار در مخزن A کاهش یافته و در نتیجه مایع از B به A جریان می‌یابد.

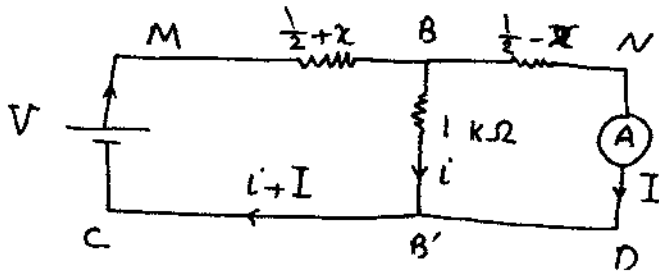
- اگر B گرم شود، مایع باز هم از B به A جریان می‌یابد. در این حالت \bar{w} با

افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد (طرف B). بنابراین فشار B افزایش می‌یابد و جریان

از B به A جریان خواهد داشت.

۵- گزینه ۱ صحیح است.

مقاومت نصف سیم برابر $\frac{1}{2} k\Omega$ است. مقدار افزایش سیم BB' به سمت راست است.



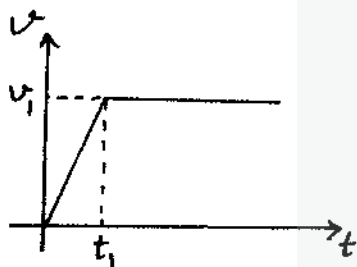
$$V = (I+i)\left(\frac{1}{2} + x\right) + i$$

$$0 = I\left(\frac{1}{2} - x\right) - i$$

$$\Rightarrow I = \frac{V}{\frac{5}{4} - x^2}$$

$$\Rightarrow I_{\min} = \frac{V}{\frac{5}{4}} \Rightarrow \frac{V}{I_{\min}} = \frac{5}{4} k\Omega$$

۶- گزینه ۲ صحیح است.



F : نیروی موتور

f : نیروی مقاومت هوا

$$0 < t < t_1 : F - f = ma \Rightarrow F = m \frac{v_1}{t_1} + k \frac{v_1}{t_1} t$$

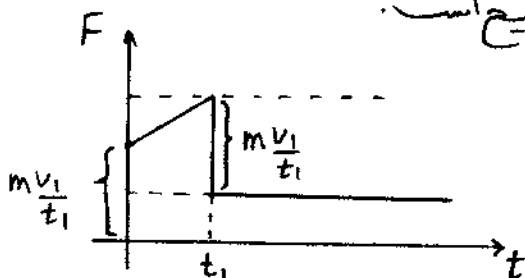
$$t_1 < t : F - f = 0 \Rightarrow F = k v_1$$

مقدار کاهش نیرو در زمان $t = t_1$ با مقدار نیرو در زمان صفر یکسان است:

$$t = 0 \rightarrow F = m \frac{v_1}{t_1}$$

$$t = t_1 \rightarrow \Delta F = m \frac{v_1}{t_1} + k v_1 - k v_1 = m \frac{v_1}{t_1}$$

بنابراین گزینه ۲ نمی تواند صحیح باشد و گزینه ۱ صحیح است.



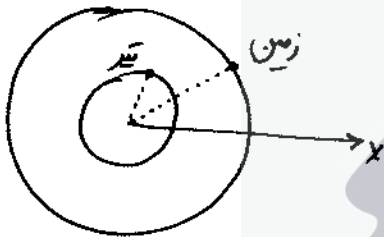
۷- گزینه ۳ صحیح است.

میدان مغناطیسی ناشی از یک جریان دایره‌ای در مرکز دایره : $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

جریان الکتریکی: I شعاع دایره: R $k: \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$k \frac{e^2}{R^2} = mR\omega^2 = mR \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \rightarrow T = \frac{2\pi}{e} \sqrt{\frac{mR^3}{k}}$$

$$I = \frac{e}{T} = \frac{e^2}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{mR^3}}, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2R} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 e^2}{4\pi} \sqrt{\frac{k}{mR^5}} = 15 \text{ T}$$



۸- گزینه ۴ صحیح است.

$$\theta_E = \omega_E t = \frac{2\pi}{T_E} t = \frac{2\pi}{360} t$$

$$\theta_V = \omega_V t = \frac{2\pi}{T_V} t = \frac{2\pi}{90} t$$

در روابط بالا فرض شده است هر دو سیاره از روی محور آنها شروع به حرکت می‌کنند.

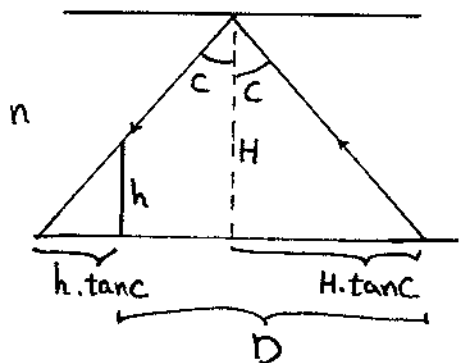
مقایسه نزدیک : $|\theta_E - \theta_V| = 2k\pi, \quad k=0, 1, \dots$

$$\Rightarrow 2\pi t \left(\frac{1}{90} - \frac{1}{360} \right) = 2k\pi \Rightarrow t = 120 \cdot k \rightarrow t = 0, 120, 240 : \boxed{3 \text{ بار}}$$

مقایسه دور : $|\theta_E - \theta_V| = (2k+1)\pi, \quad k=0, 1, \dots$

$$\Rightarrow 2\pi t \left(\frac{1}{90} - \frac{1}{360} \right) = (2k+1)\pi \Rightarrow t = 60(2k+1) \rightarrow t = 60, 180, 300 : \boxed{3 \text{ بار}}$$

۹- گزینه ۲ صحیح است.



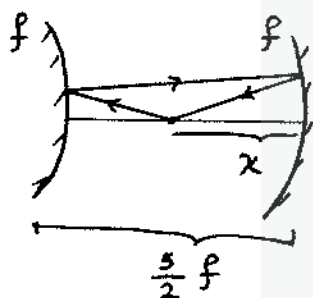
$$\sin C = \frac{1}{n} \rightarrow \cos C = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} \Rightarrow \tan C = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$D = 2H \cdot \tan C - h \cdot \tan C = (2H - h) \cdot \tan C$$

$$\Rightarrow D = \frac{2H - h}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

۱۰- گزینه ۱ صحیح است.

فاصله اولیه افقی دو جسم یکسان است. به جسم ۱ نیروی افقی T وارد می شود و به جسم ۲ نیروی افقی $T \cos \theta$ (زاویه بین امتداد نخ و افق) وارد می شود. با توجه به اینکه جرم دو جسم یکسان است، پس شتاب افقی جسم ۱ بیشتر از شتاب افقی جسم ۲ است. پس جسم ۱ زودتر می رسد.



۱۱- گزینه ۲ صحیح است.

$$\frac{1}{\frac{5}{2}f - x} - \frac{1}{q_1} = \frac{1}{f} \rightarrow q_1 = \frac{f(\frac{5}{2}f - x)}{\frac{7}{2}f - x}$$

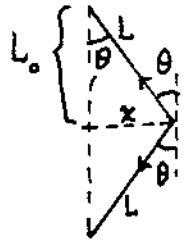
تصویر اول در آینه محدب در فاصله q_1 از آینه محدب تشکیل می شود.

این تصویر، نقش جسم مجازی برای آینه مقعر را دارد که تصویر آن در فاصله x تشکیل می شود:

$$\frac{1}{q_1 + \frac{5}{2}f} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{3.5f - x}{11.25f^2 - 3.5fx} = \frac{x - f}{fx}$$

$$\Rightarrow 2.5x^2 - 11.25fx + 11.25f^2 = 0 \rightarrow x = 1.5f$$

۱۲- گزینه ۳ صحیح است.



$$F = 2K(L - L_0) \cdot \sin\theta$$

$$\sin\theta = \frac{x}{L}$$

$$\Rightarrow F = 2Kx \left(1 - \frac{L_0}{L}\right) \quad \text{I}$$

$$L^2 = L_0^2 + x^2 \rightarrow L = L_0 \left[1 + \frac{x^2}{L_0^2}\right]^{1/2} \approx L_0 \left[1 + \frac{x^2}{2L_0^2}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{L_0}{L} = \left[1 + \frac{x^2}{2L_0^2}\right]^{-1} \approx 1 - \frac{x^2}{2L_0^2} \quad \text{II}$$

$$\Rightarrow F = K \frac{x^3}{L_0^3}$$

۱۳- گزینه ۴ صحیح است.

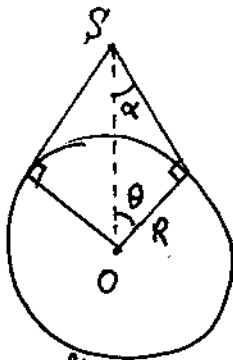
به علت جرفش تورب - هوای اطراف آن نیز به همراه تورب با سرعت خلی aw در حال جرفش است.



$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 = P_A + \frac{1}{2} \rho (v - aw)^2$$

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 = P_B + \frac{1}{2} \rho (v + aw)^2$$

$$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{2P_0 + \rho aw(2v - aw)}{2P_0 - \rho aw(2v + aw)}$$



۱۴- گزینه ۳ صحیح است.

$$g_0 = \frac{GM}{R^2}, \quad \frac{GMm}{r^2} = mr\omega^2 = mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$\Rightarrow g_0 R^2 = r^3 \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \Rightarrow r = \left[\frac{g_0 R^2 T^2}{4\pi^2}\right]^{1/3}$$

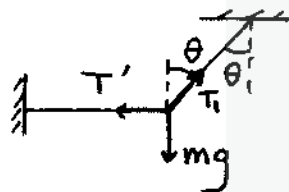
g: ستاب گرانشی در سطح زمین . R: شعاع زمین . T: دوره تناوب جاذبش زمین به دور خود

$$\Rightarrow r \approx 42'000 \text{ km}, \quad \alpha + \theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\theta = \sin\alpha = \frac{R}{r}$$

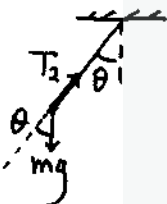
$$\eta = \frac{2\pi R^2(1-\cos\theta)}{4\pi R^2} \times 100 = \frac{1-\cos\theta}{2} \times 100 = 50 \times (1-\sin\alpha) = 50 \times \left(1 - \frac{R}{r}\right)$$

$$\Rightarrow \eta = 50 \times \left(1 - \frac{6400}{42000}\right) \Rightarrow \eta = 42\%$$

۱۵- گزینه ۳ صحیح است.



$$T_1 \cos\theta = mg \Rightarrow T_1 = \frac{mg}{\cos\theta}$$

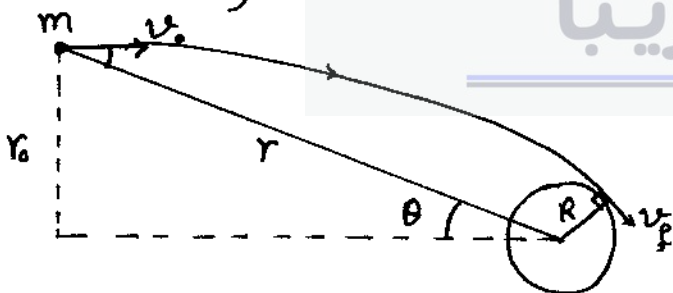


$$T_2 = mg \cos\theta$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \cos^2\theta$$

ذهن زیبا

۱۶- گزینه ۲ صحیح است.

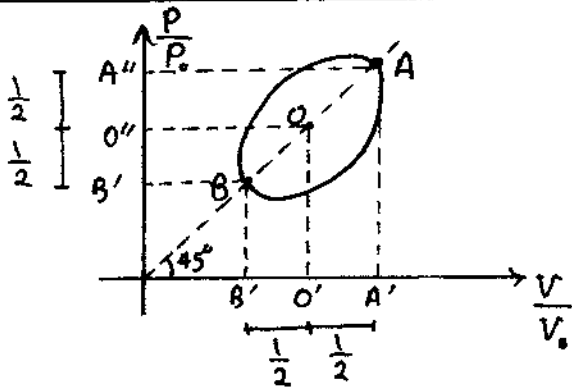


$$\left. \begin{aligned} m v_0 r \sin\theta &= m R v_f \\ r \sin\theta &= R \end{aligned} \right\} r_0 v_0 = R v_f$$

باستفاده از انرژی: $\frac{1}{2} m v_0^2 - 0 = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{GMm}{R} \Rightarrow v_0^2 + \frac{2GM}{R} = v_f^2$

$$\Rightarrow v_0^2 + \frac{2GM}{R} = \left(\frac{r_0}{R} v_0\right)^2 \Rightarrow r_0 = R \left[1 + \frac{2GM}{R v_0^2}\right]^{1/2}$$

✓



۱۷- گزینۀ ϵ صحیح است.

$$O: \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad AB = \sqrt{2} \Rightarrow AO = BO = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

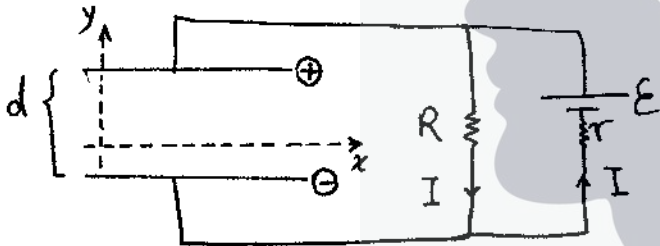
$$A'O' = B'O' = A''O'' = B''O'' = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow A' = A'' = \frac{3}{2}, \quad B' = B'' = \frac{1}{2}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_c}{T_H} = 1 - \frac{T_B}{T_A} = 1 - \frac{P_B V_B}{P_A V_A} = 1 - \frac{B' \cdot B''}{A' \cdot A''} = 1 - \frac{(\frac{1}{2})^2}{(\frac{3}{2})^2} = 1 - \frac{1}{9}$$

$$\Rightarrow \eta \approx 0.89$$

۱۸- گزینۀ ϵ صحیح است.



چون خازن پر شده است پس اختلاف پتانسیل

دو سر آن با اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت R

کیان است.

$$I = \frac{\epsilon}{r+R} \Rightarrow V = RI \quad \left. \begin{array}{l} \\ V = Ed \end{array} \right\} \Rightarrow E = \frac{RE}{d(r+R)}$$

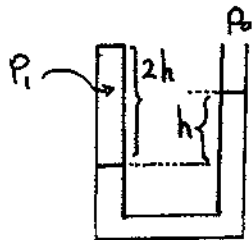
میدان الکتریکی:

$$\left. \begin{array}{l} E_x = 0 \Rightarrow F_x = 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow v_x = v_0, \quad x = v_0 t \\ E_y \neq 0 \Rightarrow F_y = eE_y = ma_y \Rightarrow a_y = \frac{eRE}{md(r+R)}, \quad v_y = a_y t \end{array} \right\} \Rightarrow v_y = \frac{a_y}{v_0} x$$

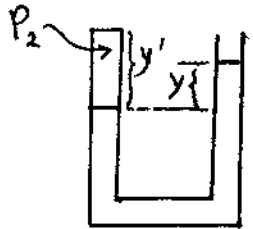
$$x = L \Rightarrow v_y = \frac{eREL}{mdv_0(r+R)}$$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow \tan \theta = \frac{eELR}{mv_0^2 d(r+R)}$$

۱۹ - گزینه ۳ صحیح است.



$$P_1 = P_0 + \rho g h = 2\rho g h$$



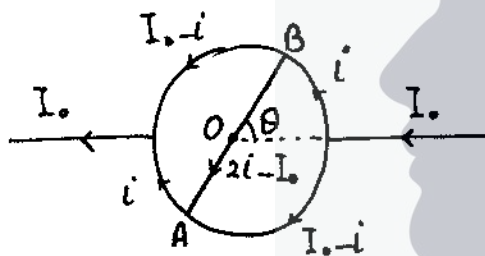
$$P_2 = P_0 + \rho \frac{3}{2} g y = \rho g (h + \frac{3}{2} y)$$

$$y' = 2h - (\frac{h-y}{2}) = \frac{3h+y}{2}$$

$$P_1 \cdot 2h = P_2 \cdot y'$$

$$\Rightarrow 2\rho g h \cdot 2h = \rho g (h + \frac{3}{2} y) (\frac{3h+y}{2}) \rightarrow 3y^2 + 11hy - 10h^2 = 0$$

$$\Rightarrow y = h \left(\frac{\sqrt{241} - 11}{6} \right) \approx 0.76h$$



۲۰ - گزینه ۴ صحیح است.

با توجه به تقارن شکل حول نقطه O، جریان در شکل زیر است:

$$i r \theta + (I_0 - i) r (\pi - \theta) = 2i r \theta + 2(2i - I_0) r$$

$$\Rightarrow i = \frac{\pi - \theta + 2}{\pi + 4} I_0$$

$$I_{AB} = 2i - I_0$$

$$\Rightarrow I_{AB} = \frac{\pi - 2\theta}{\pi + 4} I_0$$

۲۱ - گزینه ۳ صحیح است.

شدت \times سطح = توان. توان خورشید روی سطح کره منتشر می‌شود همچنین سطح مؤثر زمین برابر با

سطح مقطع دایره‌ای آن است. (چرا؟)

$$F = \frac{I}{c} \pi R_e^2 = \left(\frac{P}{4\pi D^2} \right) \frac{\pi R_e^2}{c} = \frac{P}{4c} \left(\frac{R_e}{D} \right)^2$$

$$\Rightarrow F = \frac{3.9 \times 10^6}{4 \times 3 \times 10^8} \left(\frac{6.4 \times 10^6}{1.5 \times 10^{11}} \right)^2 \Rightarrow F \approx 6 \times 10^8 \text{ N}$$

۲۲ - گزینه ۱ صحیح است.

$$\rho_{2s} = \frac{m_s}{V_{2s}} = \frac{m_s}{V_{1s}(1+\beta_s \Delta T)} = \rho_{1s} (1-\beta_s \Delta T)$$

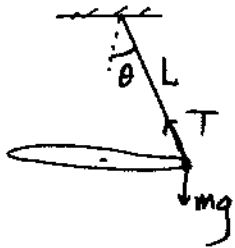
$$\rho_{2w} = \frac{m_w}{V_{2w}} = \frac{m_w}{V_{1w}(1+\beta_w \Delta T)} = \rho_{1w} (1-\beta_w \Delta T)$$

قانون ارسطو: $\rho_w g V = \rho_s g V_s \Rightarrow \frac{V}{V_s} = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\rho_{1s}}{\rho_{1w}} \left(\frac{1-\beta_s \Delta T}{1-\beta_w \Delta T} \right) = \frac{\rho_{1s}}{\rho_{1w}} [1+(\beta_w - \beta_s) \Delta T]$

$$\left(\frac{V}{V_s} \right)_2 = \left(\frac{V}{V_s} \right)_1 [1+(\beta_w - \beta_s) \Delta T] \Rightarrow \frac{\left(\frac{V}{V_s} \right)_2 - \left(\frac{V}{V_s} \right)_1}{\left(\frac{V}{V_s} \right)_1} = (\beta_w - \beta_s) \Delta T$$

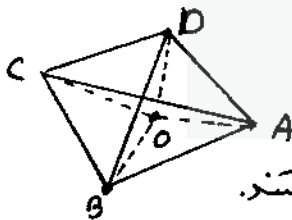
$$\Rightarrow \text{درصد تغییر ارتفاع} = (\beta_w - \beta_s) \Delta T \times 100 = 0.39\%$$

۲۳ - گزینه ۳ صحیح است.



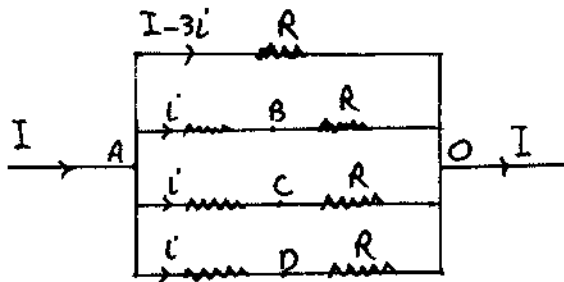
$$\left. \begin{aligned} r &= L \sin \theta \\ T \sin \theta &= \frac{m v^2}{r} \\ T \cos \theta &= mg \end{aligned} \right\} \begin{aligned} v^2 &= L g \sin \theta \tan \theta \\ K &= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m L g \sin \theta \tan \theta \end{aligned}$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-2} \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow K = 75 \text{ mJ}$$



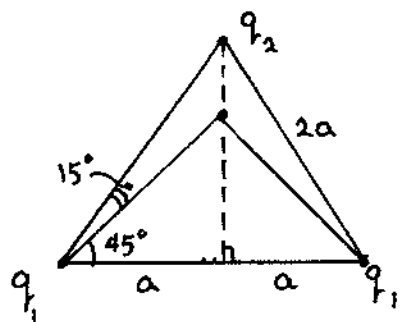
۲۴ - گزینه ۱ صحیح است.

باتوجه به تقارن محل حول محور AO، رؤوس B, C, D هم پتانسیل هستند. جریان از امتلاع BC, CD, BD عبور نمی‌کند و جریان عبوری از AB, AC, AD یکسان است.



$$R(I-3i) = 3Ri \Rightarrow i = \frac{I}{6}$$

$$\left. \begin{aligned} V &= R_e I \\ V &= 3Ri \\ i &= \frac{I}{6} \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_e = \frac{R}{2}$$



۲۵ - گزینه ۳ صحیح است.

$$\frac{q_1}{(a\sqrt{2})^2} \sqrt{2} = \frac{q_2}{(2a\frac{\sqrt{3}}{2} - a)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\sqrt{3} - 1)^2 \Rightarrow \boxed{\frac{q_2}{q_1} = \sqrt{2} (2 - \sqrt{3})}$$

۲۶ - گزینه ۲ صحیح است.

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{GM}{R^2} \frac{1}{(1+\frac{h}{R})^2} = g_0 \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2} = g_0 \left(1 - \frac{2h}{R}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{g}{g_0} = 1 - \frac{2h}{R} \Rightarrow \left| \frac{g - g_0}{g} \right| = \frac{2h}{R} \Rightarrow \text{درصد تفاوت} = \frac{2 \times 39}{6400} \times 100 = 1.2\%$$

۲۷ - گزینه ۲ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} D &= v \cos \theta \cdot T \\ T &= \frac{2\pi R}{v \sin \theta} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{D}{R} = 2\pi \cdot \cot \theta = 2\pi\sqrt{3}$$

۲۸ - گزینه ۴ صحیح است.



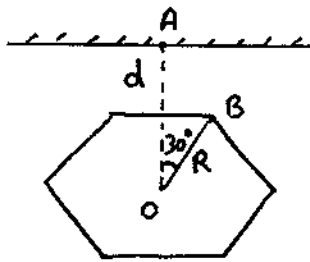
با استفاده از روش مقاومت گرمایی:

$$\frac{T' - T_2}{\frac{L_2}{k_2 A}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L_1}{k_1 A} + \frac{L_2}{k_2 A}} \Rightarrow T' = \frac{L_1 k_2 T_2 + L_2 k_1 T_1}{L_1 k_2 + L_2 k_1}$$

$$T'' = \frac{L_1 k_2 T_1 + L_2 k_1 T_2}{L_1 k_2 + L_2 k_1} \quad \text{با تفسیر جای } T_1 \text{ و } T_2 \text{ ، مقدار } T'' \text{ به دست می آید:}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{T''}{T'} = \frac{L_1 k_2 T_1 + L_2 k_1 T_2}{L_1 k_2 T_2 + L_2 k_1 T_1}}$$

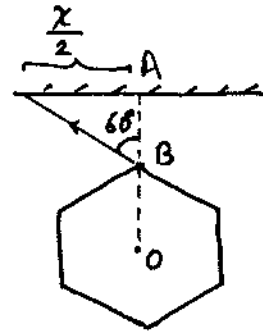
۲۹- گزینه ۱ صحیح است.



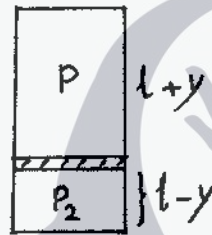
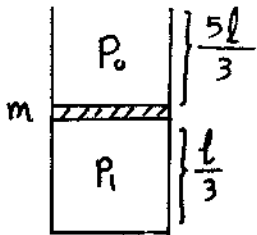
$$\rightarrow OA = d + \frac{\sqrt{3}}{2} R$$

$$AB = AO - OB = d + \frac{\sqrt{3}}{2} R - R$$

$$\frac{\alpha}{2} = AB \cdot \tan 60^\circ \Rightarrow \alpha = 2\sqrt{3} (d - R) + 3R$$



۳۰- گزینه ۲ صحیح است.



$$\left. \begin{aligned} P_1 &= P_0 + \frac{mg}{A} \\ P_1 \frac{l}{3} &= P_0 l \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{mg}{A} = 2P_0$$

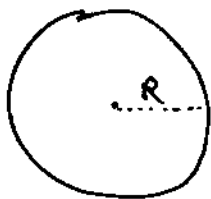
$$\left. \begin{aligned} P + \frac{mg}{A} &= P_2 \\ P_2 (l-y) &= P_0 l \\ P (l+y) &= P_0 l \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \frac{P_0 l}{l+y} + 2P_0 = \frac{P_0 l}{l-y} \rightarrow \frac{1}{l-y} - \frac{1}{l+y} = \frac{2}{l}$$

$$\Rightarrow y^2 + ly - l^2 = 0 \Rightarrow y = \frac{\sqrt{5}-1}{2} l$$

ذهن زیبا

۳۱- گزینه ۲ صحیح است.



$$T_e^2 = \frac{4\pi^2}{GM} R^3$$

$$T_e = 365 \text{ روز}$$

$$(2T)^2 = \frac{4\pi^2}{GM} \left(\frac{R}{2}\right)^3 \Rightarrow T^2 = \frac{1}{32} T_e^2$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_e}{4\sqrt{2}} = \frac{365}{4\sqrt{2}} \Rightarrow T \approx 65 \text{ روز}$$

۳۲ - گزینه ۲ صحیح است.

باتوجه به اینکه در حالت $n=1$ همه l ها برابر صفر است و برای رخ دادن گذر $\Delta l = \pm 1$ باشد

لذا حالت های $l=0$ از $n=2$ حذف می شوند:

$$n=2 \begin{cases} m & l \\ \frac{3}{2} & 1 \\ \frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{3}{2} & 1 \\ \frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{cases}$$

$$\Delta m = 0, \pm 1$$

$$m_2 - m_1 = 0, \pm 1$$

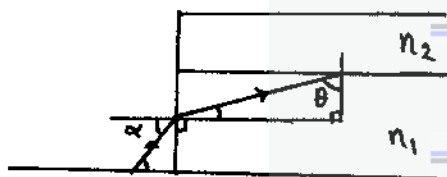
$$m_2 - \frac{1}{2} = 0, \pm 1 \rightarrow m_2 = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{3}{2} : \text{حالت 5}$$

$$m_2 + \frac{1}{2} = 0, \pm 1 \rightarrow m_2 = -\frac{3}{2}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{2} : \text{حالت 5}$$

$$n=1 \begin{cases} \frac{1}{2} & 0 \\ -\frac{1}{2} & 0 \end{cases}$$

10 حالت

۳۳ - گزینه ۱ صحیح است.



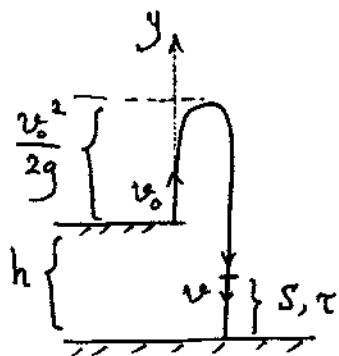
$$\sin \alpha = n_1 \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \rightarrow \cos \theta = \frac{\sin \alpha}{n_1}$$

$$\sin C = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \cos C = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

$$\theta > C \rightarrow \cos \theta < \cos C$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \alpha}{n_1} < \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1} \Rightarrow \boxed{\sin \alpha < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

سؤالات پاسخ کوتاه



۱- پاسخ $h = 90$ m است.

$$-h = -\frac{1}{2}gT^2 + v_0 T$$

$$h = h + 2 \times \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{g} - v_0 T + \frac{1}{2}gT^2$$

$$\left. \begin{aligned} v &= -v_0 + g(T - \tau) \\ S &= v\tau + \frac{1}{2}g\tau^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow S = -\frac{1}{2}g\tau^2 + gT\tau - v_0\tau$$

$$h = 2S \Rightarrow \frac{v_0^2}{g} - v_0 T + \frac{1}{2}gT^2 = -g\tau^2 + 2gT\tau - 2v_0\tau$$

$$\Rightarrow \frac{g}{2}T^2 - (v_0 + 2g\tau)T + \left(\frac{v_0^2}{g} + g\tau^2 + 2v_0\tau\right) = 0$$

$$\Delta = 2g^2\tau^2 - v_0^2, \quad T = \frac{(v_0 + 2g\tau) \pm \sqrt{2g^2\tau^2 - v_0^2}}{g} = \left(2\tau + \frac{v_0}{g}\right) \pm \sqrt{2\tau^2 - \frac{v_0^2}{g^2}}$$

$$\frac{dT}{dv_0} = \frac{1}{g} \pm \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{-2 \frac{v_0}{g^2}}{\sqrt{2\tau^2 - \frac{v_0^2}{g^2}}}\right) = 0 \Rightarrow v_0 = g\tau \rightarrow \frac{v_0}{g} = \tau$$

$$\Rightarrow T_{\max} = 4\tau$$

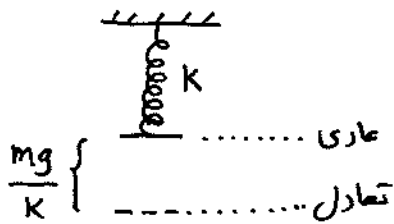
ذهن زیبا

علامت \oplus قابل قبول است. (چرا؟)

$$h = \frac{1}{2}gT^2 - v_0 T = \frac{1}{2}g(4\tau)^2 - g\tau \cdot 4\tau = 4g\tau^2$$

$$h = 4 \times 10 \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 \Rightarrow h = 90 \text{ m}$$

۲- پاسخ ۳۴، ۳۵، ۳۶ یا ۳۷ درست است.



راه حل اول : دوره تناوب سیستم جرم و فنر برابر است با: $2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

و این نوسان حول نقطه تعادل انجام می شود.

با فرض اینکه حرکت از نقطه تعادل شروع شود، اولین بار بعد از $\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ دوباره به نقطه تعادل بازمی گردد. گلوله فاصله بین نقطه تعادل و نقطه عاری را در زمان $\frac{2(\frac{mg}{K})}{v_0}$ به صورت رفت و برگشت طی می کند.

بنابراین زمان لازم از لحظه برخورد جسم به فنر تا جایی مجدد جسم، برابر است با زمان لازم یک

رفت و برگشت به حالت عاری: $T = \pi\sqrt{\frac{m}{K}} - \frac{2mg}{Kv_0} = \pi\sqrt{\frac{30 \times 10^{-3}}{10^2}} - \frac{2 \times 30 \times 10^{-3} \times 10}{10^2 \times 3 \times 10^{-1}}$

$$\Rightarrow T = (\pi\sqrt{300} - 20) \text{ ms} \Rightarrow T = 34.4 \text{ ms} \approx 34 \text{ ms}$$

راه حل دوم : فرض کنید فنر تا نقطه تعادل کشیده شده است و گلوله ای با سرعت v_0 میان به فنر برخورد می کند تا هنگام عبور از نقطه عاری سرعت گلوله v_0 باشد:

$$\frac{1}{2} m v_m^2 + \frac{1}{2} K \left(\frac{mg}{K}\right)^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + mg \left(\frac{mg}{K}\right) \rightarrow v_m = \left[v_0^2 + \frac{mg^2}{K}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$v = v_m \cdot \cos(\omega t) \rightarrow \cos(\omega t) = \frac{v}{v_m} = \frac{v_0}{\left[v_0^2 + \frac{mg^2}{K}\right]^{\frac{1}{2}}}, \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{100}{\sqrt{3}}$$

$$\cos\left(\frac{100}{\sqrt{3}} t\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{100}{\sqrt{3}} t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{\pi\sqrt{3}}{600} \approx 9.07 \text{ ms}$$

زمان رفت از نقطه تعادل تا نقطه عاری ← زمان رفت و برگشت بین نقاط تعادل و عاری = 18.14 ms

$$\Rightarrow T = \pi\sqrt{\frac{m}{K}} - \frac{18.14}{100} = \frac{\pi\sqrt{3}}{100} - \frac{\pi\sqrt{3}}{300} = \frac{2\pi\sqrt{3}}{300} \Rightarrow$$

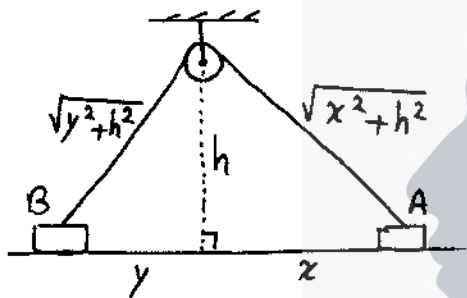
$$T = 36.28 \text{ ms} \approx 36 \text{ ms}$$

راه حل سوم: معادله سرعت زمان جسم: $v = v_m \cos(\omega t)$, $v_m = \left[v_0^2 + \frac{mg^2}{k} \right]^{\frac{1}{2}}$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_0 = v_m \cos(\omega t_1) \rightarrow \cos(\omega t_1) = \frac{v_0}{v_m} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{6} \\ -v_0 = v_m \cos(\omega t_2) \rightarrow \cos(\omega t_2) = \frac{-v_0}{v_m} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega t_2 = \frac{5\pi}{6} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow t_2 - t_1 = \frac{2\pi}{3\omega} = \frac{2\pi}{3 \times \frac{100}{\sqrt{3}}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{\pi\sqrt{3}}{150} = 36.28 \text{ ms} \approx 36 \text{ ms}$$



۳- پاسخ 17 cm/s است.

طول نخ $= L = \sqrt{x^2 + h^2} + \sqrt{y^2 + h^2}$

$$\frac{dL}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{2x\dot{x}}{\sqrt{x^2 + h^2}} + \frac{1}{2} \frac{2y\dot{y}}{\sqrt{y^2 + h^2}} = 0$$

$$\Rightarrow \dot{y} = \left(\frac{\sqrt{y^2 + h^2}}{y} \right) \left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}} \right) \dot{x}$$

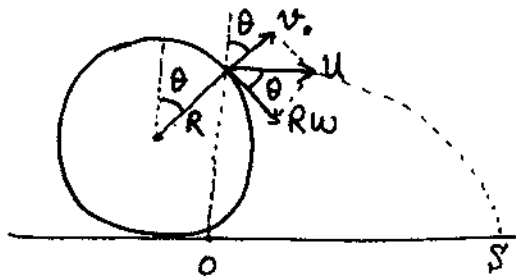
$x = 3 \text{ m}$

$h = 4 \text{ m}$

$L = 13.5 \text{ m}$

$$\sqrt{y^2 + 4^2} + \sqrt{3^2 + 4^2} = 13.5 \rightarrow y = 7.5 \text{ m}$$

$$\dot{x} = 25 \text{ cm/s} \rightarrow \dot{y} = \left(\frac{8.5}{7.5} \right) \times \left(\frac{3}{5} \right) \times 25 \text{ cm/s} \rightarrow \dot{y} = v_B = 17 \text{ cm/s}$$



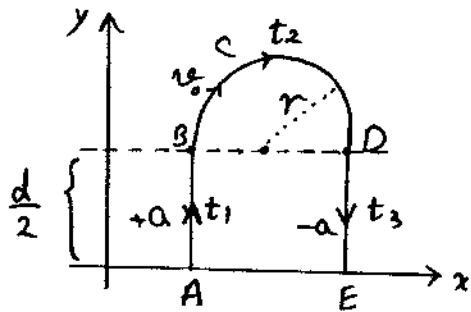
۴- پاسخ $47 \text{ m}^2/\text{s}^2$ درست است.

$$\left. \begin{aligned} v_0 \cos \theta &= R\omega \sin \theta \\ u &= v_0 \sin \theta + R\omega \cos \theta \end{aligned} \right\} \rightarrow u = \frac{v_0}{\sin \theta}$$

$$x = ut, \quad y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y = \frac{gx^2}{2u^2} \Rightarrow u^2 = \frac{gx^2}{2y}$$

$$\left. \begin{aligned} u &= v_0 / \sin \theta \\ y &= R(1 + \cos \theta) \\ x &= R \end{aligned} \right\} \rightarrow v_0^2 = \frac{gR^2}{R} \cdot \frac{1 - \cos \theta}{2} \Rightarrow v_0^2 = 67 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

۱۷



۱- پاسخ ۲۹ درست است.

مسیر \overline{AB} : تحت نیروی الکتریکی، شتاب تندشونده دارد.

مسیر \overline{BCD} : تحت نیروی مغناطیسی، حرکت دایره‌ای با

سرعت ثابت دارد.

مسیر \overline{DE} : تحت نیروی الکتریکی، شتاب کندشونده دارد.

$$E = \frac{V}{d}, F = eE = ma \Rightarrow a = \frac{eV}{md} : \text{ شتاب } \overline{AB}, \overline{DE}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} \frac{eV}{md} t_1^2 \rightarrow t_1 = \left[\frac{md^2}{eV} \right]^{1/2} = t_3$$

$$\left. \begin{aligned} qv_0 B &= mr\omega^2 \\ v_0 &= r\omega \\ \omega &= \frac{2\pi}{2t_2} \end{aligned} \right\} \rightarrow t_2 = \frac{\pi m}{eB}$$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = 2\sqrt{\frac{md^2}{eV}} + \frac{\pi m}{eB}, B = 2 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, d = 1.6 \times 10^{-2} \text{ m}, V = 145 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\Rightarrow T = 29 \times 10^{-8} \text{ s}$$

۲- پاسخ ۷۲ ms درست است.

۷- پاسخ ۵ درست است.

در حالت اول، نیروی مقاومت هوا با نیروی وزن یکسان است و سرعت برابر $\frac{L}{T}$ می باشد:

$$\rho \frac{4}{3} \pi r^3 g = 6 \pi \eta r \frac{L}{T} \rightarrow r = \left(\frac{g}{2} \cdot \frac{\eta L}{\rho g T} \right)^{1/2}$$

در حالت دوم، نیروی الکتریکی با وزن یکسان است:

$$\rho \frac{4}{3} \pi r^3 g = n e \cdot E \rightarrow n = \frac{4}{3} \frac{\rho g}{e E} \cdot r^3$$

$$\rightarrow n = \left(\frac{4}{3} \frac{\rho g}{e E} \right) \cdot \left(\frac{g}{2} \cdot \frac{\eta L}{\rho g T} \right)^{3/2}$$

$$\rightarrow n = \left(\frac{4}{3} \times \frac{\pi \times 8 \times 10^{-1} \times 10^3 \times 10}{1.4 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}} \right) \cdot \left(\frac{9}{2} \times \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 16 \times 10^{-3}}{0.8 \times 10^3 \times 10 \times 16} \right)^{3/2} \approx 4.82$$

$$\Rightarrow n = 5$$

سلامت، ساد و موفق باشید.

- امیر پرتوی -

بهار - ۱۳۹۱

ذهن زیبا