جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه سوالات و پاسخ تشریحی
مرحله اول
بیست و سومین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۸

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
۳۲	۷	۱۸۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

تذکرات آزمون:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:

- این آزمون شامل **۳۲ سوال تستی و ۷ مسأله‌های تشریحی** و وقت آن **۱۸۰ دقیقه** است.
- نمره‌ی هر سوال در ابتدای آن نوشته شده است.
- استفاده از ماشین‌حساب در این آزمون مجاز است.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز **نیست**.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- آماده‌سازی پاسخنامه‌ی این آزمون توسط **ایرانفو، مرجع المپیاد فیزیک ایران** انجام شده است.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

ایرانفو
مرجع المپیاد فیزیک ایران

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

۱- دو ظرف استوانه‌ای رسانای گرما درنظر بگیرید که دهانه‌ی هرکدام با یک پیستون بدون اصطکاک بسته شده، و در هرکدام مقدار یکسانی گاز کامل در شرایط مشابه قرار دارد. روی پیستون طرف اول یک کیسه‌ی شن می‌گذاریم، به طوری که پیستون پایین می‌رود و حجم گاز به کمترین مقدار V می‌رسد. پس از مدت کوتاهی، پیش از آن‌که حجم تغییر کند. فشار گاز P_a و دمای آن T_a می‌شود. روی پیستون ظرف دوم آن‌قدر شن را دانه دانه و به آرامی می‌گذاریم تا حجم گاز در این ظرف همان V شود. در این حالت فشار گاز P_b و دمای آن T_b است. فرض کنید. طی این دو فرآیند، سیستم همواره نزدیک به تعادل ترمودینامیکی بوده است. کدام گزینه درست است؟ $(+۴,-۱)$

الف) $P_a > P_b$ و $T_a = T_b$

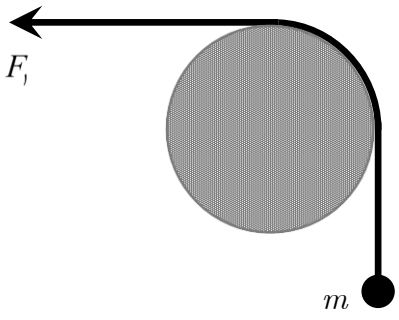
ب) $T_a > T_b$

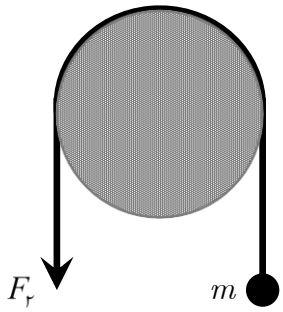
ج) $P_a = P_b$ و $T_a > T_b$

د) $P_a < P_b$ و $T_a < T_b$

هـ) $P_a = P_b$ و $T_a = T_b$

۲- مطابق شکل به یک سرنخی که از روی قطعه چوبی به شکل یک استوانه رد شده وزنه‌ی m آویخته و به سردیگر نخ نیروی $F_۱$ وارد شده است به طوری که وزنه در حال تعادل و در آستانه‌ی بالا آمدن است. نخ با چوب اصطکاک دارد. به طوری که $F_۱ - mg = f_۱$ فرض کنید نخ را ۹۰° دیگر روی چوب می‌اندازیم، به طوری که نیروی $F_۲$ در راستای قائم و رو به پایین قرار گیرد. در این حالت $F_۲ - mg = f_۲$ و جسم در آستانه‌ی بالا آمدن است. نسبت $\frac{f_۲}{f_۱}$ کدام است؟ $(+۲,-۱)$



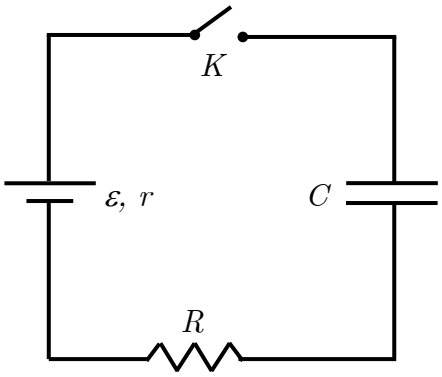


الف) ۱

ب) ۲

ج) بیش از ۲

۳- در مدار نشان داده شده در شکل خازن در ابتدا خالی است. در فاصله‌ی زمانی بسته شدن کلید تا پرشدن خازن چه مقدار انرژی در مقاومت R تلف شده است؟ ظرفیت خازن C مقاومت داخلی مولد τ و نیروی محرکه‌ی مولد ε است. $(+۳,-۱)$



الف) $\frac{C\varepsilon^۲R}{\tau + R}$

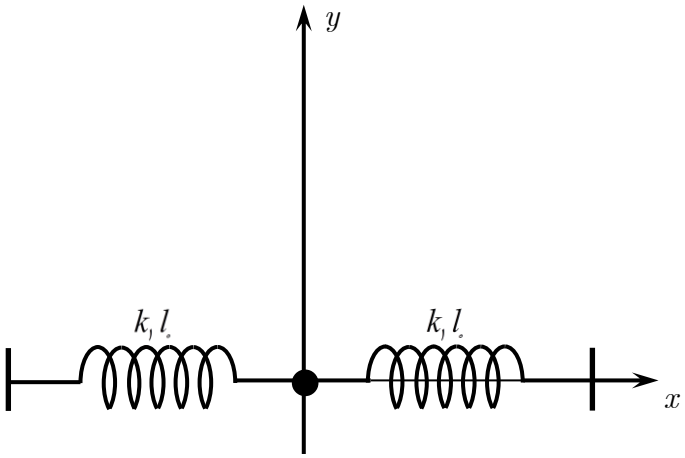
ب) $\frac{۱}{۲}C\varepsilon^۲$

ج) $\frac{C\varepsilon^۲R}{۲(r+R)}$

د) $\frac{C\varepsilon^۲R}{۲(\tau+R)^۲}$

۴- مطابق شکل، جسمی به دو فنر مشابه با ثابت K و طول آزاد ℓ_0 متصل است. طرف دوّم هریک از فنرها به دیواره‌های ثابت متصل است. فاصله‌ی دو دیواره $2\ell_0$ است. این مجموعه در صفحه‌ی افقی x,y است. جسم را در امتداد محور y به اندازه‌ی a جابـــه‌جا می‌کنیم، طوری که a بسیار کوچک‌تر از ℓ_0 است. $(a << \ell_0)$ اندازه‌ی برآیند نیروی وارد بر جسم کدام است؟ $(+۳,-۱)$

$(1+\varepsilon)^\alpha \simeq 1+\alpha\varepsilon$



الف) ka

ب) $\frac{k}{\ell_0}a^2$

ج) $\frac{k}{\ell_0^2}a^2$

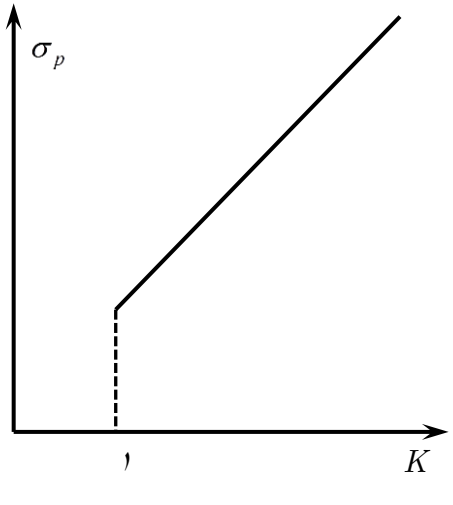
د) $\frac{k}{\ell_0^3}a^4$

۵- جسمی از حال سکون روی یک سطح شیب‌دار به طرف پایین حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح شیب‌دار μ است. زاویه‌ی شیب سطح θ است. $\tan 2\theta$ چه‌قدر باشد تا جسم فاصله‌ی افقی d را در کوتاه‌ترین زمان طی کند؟ $(+۳,-۱)$

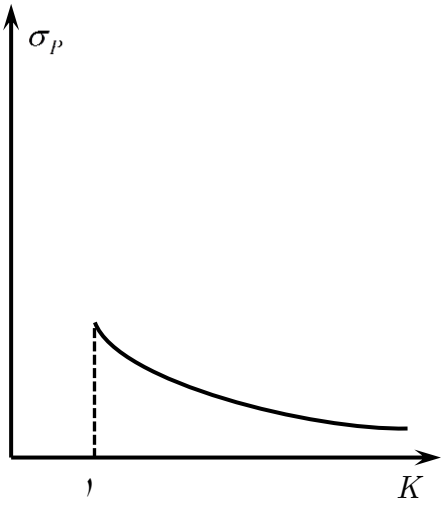
الف) $\frac{-1}{\mu}$ ب) $\frac{-1}{2\mu}$ ج) μ د) -2μ

۶- خازن تختی را که عایق بین صفحه‌های آن هواست، به یک باطری وصل کرده و سپس جدا می‌کنیم. روی صفحه‌های خازن بارهای $+q$ و $-q$ قرار می‌گیرد. در این حال یک تیغه‌ی عایق با ثابت دی‌الکتریک K بین دو صفحه قرار می‌دهیم، طوری که همـه‌ی فضای خالی بین دو صفحه را پر می‌کند و بارهای صفحه‌های خازن تغییر نمی‌کند. تیغه‌ی عایق در میدان الکتریکی بین دو صفحه قطبیده (پلاریزه) می‌شود. می‌توان قطبیده شدن تیغه‌ی عایق را به این شکل مدل‌سازی کرد که گویا دو بار $+q_P$ و $-q_P$ روی دو طرف تیغه‌ی عایق، کنار صفحه‌های خازن ایجاد شده است. (بار $+q_p$ کنار صفحه‌ی منفی خازن، و بار $-q_p$ کنار صفحه‌ی مثبت خازن)، چگالی سطحی بار فرضی $+q_p$ روی سطح تیغه‌ی عایق را با σ_p نشان می‌دهیم. نمودار σ_p برحسب K کدام است؟ $(+۳\ ,-۱)$

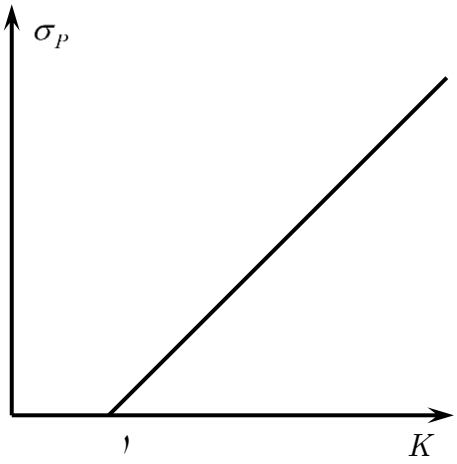
الف)



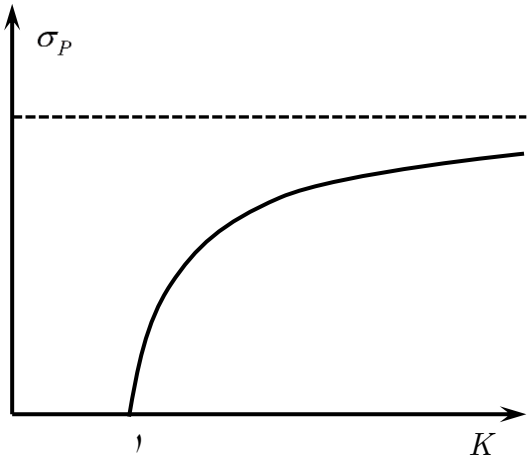
ب)



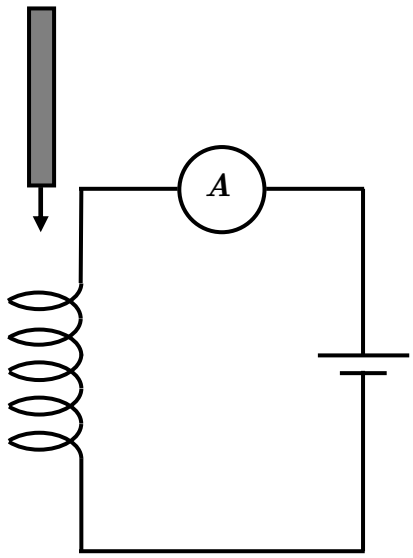
ج)



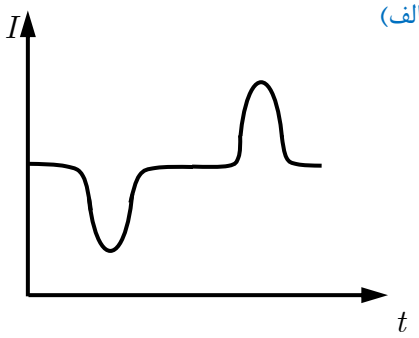
د)



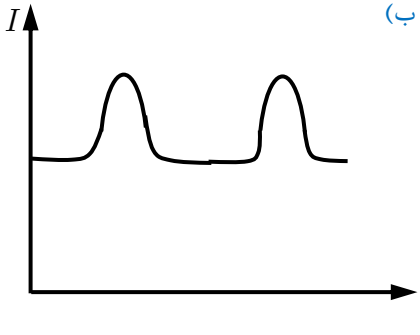
۷- یک میله‌ی آهنی با سرعت ثابت از وسط یک سیم‌پیچ متصل به باطری عبور می‌کند. آمپرمتر جریان I را نشان می‌دهد. نمودار $I(t)$ (جریان برحسب زمان) کدام است؟ $(+۳, -۱)$



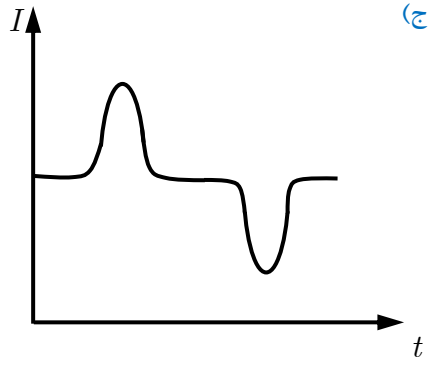
الف)



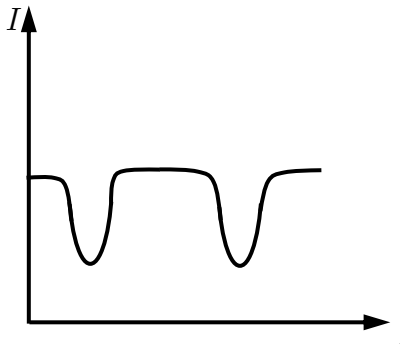
ب)



ج)



د)



۸- یک انسان بالغ در یک شبانه روز تقریباً به چه قدر اکسیژن نیاز دارد؟

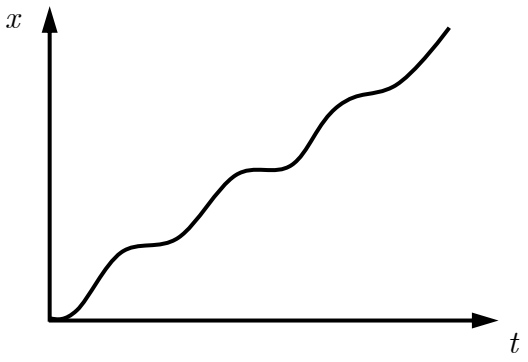
الف) $۱۰\ g$ ب) $۱kg$ ج) $۱۰۰\ kg$

۹- فاصله‌ی یک جسم از یک عدسی واگرا N برابر فاصله‌ی کانونی عدسی است. نسبت طول جسم به طول تصویر کدام گزینه است؟ $(+۳, -۱)$

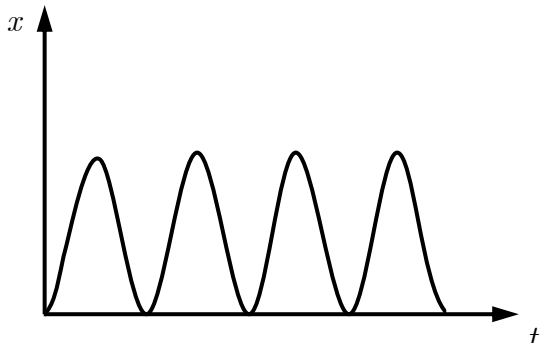
الف) $N-۱$ ب) N ج) $N+۱$ د) $\frac{N+۱}{۲}$

۱۰- ذره‌ای در لحظه‌ی $t=۰$ از نقطه‌ی $x=۰$ و با سرعت $u=۰$ در امتداد محور x شروع به حرکت می‌کند و شتاب آن $a=A\sin(\omega t)$ است، که در آن A و ω دو ثابت مثبت‌اند. منحنی مکان ـ زمان متحرک کدام یک از شکل‌های زیر است؟ $(+۳, -۱)$

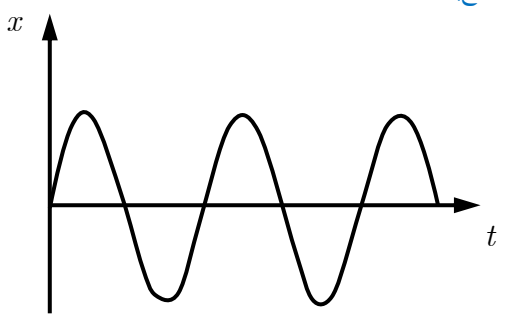
الف)



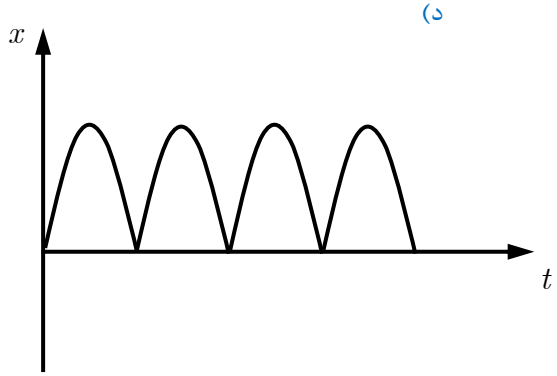
ب)



ج)

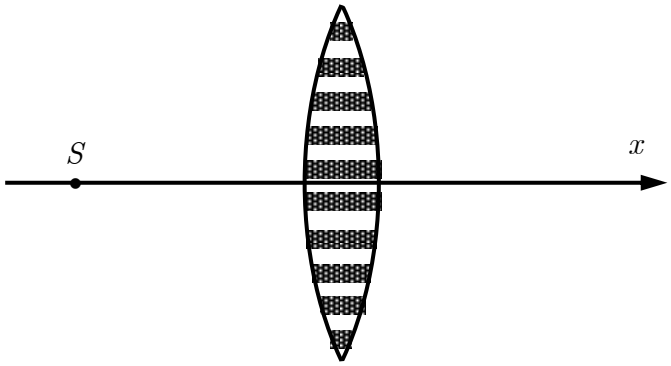


د)



www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir

۱۱- مطابق شکل یک عدسی از دو نوع شیشه با ضریب شکست مختلف ساخته شده است. لایه‌هایی که در شکل خاکستری‌اند. از یک نوع شیشه، و لایه‌هایی که در شکل مفیداند از نوع دیگراند. منبع نقطه‌ای تکرنگ S روی محور نوری این عدسی و در سمت چپ آن است. از شکست نور در مرز بین دو نوع شیشه صرف‌نظر کنید. پرده‌ای عمود بر محور نوری این عدسی در سمت راست عدسی است. این پرده از نزدیک عدسی در جهت محور x حرکت می‌کند. $(+۳,-۱)$



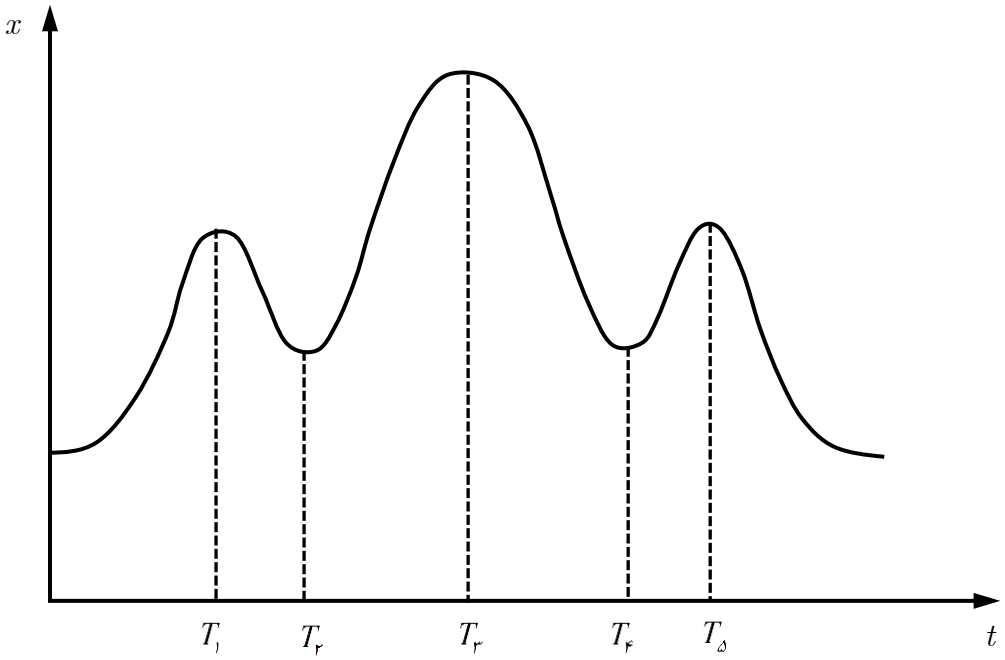
الف) طی حرکت پرده فقط یک مکان وجود دارد که روی پرده یک نقطه‌ی روشن دیده می‌شود.

ب) طی حرکت پرده فقط یک مکان وجود دارد که روی پرده یک لکه‌ی روشن دیده می‌شود.

ج) طی حرکت پرده دو مکان وجود دارد که روی پرده فقط یک نقطه‌ی روشن دیده می‌شود.

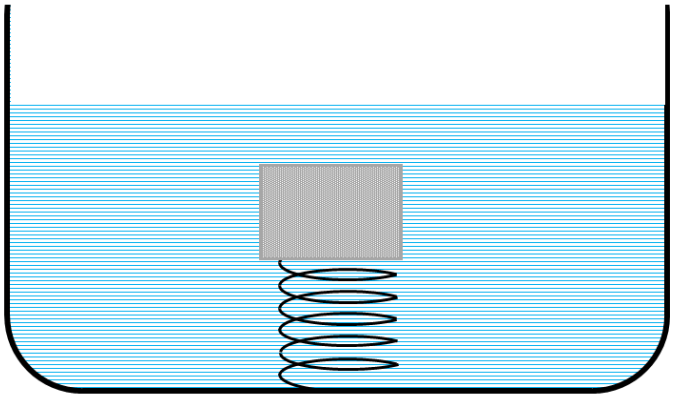
د) طی حرکت پرده دو مکان وجود دارد که روی پرده لکه‌ی روشنی داریم که در این دو جا شدت روشنایی در مرکز لکه بیشینه است.

۱۲- سرعت متوسط متحرکی بین زمان $t=۰$ و $t=T$ را با $\overline{v}(۰,T)$ نمایش می‌دهیم. منحنی مکان ـ زمان متحرکی که روی خط راستی حرکت می‌کند. به صورت زیر است. اندازه‌ی $\overline{v}(۰,T)$ به ازای $T=T_۰$ بیشترین مقدار است. $T_۰$ در نزدیکی کدام زمان است؟ $(+۴,-۱)$



الف) $T_۱$ ب) $T_۲$ و $T_۴$ ج) $T_۱$ و $T_۵$ د) $T_۲$ هـ) $T_۵$

۱۳- درون ظرفی مقداری آب ریخته‌ایم. چگالی آب ρ_0 است. جسمی به جرم M و چگالی $\rho_1 (\rho_1 < \rho_0)$ به وسیله فنری که به کف ظرف متصل شده، نگه داشته شده است. فنر کشیده می‌شود. ولی جسم از آب بیرون نمی‌آید. نیرویی که آب به کف ظـــــرف وارد می‌کند W_1 است. اگر به جای جسم قبلی جسم دیگری با همان جرم ولی چگالی بیشتر $\rho_2 (\rho_2 > \rho_0)$ را به فنر ببندیم، فنر فشرده می‌شود ولی نه آن‌قدر که به کف ظرف بچسبد. در این حالت نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند. W_2 است. کدام گزینه درست است؟ در دو حالت مقدار آب یکسان است. $(+۲,-۱)$

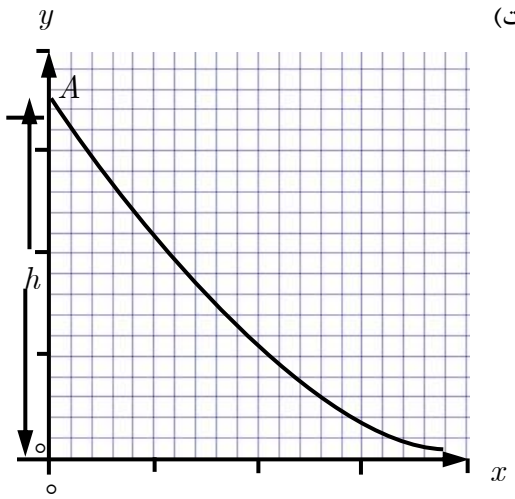


الف) $W_2 > W_1$

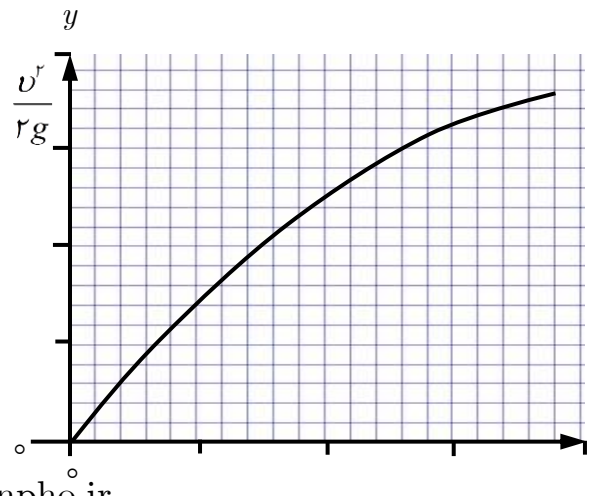
ب) $W_2 = W_1$

ج) $W_2 < W_1$

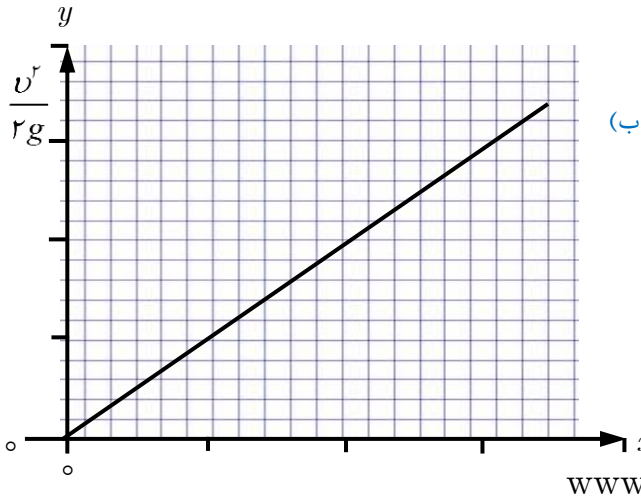
۱۴- شکل روبرو میله‌ی باریکی را نشان می‌دهد. شتاب گرانش در امتداد $-y$ است. مهره‌ی تسبیحی روی میله از نقطه‌ی $A = (0,h)$، با سرعت اولیه‌ی صفر رها می‌شود. اصطکاک ناچیز است. نمودار تغییرات $\frac{v^2}{3g}$ برحسب x کدام یک از شکل‌های زیر است؟ (v سرعت لحظه‌ای ذره است)



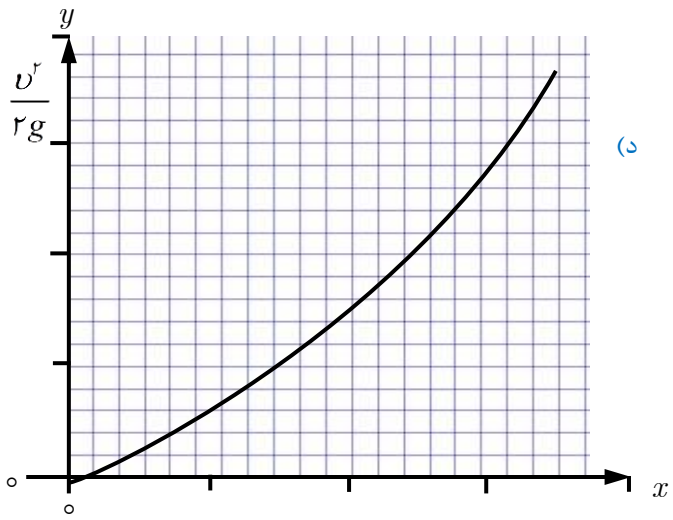
الف)



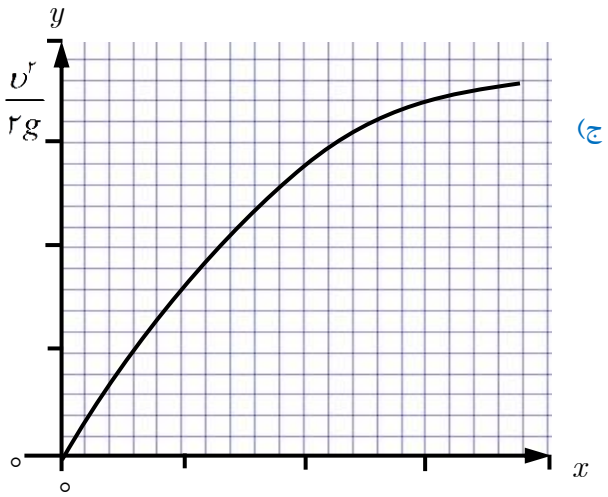
ب)



www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir



د)

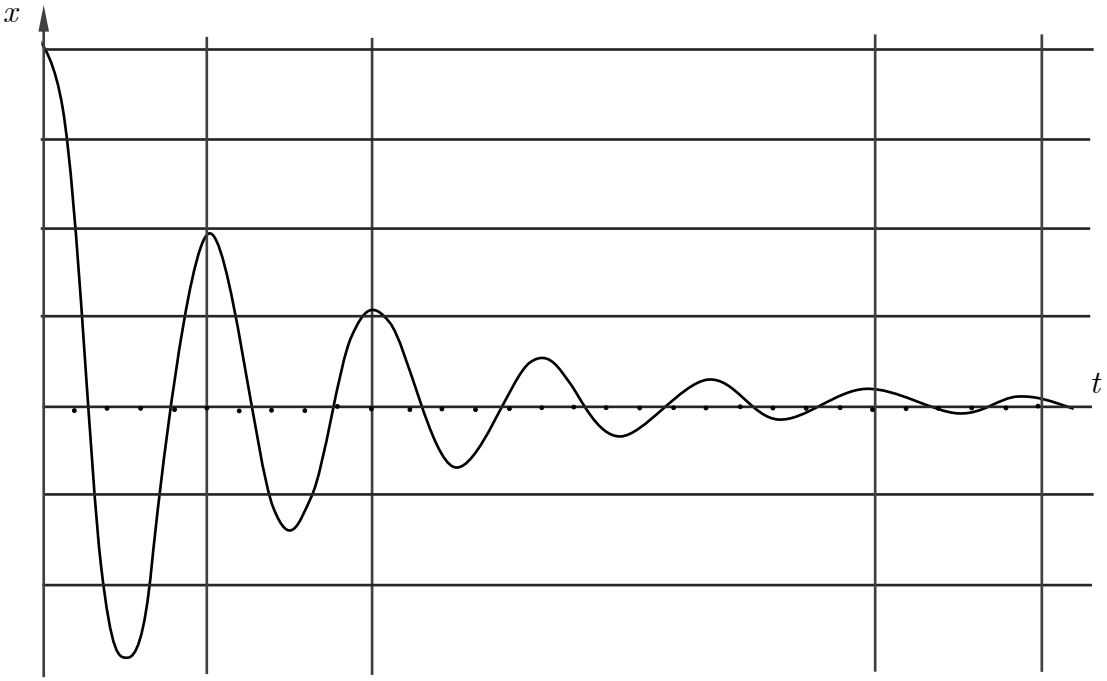


ج)

۱۵- برای یک تخم‌مرغ معمولی متوسط، جرم تخم‌مرغ را با M و جرم پوسته‌ی آن را با m نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟
راهنمایی: چگالی پوسته را تقریباً ۳ برابر چگالی آب بگیرید. تخم‌مرغ را به شکل گره، و ضخامت پوسته را $0/3mm$ بگیرید.
$(+3,-1)$

الف) $M \simeq 60g$ و $m \simeq 20g$
ب) $M \simeq 60g$ و $m \simeq 6g$
ج) $M \simeq 200g$ و $m \simeq 6g$
د) $M \simeq 200g$ و $m \simeq 20g$

۱۶- جسمی به جرم m را به فنری به ثابت k وصل کرده‌ایم و از حالت تعادل $(x=0)$ خارج و سپس رها می‌کنیم. جسم شروع به نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که جسم در مکان x است و سرعت آن v است، انرژی آن $\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2$ است. منحنی مکان ـ زمان جسم را در شکل می‌بینید. به علت وجود اصطکاک این حرکت میرا است. و دامنه‌ی حرکت با گذشت زمان کوچک می‌شود. در یک سیگنال جسم از بیشینه فاصله از نقطه‌ی تعادل شروع می‌کند و پس از دوبار گذشتن از حالت تعادل به دورترین نقطه‌ی ممکن از آن می‌رود. در هر نوسان بخشی از انرژی تلف می‌شود. نسبت انرژی تلف شده در سیکل دوم به انرژی تلف شده در سیکل اول چقدر است؟
$(+3,-1)$

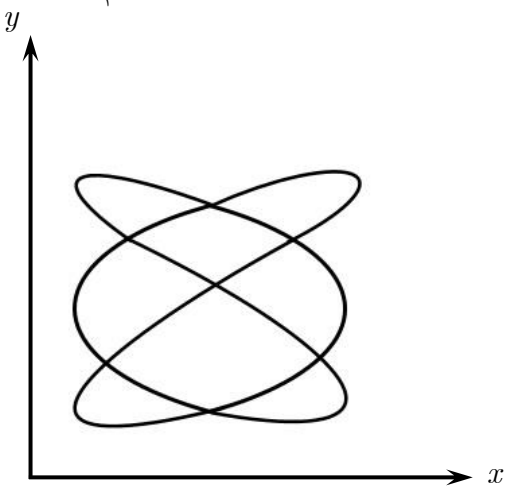


الف) ۱
ب) $\frac{1}{2}$
ج) $\frac{3}{4}$
د) $\frac{1}{4}$

۱۷- ذره‌ای در صفحه‌ی xy بر روی مسیری که در شکل نشان داده شده حرکت می‌کند. معادله‌ی حرکت این ذره به شکل زیر است.

$$x = A_۱ + B_۱ \cos(۲\pi f_۱ t + \alpha_۱)$$
$$y = A_۲ + B_۲ \cos(۲\pi f_۲ t + \alpha_۲)$$

به بیان دیگر، تصویر این ذره روی هریک از محورهای x و y مثل یک نوسانگر ساده با بسامدهای $f_۱$ و $f_۲$ است. نسبت $\frac{f_۱}{f_۲}$ چیست؟



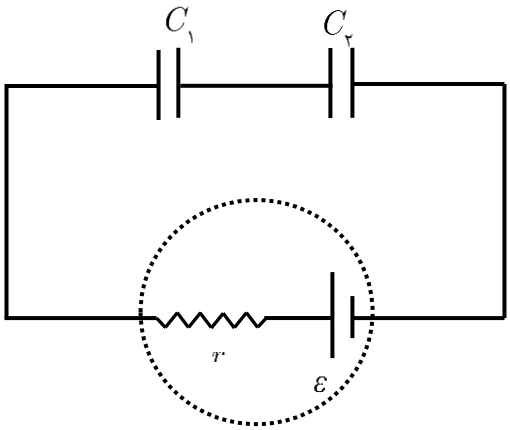
الف) $\frac{۱}{۲}$

ب) $\frac{۲}{۳}$

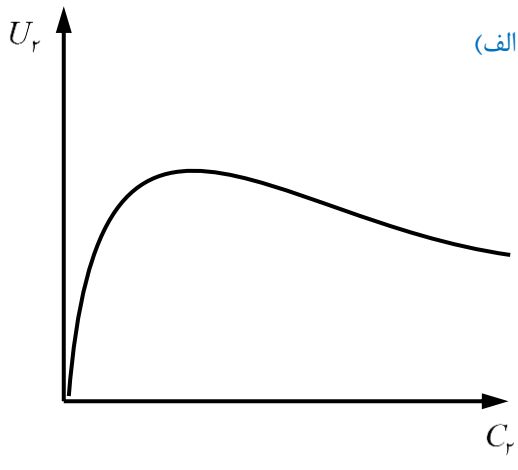
ج) $\frac{۳}{۲}$

د) $\frac{۲}{۱}$

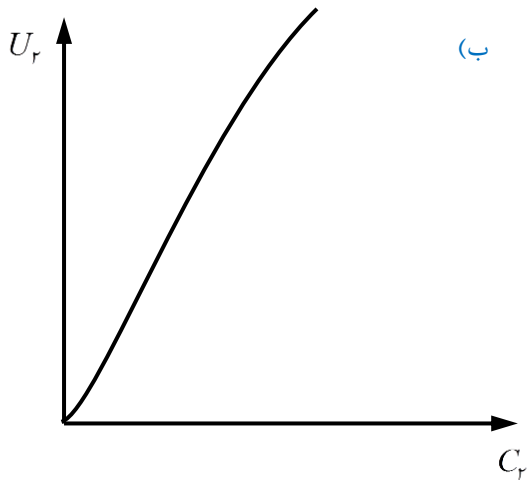
۱۸- در مدار نشان داده شده در شکل r ،ε و $C_۱$ مقادیر ثابتی هستند. با تغییر $C_۲$ انرژی ذخیره شده در خازن ۲، که آن را با $U_۲$ نشان می‌دهیم، تغییر می‌کند. نمودار $U_۲$ برحسب $C_۲$ کدام است؟



الف)

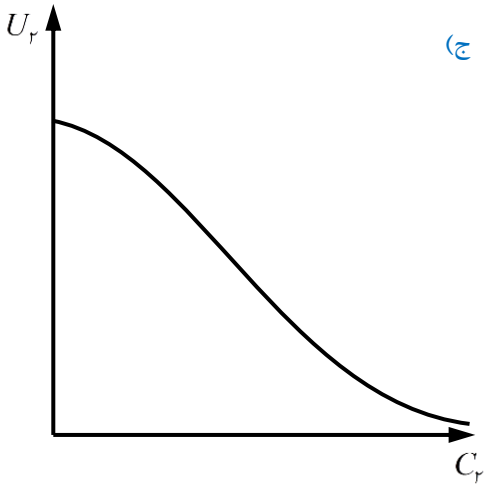


ب)

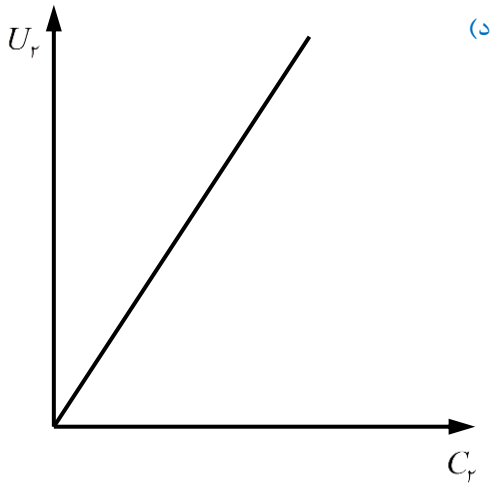


www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir

ج)



د)

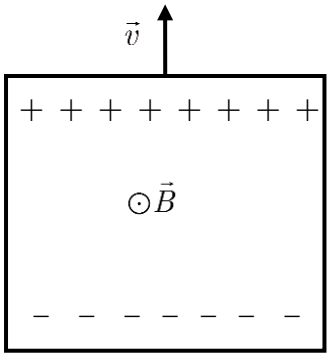


۱۹- $۶۰cm^۳$ آب را روی کف زمین اتاقی به ابعاد $۳m \times ۴m \times ۵m$ می‌ریزیم. پس از مدتی همه‌ی آب تبخیر می‌شود. فاصله‌ی متوسط بین دو ملکول مجاور آب پس از گذشتن زمان طولانی از تبخیر تقریباً چند برابر می‌شود؟ $(+۳, -۱)$

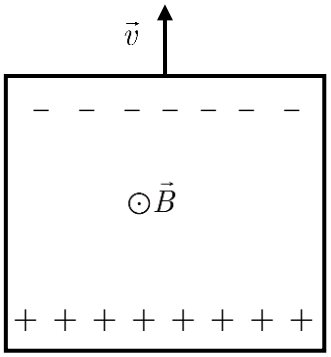
الف) ۱۰ برابر ب) ۱۰۰ برابر ج) ۱۰۰۰ برابر د) ۱۰۰۰۰ برابر

۲۰- یک رسانای مسطح مربع شکل با سرعت v در یک میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت می‌کند. کدام یک از شکل‌های زیر توزیع بار الکتریکی روی رسانا را به درستی نشان می‌دهد؟ جهت میدان مغناطیسی بر صفحه‌ی کاغذ عمود و رو به شما است. $(+۳, -۱)$

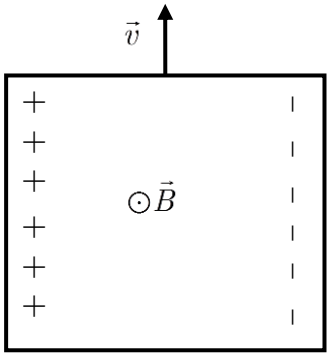
الف)



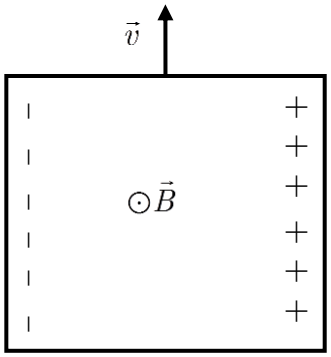
ب)



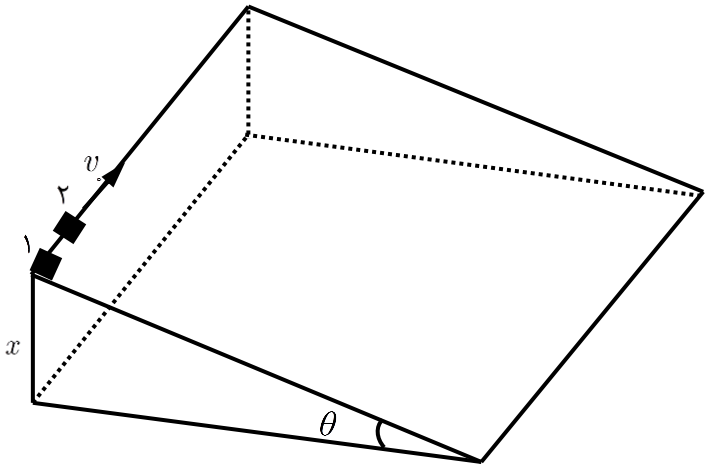
ج)



د)



۲۱- ماخ دو ذره‌ی مشابه را کنار هم روی سطح شیب‌داری با شیب θ و ارتفاع h قرار داده‌ایم. ذره‌ی ۱ را رها می‌کنیم و همزمان ذره‌ی ۲ را با سرعت اولیه‌ی افقی v_0، مطابق شکل پرتاب می‌کنیم. ضریب اصطکاک بین این ذرات و سطح شیب‌دار را $\mu < \tan\theta$ بگیرید. کدام گزینه در مورد زمان رسیدن این دو ذره به پایین سطح شیب‌دار درست است؟ $(+۳,-۱)$



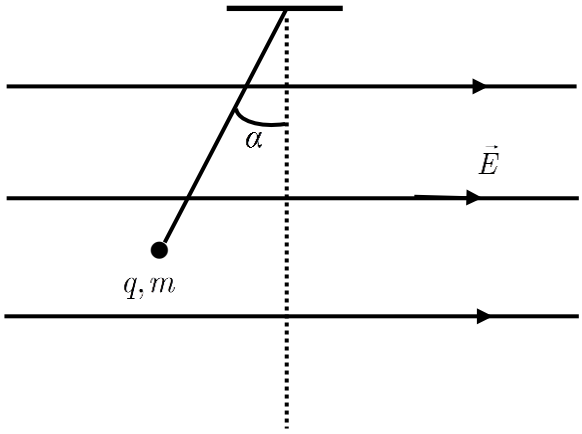
الف) ذره‌ی ۱ حتماً زودتر می‌رسد.

ب) ذره‌ی ۲ حتماً زودتر می‌رسد.

ج) دو ذره حتماً هم‌زمان می‌رسند.

د) در صورتی که $v_0 < \sqrt{2gh}$ باشد. (g شتاب گرانش است) ذره‌ی ۱، و در غیراین‌صورت ذره ۲ حتماً زودتر می‌رسد.

۲۲- ماخ شکل زیر آونگی با بار الکتریکی مثبت q و وزن mg را نشان می‌دهد. که در یک میدان الکتریکی یکنواخت و افقی $\vec{E}$ قرار دارد. آونگ را مقداری از امتداد قائم (امتداد خط چین) خارج می‌کنیم و در حالت نشان داده شده در شکل ساکن نگه می‌داریم. طوری که نخ آونگ کشیده شده است. آونگ را رها می‌کنیم. گلوله‌ی آونگ روی خط راست حرکت می‌کند و نخ آونگ شل می‌شود. کدام گزینه در مورد زاویه‌ی α که در شکل نشان داده شده صحیح است؟ $(+۳,-۱)$



الف) $\alpha > Arc\tan\left(\frac{qE}{mg}\right)$

ب) $\alpha > Arc\tan\left(\frac{mg}{qE}\right)$

ج) $\alpha < Arc\tan\left(\frac{qE}{mg}\right)$

د) $\alpha < Arc\tan\left(\frac{mg}{qE}\right)$

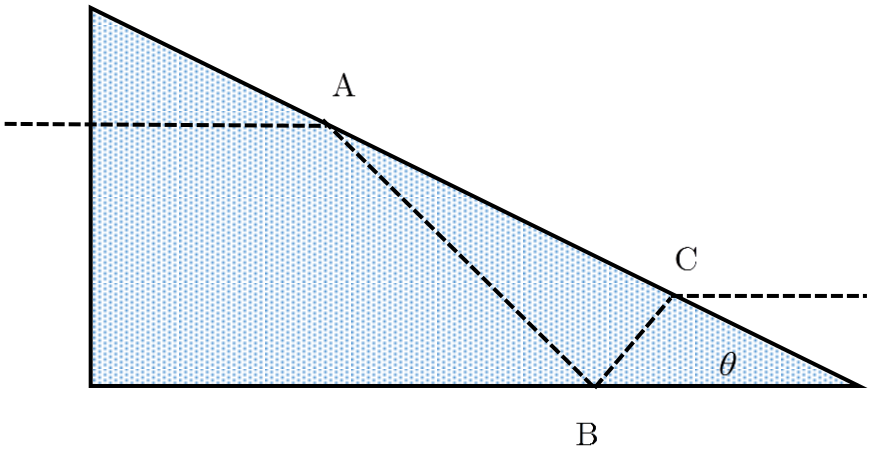
۲۳- ماخ جسم کوچکی روی محور اصلی یک آینه‌ی مقعر، در فاصله‌ی p از آینه، و در حال نزدیک شدن به آینه است. سرعت جسم نسبت به آینه v_0 است. تصویر حقیقی این جسم روی محور اصلی آینه، در فاصله‌ی q از آینه، و در حال دور شدن از آینه است. سرعت تصویر نسبت به آینه v_1 است. p، q، v_0 و v_1 همگی مثبت‌اند. کدام گزینه درست است؟ $(+۳,-۱)$

الف) $v_1 = \left(\frac{p}{q}\right)^2 v_0$ ب) $v_1 = \left(\frac{q}{p}\right)^2 v_0$ ج) $v_1 = \left(\frac{p}{q}\right) v_0$ د) $v_1 = \left(\frac{q}{p}\right) v_0$

www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir

۲۴- مقطع یک منشور مثلث قائم‌الزاویه، و ضریب شکست آن n است. مطابق شکل پرتویی عمود بر وجه به منشور می‌تابد. این پرتو پس از بازتـابـش کـلی از نقاط A و B به نقطه‌ی C می‌رسد و از آن نقطه موازی پرتوی تابیده از آن خارج می‌شود. زاویه‌ی θ چقدر است؟ فرمول‌های زیر ممکن است به درد بخورند.

$$\cos(A+B)=\cos A\cos B-\sin A\sin B$$
$$\sin(A+B)=\sin A\cos B+\cos A\sin B$$



الف) $Arc\cos\frac{۱}{n}$

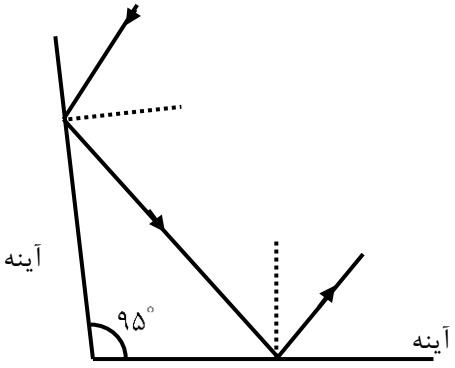
ب) $Arc\sin\frac{۱}{n}$

ج) $Arc\cos\frac{۱}{۲}\sqrt{۳+\frac{۱}{n}}$

د) $Arc\sin\frac{۱}{۲}\sqrt{۳+\frac{۱}{n}}$

هـ) $Arc\cos\sqrt{۳+\frac{۱}{n}}$

۲۵- در شکل مقابل همه‌ی پرتوها در یک صفحه‌اند. با ثابت نگه داشتن آینه‌ها پرتوی تابیده را در همین صفحه ۳° می‌چرخانیم. زاویه‌ی میان پرتوی تابیده بر آینه‌ی اول و پـرتـوی بازتابـیده از آینه‌ی دوم را زاویه‌ی انحراف می‌نامیم. این زاویه چند درجه تغییر می‌کند؟ $(+۳,-۱)$



الف) ۰°

ب) ۳°

ج) ۶°

د) ۹°

۲۶- مقداری گاز کامل به حجم اولیه‌ی V و فشار اولیه‌ی P فرآیندی را می‌پیماید. این فرآیند در صفحه‌ی PV یک خط راست با شیب $m(m<۰)$ است. در طول این فرآیند انرژی درونی: $(+۳,-۱)$

الف) به ازای هر مقدار m دائماً کم می‌شود.

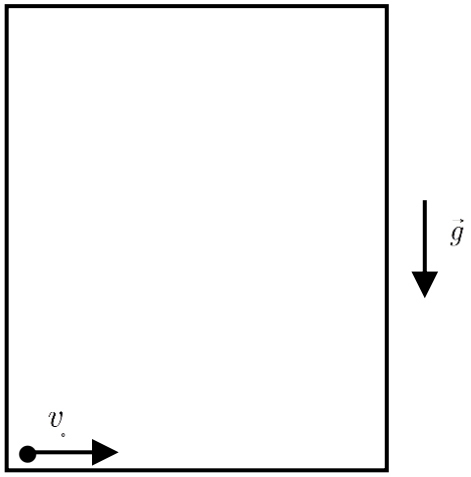
ب) به ازای هر مقدار m ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

ج) به ازای هر مقدار m دائماً زیاد می‌شود.

د) به ازای بعضی مقادیر m، دائماًکم می‌شود؛ به ازای بعضی مقادیر m، دائماً زیاد می‌شود؛ و به ازای بعضی مقادیر m ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir

۲۷- آسانسوری با شتاب ثابت a حرکت می‌کند. جسم کوچکی با سرعت اولیه‌ی v_0 کف آسانسور به حرکت درمی‌آید. به علت اصطکاک این جسم پس از پیمودن مسافتی می‌ایستد. اگر شتاب آسانسور رو به پایین باشد. جسم پس از پیمودن مسافت S_1 می‌ایستد و اگر شتاب آسانسور رو به بالا باشد و همین آزمایش را تکرار کنیم، جسم پس از پیمودن مسافت S_2 می‌ایستد. کدام گزینه مقدار a را نشان می‌دهد؟ g شتاب گرانش و μ ضریب اصطکاک است. $(+۳,-۱)$



الف) $a = g\left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2}\right)$

ب) $a = \mu g\left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2}\right)$

ج) $a = g\left(\frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2}\right)$

د) $a = \mu g\left(\frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2}\right)$

۲۸- ذره‌ای از روی سطح زمین با سرعت اولیه‌ی v_0 با زاویه‌ی θ نسبت به افق پرتاب می‌شود و روی زمین فرود می‌آید. نقطه‌ی پرتاب و فرود هم‌ترازند. مساحت سطح قائم بین منحنی مسیر و زمین را S می‌نامیم. کدام گزینه درست است؟ (g شتاب گرانش زمین است.) $(+۳,-۱)$

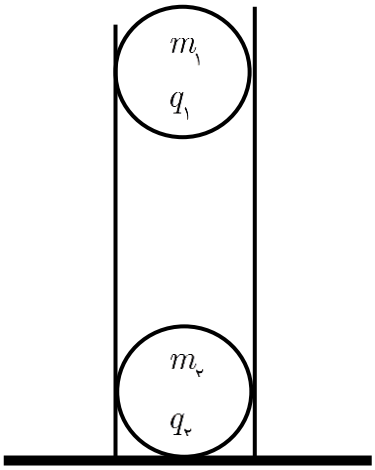
الف) $S = \frac{2}{3}\frac{v_0^2}{\sqrt{g}}\cos\theta\sin^3\theta$

ب) $S = \frac{1}{3}\frac{v_0^3}{g}\cos^3\theta\sin\theta$

ج) $S = \frac{2}{3}\frac{v_0^4}{g^3}\cos\theta\sin^3\theta$

د) $S = \frac{1}{3}\frac{v_0^5}{g^3}\cos^3\theta\sin\theta$

۲۹- دو گلوله به جرم m_1 و m_2 و بار الکتریکی q_1 و q_2، مطابق شکل در لوله‌ی قائمی قرار دارند. گلوله‌ای که پایین است روی سطح میز است. و گلوله‌ی بالایی با آن تماس ندارد. اصطکاک بین گلوله‌ها و لوله ناچیز است. نیرویی که گلوله‌ی پایینی به میز وارد می‌کند چقدر است؟ $(+۳,-۱)$



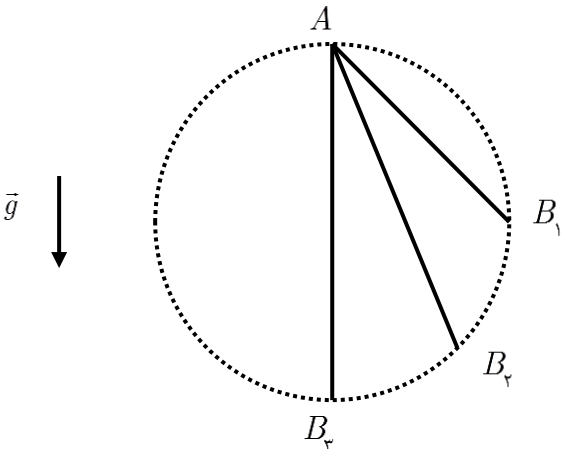
الف) $m_2 g$

ب) $(m_1 + m_2)g$

ج) $\frac{m_1 q_1 + m_2 q_2}{q_1 + q_2}g$

د) $\frac{m_1 q_2 + m_2 + q_1}{q_1 + q_2}$

۳۰- سه میله‌ی باریک AB_1، AB_2 و AB_3 را مطابق شکل در نظر بگیرید. نقاط A، B_1، B_2 و B_3 روی یک دایره قائم هستند و A بالاترین نقطه‌ی دایره است. سه مهره مثل مهره‌های تسبیح، همزمان از نقطه‌ی A روی این سه میله شروع به سُر خوردن می‌کنند. اصطکاکی در کار نیست. این سه مهره در زمان‌های T_1 و T_2 و T_3 به نقاط B_1 و B_2 و B_3 می‌رسند. کدام گزینه درست است؟ $(+۲,-۱)$



الف) $T_3 < T_2 < T_1$

ب) $T_1 = T_2 = T_3$

ج) $T_1 < T_2 < T_3$

۳۱- طول و عرض یک مستطیل با خط‌کشی با دقّت $1mm$ اندازه‌گیری شده و این مقادیر گزارش شده است:

$a = ۲۰mm \pm 1mm$

$b = ۱۰mm \pm 1mm$

کدام گزینه مساحت مستطیل را به درستی نشان می‌دهد؟

الف) $۲۰۰mm^2 \pm 1mm^2$

ب) $۲۰۰mm^2 \pm ۱۰mm^2$

ج) $۲۰۰mm^2 \pm ۲۰mm^2$

د) $۲۰۰mm^2 \pm ۳۰mm^2$

۳۲- وقتی گلوله‌ی ساکتی منفجر می‌شود. به تعداد بسیار زیادی تکه تکه تقسیم می‌شود. فرض کنید همه‌ی این تکه‌ها با سرعت U در جهت‌های مختلف فضا از نقطه‌ی انفجار دور می‌شوند. فرض کنید گلوله‌ای در لحظه‌ی رها شدن از ارتفاع h منفجر می‌شود. بیشترین اختلاف زمان ممکن بین رسیدن اولین و آخرین تکه به زمین چقدر است؟ g شتاب گرانش است.

الف) $\frac{2U}{g}$

ب) $\frac{2\sqrt{U^2+2gh}}{g}$

ج) $\frac{U+\sqrt{U^2+2gh}}{g}$

د) $\frac{-U+\sqrt{U^2+2gh}}{g}$

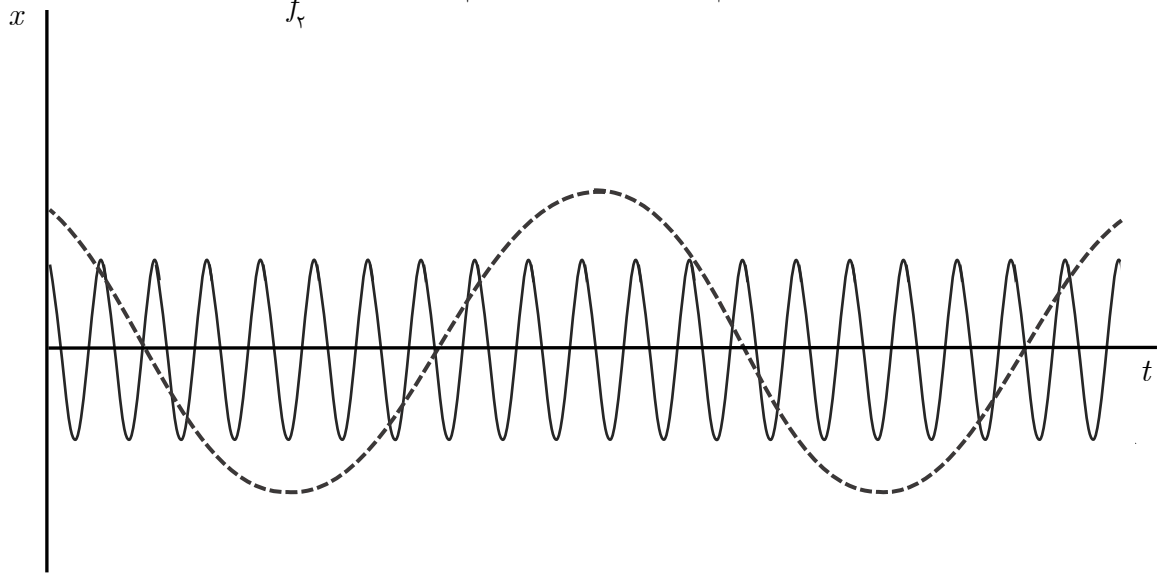
«مسئله‌های کوتاه»

۱- شخصی در فاصله‌ی x از یک دوربین عکاسی است و عکسی از او گرفته می‌شود. فاصله‌ی کانونی عدسی دوربین از x خیلی کوچک‌تر است. سپس این شخص به اندازه‌ی یک متر از دوربین دور می‌شود و عکس دیگری از او گرفته می‌شود. دو عکس را با ابعاد مساوی چاپ می‌کنیم. دیده می‌شود که قد این شخص در عکس اول $۱۰cm$ و در عکس دوم $۸cm$ است. فاصله‌ی x چند متر است؟

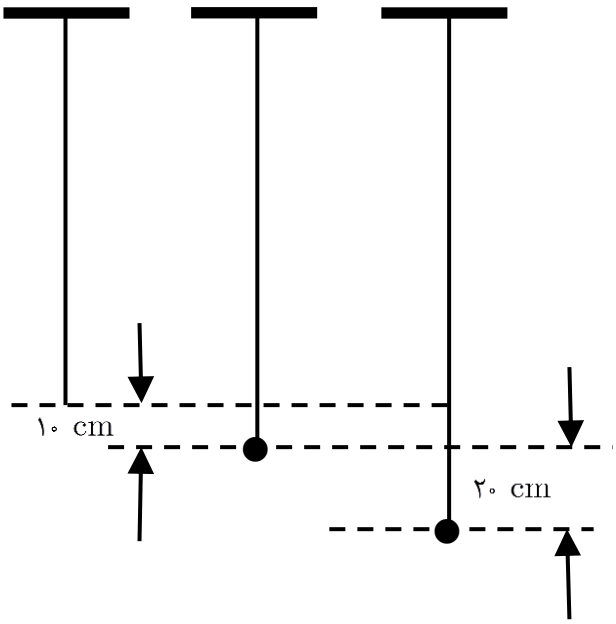
۲- در ارتفاع $h = ۵۰cm$ از سطح حوض، لوله‌ی آبی افقی است و مقطع آن دایره‌ای به قطر $D = ۱cm$ است. آب از لوله بیرون می‌آید و در فاصله‌ی افقی $R = ۸۰cm$ به حوض می‌رسد. شتاب گرانش $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ است. آهنگ خروج آب از دهانه‌ی لوله، برحسب $۱۰ \frac{ml}{s}$ چه‌قدر است؟ (ml یعنی میلی‌متر)

۳- هواپیمایی از نقطه‌ای روی خط استوا شروع به حرکت می‌کند. روی نصف‌النهار به اندازه‌ی $۵۰۰۰km$ به سمت شمال می‌رود. بعد به سمت شرق می‌پیچد و $۵۰۰۰km$ به شرق می‌رود (یعنی دقیقاً در امتداد یک مدار ثابت) بعد به جنوب می‌پیچد و $۵۰۰۰km$ در امتداد نصف‌النهار به جنوب می‌رود تا دوباره به استوا برسد. بعد به غرب می‌پیچد و $۵۰۰۰km$ در امتداد استوا حرکت می‌کند. در اینجا فرود می‌آید. فاصله‌ی نقطه‌ی شروع پرواز با نقطه‌ی فرود روی خط استوا برحسب $۱۰۰km$ چه‌قدر است؟ (محیط زمین $۴۰۰۰۰km$ است.)

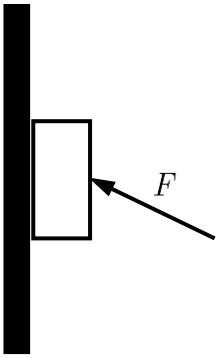
۴- در شکل زیر نمودار مکان ـ زمان برای دو نوسان‌گر داده شده است. نوسان‌گر ۱ با خط پُر، و نوسان‌گر ۲ با خط‌چین کشیده شده است. محور افقی زمان است. بسامد نوسان‌گر اول $f_۱$ و بسامد نوسان‌گر دوم $f_۲$ است. نسبت $\frac{f_۱}{f_۲}$ چند است؟



۵- یک انتهای کش لاستیکی بلند و سبکی به سقف متصل است و کش در امتداد قائم آویزان است. وزنه‌ای به جرم ۵۰۰ گرم را به انتهای آن می‌بندیم و وزنه را به آرامی پایین می‌آوریم تا کاملاً آویخته شود. در این حالت طول کش نسبت به حالت نخست $۱۰\ cm$ افزوده شده است. اکنون وزنه را $۲۰\ cm$ دیگر پایین می‌کشیم و در این حالت آن را رها می‌کنیم. بیش‌ترینر ارتفاعی که وزنه از این جا بالا می‌رود چند سانتی‌متر است؟ کش در حالت کشیدگی مانند فنر عمل می‌کند.



۶- کتابی به جرم $۲kg$ را با نیروی F به دیوار قائمی فشار می‌دهیم به طوری که کتاب نه به پایین و نه به بالا می‌لغزد. ضریب اصطکاک ایستایی بین کتاب و دیوار ۰/۷۵ و شتاب گرانش $۱۰\frac{m}{s^۲}$ است. کم‌ترین مقدار نیروی F چند نیوتن است؟

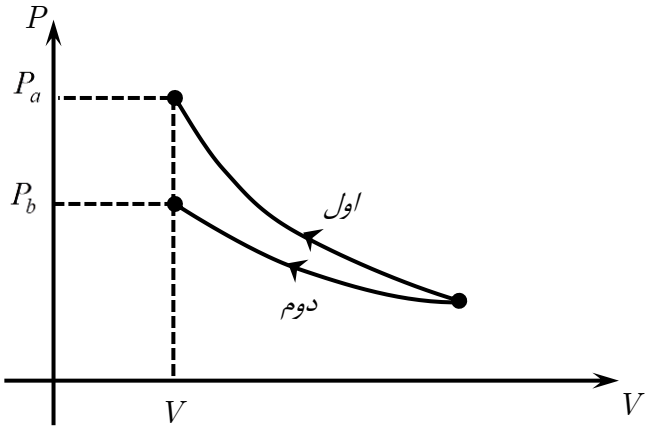


۷- حلقه‌ای به جرم $۰/۲kg$ دور یک استوانه به جرم $۱/۰kg$ است. اصطکاک جنبشی بین این حلقه و استوانه $۱N$ است. استوانه چنان قرار گرفته که محور آن قائم است و فاصله‌ی قاعده‌ی پایینی آن تا سطح زمین $۱/۸m$ است. در حالی که حلقه و استوانه نسبت به هم ساکن‌اند، مجموعه را رها می‌کنیم. استوانه با همان سرعتی که به زمین می‌رسد به سمت بالا برمی‌گردد. بعد از برخورد استوانه با زمین، حلقه شروع به سُر خوردن روی استوانه می‌کند. بعد از چند ثانیه حلقه نسبت به استوانه ساکن می‌شود؟ $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$

«پاسخ‌نامه تشریحی»

۱- گزینه‌ی [ب] صحیح است.

استوانه اول با فرآیند بی‌دررو منقبض می‌شود و استوانه دوم با فرآیند هم دما تغییر حجم می‌دهد.



چون فرآیند بی‌دررو خیلی سریع انجام می‌شود و فرصت تبادل گرما وجود ندارد، بنابراین دمای پایانی آن کمتر کاهش می‌یابد. لذا:

$$T_a > T_b$$

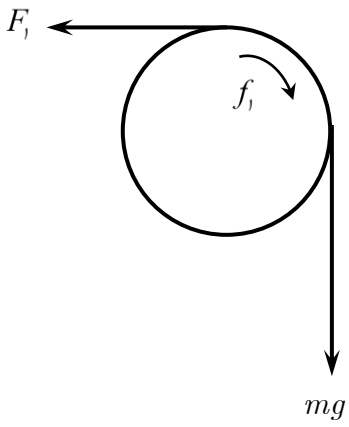
از طرفی طبق قانون گازها:

$$PV = nRT \Rightarrow (\frac{nR}{V})T$$

$$T_a > T_b \Rightarrow P_a > P_b$$

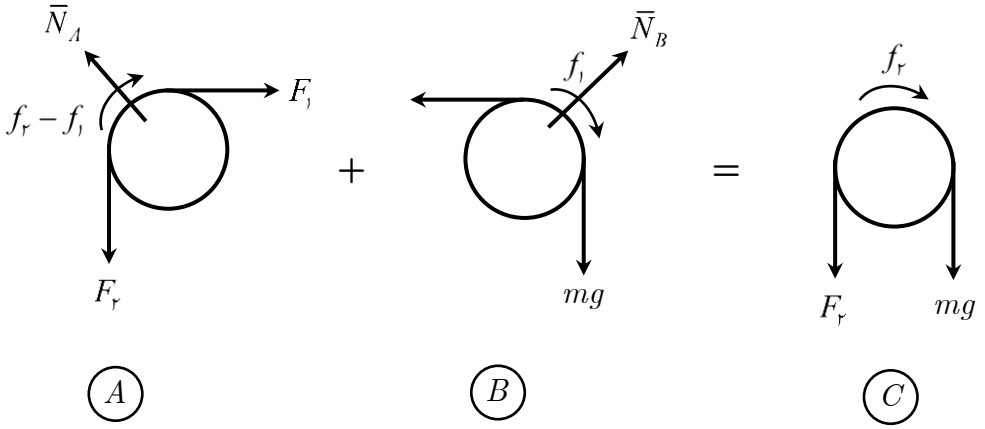
۲- گزینه‌ی [ج] صحیح است.

در حالت اول، مقدار کل نیروی اصطکاک f_1 است.



$$F_1 - mg = f_1$$

حالت دوم از اصل برهم نهی دو حالت زیر بدست می‌آید:

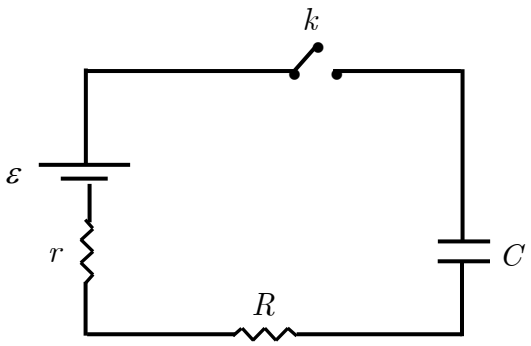


$$\left.\begin{array}{l} C: F_2 - mg = f_2 \rightarrow F_2 > mg \\ B: F_1 - mg = f_1 \rightarrow F_1 > mg \\ A: F_2 - F_1 = f_2 - f_1 \end{array}\right\}$$

با مقایسه حالت A و B، نتیجه می‌شود که نیروی متوسط عمودی از طرف قطعه چوب در حالت A بزرگ‌تر از حالت B است.

$$\left.\begin{array}{l} F_1 = F_1 \\ F_2 > mg \end{array}\right\} \bar{N}_A > \bar{N}_B \rightarrow f_2 - f_1 > f_1 \rightarrow \frac{f_2}{f_1} > 2$$

۳- گزینه‌ی [ج] صحیح است.



انرژی اولیه مدار: $U_1 = 0$

انرژی نهایی مدار: $U_2 = \frac{1}{2}C\varepsilon^2$

بار نهایی خازن: $q = CE$

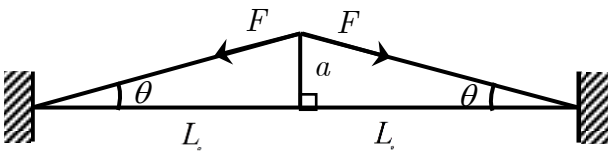
کار انجام شده توسط باطری $W = qV = CE^2$

انرژی تلف شده: $\Rightarrow W - U_2 = U_f = C\varepsilon^2 - \frac{1}{2}C\varepsilon^2 = \frac{1}{2}C\varepsilon^2$

انرژی تلف شده در مجموع دو مقاومت برابر با U_f است. با توجه به اینکه در مدت پرشدن خازن، جریان عبوری از هر مقاومت باهم برابر هستند پس:

$$\left.\begin{array}{l} U_f = u_r + u_R = \frac{1}{2}C\varepsilon^2 \\ \frac{U_r}{U_R} = \frac{r}{R} \end{array}\right\} U_R = \frac{C\varepsilon^2.R}{2(r+R)}$$

۴- گزینه‌ی [ج] صحیح است.



$$F = k\left(\sqrt{\ell_0^2 + a^2} - \ell_0\right),\ \sin\theta = \frac{a}{\sqrt{\ell_0^2 + a^2}}$$

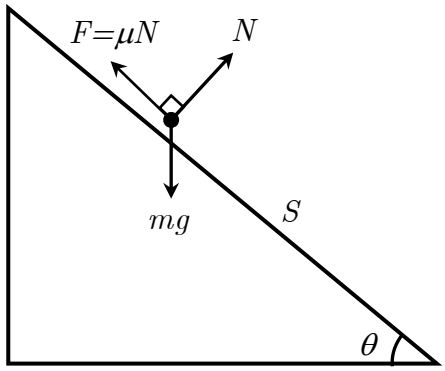
با توجه به راهنمایی مسئله: $(1+\varepsilon)^\alpha \simeq 1 + \alpha\varepsilon$

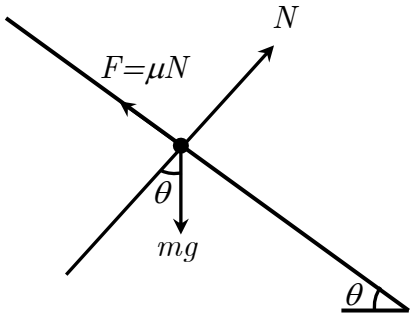
$$\sqrt{\ell_0^2 + a^2} = \ell_0\left(1 + \frac{a^2}{\ell_0^2}\right)^{\frac{1}{2}} \simeq \ell_0\left(1 + \frac{a^2}{2\ell_0^2}\right) \Rightarrow F = K\frac{a^2}{2\ell_0}$$

$$\left(\ell_0^2 + a^2\right)^{-\frac{1}{2}} = \ell_0^{-1}\left(1 + \frac{a^2}{\ell_0^2}\right)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\ell_0}\left(1 - \frac{a^2}{2\ell_0^2}\right) \Rightarrow \sin\theta \simeq \frac{a}{\ell_0}$$

نیروی برآیند $= 2F\sin \Rightarrow$ نیروی برآیند $= K\dfrac{a^3}{\ell_0^3}$

۵- گزینه‌ی [الف] صحیح است.





$$\begin{cases} N = mg\cos\theta \\ mg\sin\theta - \mu N = ma \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$$

$$S = \frac{1}{2}at^2 \quad \text{و} \quad S = \frac{d}{\cos\theta} \quad \text{و} \quad t^2 = \frac{2S}{a}$$

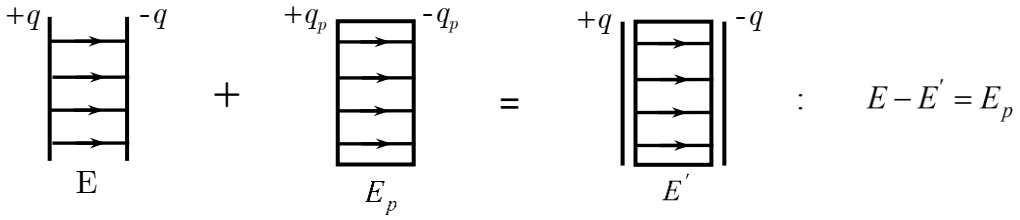
$$\rightarrow t^2 = \frac{2d}{g\cos\theta(\sin\theta - \mu\cos\theta)}$$

برای حدقل شدن زمان کافی است مخرج حداکثر شود:

$$\frac{d}{d\theta}\left[\cos\theta.\sin\theta - \mu\cos^2\theta\right] = 0 \Rightarrow -\sin^2\theta + \cos^2\theta - \mu(2)(-\sin)(\cos\theta) = 0$$

$$\Rightarrow \cos 2\theta + \mu\sin 2\theta = 0 \Rightarrow \tan 2\theta = -\frac{1}{M}$$

۶- گزینه‌ی [د] درست است.



$$E - E_p = E'$$

$$\left.\begin{matrix} q = CV \\ V = Ed \end{matrix}\right\} E = \frac{q}{cd} \rightarrow \left\{\begin{matrix} E = \dfrac{q}{\dfrac{\varepsilon_{\circ}.A}{d}d} = \dfrac{q}{\varepsilon_{\circ}.A} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}} \\ E' = \dfrac{q}{\dfrac{K\varepsilon_{\circ}.A}{d}d} = \dfrac{q}{K\varepsilon_{\circ}.A} = \dfrac{\sigma}{K\varepsilon_{\circ}} \end{matrix}\right. \begin{matrix} E_P = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}\left(1 - \dfrac{1}{k}\right) \\ E_p = \dfrac{\sigma_P}{\varepsilon_{\circ}} \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \sigma_P = \sigma(1 - \frac{1}{k}) \rightarrow \begin{cases} k = 1 \rightarrow \sigma_p = 0 \\ k \rightarrow \infty \rightarrow \sigma_p \rightarrow \sigma \\ k \uparrow \Rightarrow \sigma_P \uparrow \end{cases}$$

۷- گزینه [ب] صحیح است.

میان اولیه درون سیم پیچ به سمت پایین است. ورود میله آهنی به درون سیم‌پیچ باعث تقویت میدان مغناطیسی درون سیم‌پیچ می‌شود. بنابراین طبق قانون لنز جریان و القایی در راستای کاهش میدان مغناطیسی خواهد بود. بنابراین جهت جریان القایی خلاف جهت جریان اصلی مدار است. و جریان آمپرسنج کاهش می‌یابد.

هنگام خروج میله آهنی به میدان مغناطیسی درون سیم‌پیچ کاهش می‌یابد. بنابراین طبق قانون لنز، جریان القایی در راستای تقویت میان مغناطیسی خواهد بود. بنابراین جهت جریان القایی موافق جریان اصلی مدار است. و جریان آمپرسنج افزایش می‌یابد.

۸- گزینه [ب] صحیح است.

فرض کنید در هر دقیقه ۲۵ بار نفس می‌کشید. بنابراین در یک شبانه روز:

$$۲۵ \times ۶۰ \times ۲۴ \simeq ۳/۶ \times ۱۰^{۴}$$

در هر نفس حدود ۱ لیتر هوا تنفس می‌شود. (می‌توانید محاسبه کنید!)

حدود ۲۰٪ هوا، اکسیژن است. پس حجم اکسیژن مصرفی در یک شبانه‌روز:

$$۳/۶ \times ۱۰^{۴} \times ۱ \times \frac{۱}{۳} \simeq ۷ \times ۱۰^{۳} lit$$

می‌دانیم هر گاز کامل در شرایط متعارف ۲۲/۸ لیتر حجم دارد. (مقدار یک مدل) ← تعداد مدل اکسیژن $\simeq$ ۳۰۰ جرم مدلی اکسیژن ۳۲ گرم است. پس کل جرم اکسیژن مصرفی:

$$۳۰۰ \times ۳۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱۰ kg$$

www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir

۹- ماخ گزینه‌ی [ج] صحیح است.

$$P = Nf \ , \ \frac{۱}{P} - \frac{۱}{q} = \frac{۱}{f} \Rightarrow \frac{q}{P} = \frac{f}{f+p} = \frac{f}{f+Nf} = \frac{۱}{۱+N} = \frac{\text{تصویر}}{\text{جسم}}$$

$$\frac{\text{جسم}}{\text{تصویر}} = N+۱$$

۱۰- ماخ گزینه‌ی [الف] صحیح است.

با توجه به اینکه شتاب جسم سینوسی است: $a = A\sin wt$

$$a = \frac{dv}{dt} = A\sin wt \xrightarrow{\int} v = \frac{-A}{w}\cos wt + \frac{A}{w} = \frac{A}{w}(۱ - \cos wt)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{A}{w}(۱ - \cos wt) \xrightarrow{\int} x = \frac{A}{w}t - \frac{A}{w^۲}\sin wt$$

توجه کنید که گزینه‌های (ج) و (د) به علت اینکه در $t = ۰$ شیب نمودار (سرعت) صفر نیست، حذف می‌شوند.

۱۱- ماخ گزینه‌ی [د] صحیح است.

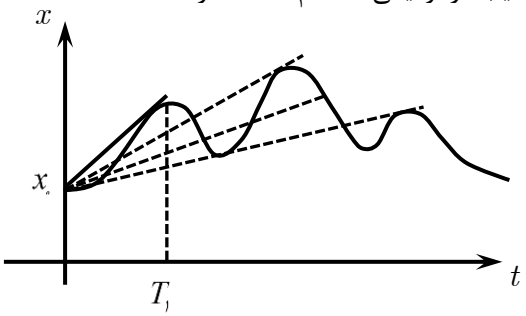
عدسی مفروض در مسئله، به صورت دو عدسی متفاوت عمل می‌کند. بخش سفید یک تصویر از چشمه ایجاد می‌کند و بخش خاکستری نیز تصویر دیگر می‌سازد. اگر پرده در مکان دو تصویر گفته شده قرار بگیرد. روشنایی حداکثر خواهد داشت.

۱۲- ماخ گزینه‌ی [الف] صحیح است.

سرعت متوسط به صورت مقابل تعریف می‌شود:

$$\bar{V} = \frac{x - x_۰}{t} =$$

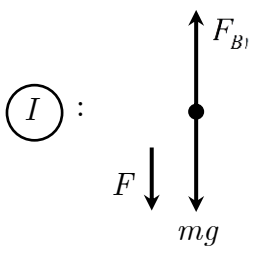
رابطه فوق شیب خط واصل بین نقطه $(۰, x_۰)$ و (t, x) است. ملاحظه می‌شود که این شیب در نزدیکی نقطه $T_۱$ حداکثر است.

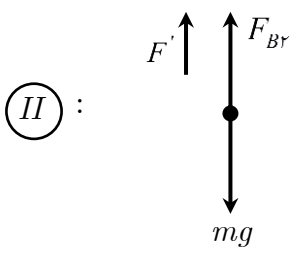


۱۳- ماخ گزینه‌ی [ج] صحیح است.

نیرویی که آب جسم وارد می‌کند، نیروی شناوری (ارشمیدس) است. بنابراین عکس‌العمل این نیرو به آب وارد می‌شود. نیروی ارشمیدس وارد شده به جسم به سمت بالا می‌باشد. پس عکس‌العمل آن به سمت پایین است که به آب وارد می‌شود.

نیرویی که آب به کف ظرف وارد می‌کند، مجموع وزن آب و عکس‌العمل نیروی ارشمیدس است.





$$\left.\begin{array}{l} I: F_{B۱} = Mg + F \\ II: F_{B۲} = Mg - F' \end{array}\right\} \Rightarrow F_{B۱} > F_{B۲}$$

$$\left.\begin{array}{l} W_۱ = W_{\text{آب}} + F_{B۱} \\ W_۲ = W_{\text{آب}} + F_{B۲} \end{array}\right\} \xrightarrow{F_{B۱} > F_{B۲}} W_۱ > W_۲$$

۱۴- گزینه‌ی [الف] صحیح است.

با استفاده از پایستگی انرژی: $mgh = mgy + \frac{۱}{۲}mv^۲ \rightarrow \frac{v^۲}{۲g} = h - y$

با توجه به اینکه y تابعی از x است. $(-y)$ قرینه این تابع نسبت به محور x است. حال به این قرینه مقدار h را اضافی می‌کنیم. (تابع قرینه را به اندازه h بالا می‌آوریم) که نمودار الف بدست می‌آید.

روش دوم:

$$y = f_{(x)} \rightarrow y' = f'_{(x)} < ۰ \ , \ y'' = f''_{(x)} > ۰$$

$$\frac{u^۲}{۲g} = \alpha = h - y \rightarrow \alpha' = -y' > ۰ \ , \ \alpha'' = -y'' < ۰$$

بنابراین تابع $\frac{v^۲}{۲g}$ بر حسب x تابعی صعودی با تقعر منفی است. پس گزینه‌های (ب) و (ج) حذف می‌شوند. در گزینه (د) شیب نهایی صفر است. پس حذف می‌شود.

۱۵- گزینه‌ی [ب] صحیح است.

جرم پوسته:

$$m = ۴\pi r^۲ df \simeq ۴ \times ۳ \times (۲ \times ۱۰^{-۲})^۲ \times (۰/۵ \times ۱۰^{-۳}) \times ۳ \times ۱۰^۳ kg$$

$$\Rightarrow m \simeq ۷gr$$

هنگامی که تخم‌مرغ را در آب رها می‌کنیم، تخم‌مرغ به آرامی به کف آب می‌رود. بنابراین چگالی تخم‌مرغ از چگالی آب بیشتر است.

$$\text{تخم‌مرغ} \simeq ۲۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

$$M = \frac{۴}{۳}\lambda = \pi r^۳ f' = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times (۲ \times ۱۰^{-۲})^۳ \times ۲ \times ۱۰^۳ kg \simeq ۶۴gr$$

۱۶- گزینه‌ی [د] صحیح است.

اگر دامنه اولیه نوسان A باشد و با توجه به نمودار:

$$\text{سیکل اول}: \frac{۱}{۲}KA^۲ = \frac{۱}{۲}K(\frac{A}{۲})^۲ + w_{۱f} \Rightarrow w_{۱f} = \frac{۱}{۲}k(\frac{۳A^۲}{۴})$$

$$\text{سیکل دوم}: \frac{۱}{۲}k(\frac{A}{۲})^۲ = \frac{۱}{۲}k(\frac{A}{۴})^۲ + W_{۲f} \Rightarrow W_{۲f} = \frac{۱}{۲}k(\frac{۳A^۲}{۱۶})$$

$$\frac{W_{۲f}}{W_{۱f}} = \frac{\frac{۱}{۲}k\frac{۳A^۲}{۱۶}}{\frac{۱}{۲}k\frac{۳A^۲}{۴}} = \frac{۱}{۴}$$

۱۷- ماخ گزینه‌ی [ج] صحیح است.

از نقطه‌ای روی مسیر شروع به حرکت می‌کنیم و کل مسیر را می‌پیماییم. در مدت حرکت چندبار از امتداد آن محل در راستای x و y می‌گذریم؟

در راستای y ۲ بار و در راستای x ۳ بار، بنابراین مقدار $\frac{f_۱}{f_۲}$:

$$\frac{f_۱}{f_۲} = \frac{۳}{۲}$$

۱۸- ماخ گزینه‌ی [الف] صحیح است.

$$U_۲ = \frac{۱}{۲}C_Z U_۲^۲ \quad (I)$$

$$\left.\begin{array}{l} q_۱ = q_۲ \rightarrow c_۱v_۱ = c_۲v_۲ \\ I = ۰ \rightarrow v_۱ + v_۲ = \varepsilon \end{array}\right\} \rightarrow v_۲ = \frac{c_۱}{c_۱ + c_۲}\varepsilon \quad (II)$$

$$(I)\ ,(II): U_۲ = \left[\frac{۱}{۲}C_۱^۲\varepsilon^۲\right]\frac{C_۲}{(C_۲ + C_۱)^۲} \rightarrow \begin{cases} C_۲ = ۰ \Rightarrow U_۲ = ۰ \\ C_۲ \rightarrow \infty \Rightarrow U_۲ \rightarrow ۰ \end{cases}$$

۱۹- ماخ گزینه‌ی [ب] صحیح است.

چگالی آب مایع $= ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ آب $\leftarrow$ $۶۰۰m^۳ = ۶۰۰gr$

جرم مولی آب $H_۲o$: $۱۶ + ۲\times۱ = ۱۸\frac{gr}{mol}$ $\leftarrow$ $n = \frac{۶۰}{۱۸} \simeq ۳/\overline{۳}.mol$

تعداد مولکول‌ها $= ۳/\overline{۳}\times۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳} \simeq ۲\times۱۰^{۲۴}$ مولکول

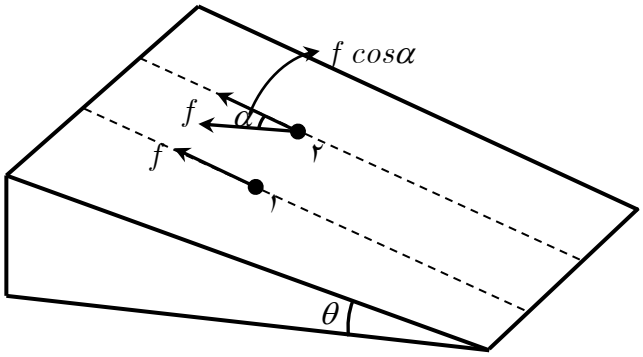
* فرض کنید هر مولکول درون مکعبی قرار دارد. ضلع این مکعب ریشه سوم حجم آن است.

۲۰- ماخ گزینه‌ی [د] صحیح است.

به بارهای مثبت طبق قانون دست راست نیرویی به سمت راست وارد می‌شود و به بارهای منفی نیرویی به سمت چپ وارد می‌شود.

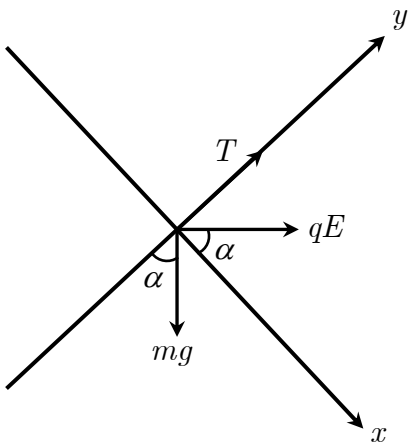
$$\vec{F} = q\vec{V}\times\vec{B}$$

۲۱- گزینه‌ی [ب] صحیح است.



نیروی اصطکاک جسم ۲ در راستای سطح شیبدار کمتر از اصطکاک جسم است.

۲۲- گزینه‌ی [ب] صحیح است.



$$y: T = mg\cos\alpha - qE\sin\alpha \le 0$$

$$\Rightarrow \tan\alpha \ge \frac{mg}{qE}$$

۲۳- گزینه‌ی [ب] صحیح است.

روش ۱: بزرگنمایی طولی برابر است با: $(\frac{q}{p})^2$

بنابراین در زمان کوچک Δt که جسم مسافت $V_0\Delta t$ را طی می‌کند، تصویر مسافت $(\frac{q}{p})^2 v_0 \Delta t$ را طی خواهد کرد. پس

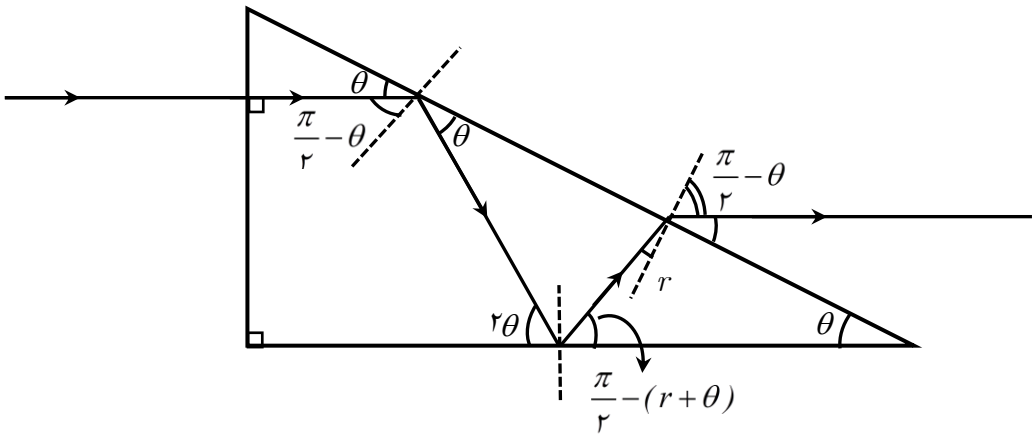
$$V_1 = (\frac{q}{p})^2 V_0$$

روش ۲:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{P}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \xrightarrow{\text{مشتق زمانی}} -\frac{\dot{P}}{P^2}-\frac{\dot{q}}{q^2}=0 \\ \text{در حال نزدیک شدن} \quad \dot{P}=-V_0 \\ \qquad\qquad\quad \dot{q}=V_1 \end{array}\right\} V_1(\frac{q}{p})^2 V_0$$

۲۴- گزینه‌ی [ج] صحیح است.

هندسه مسئله در شکل مقابل رسم شده است.



$$۲\theta = \frac{\pi}{۲} - r - \theta \Rightarrow ۳\theta = \frac{\pi}{۲} - r$$

$$n \sin r = \sin(\frac{\pi}{۲} - \theta) = \cos\theta$$

$$\Rightarrow \cos ۳\theta = \cos(\frac{\pi}{۲} - r) = \sin r \Rightarrow \cos ۳\theta = \frac{\cos\theta}{n} \Rightarrow \frac{\cos ۳\theta}{\cos\theta} = \frac{۱}{n}$$

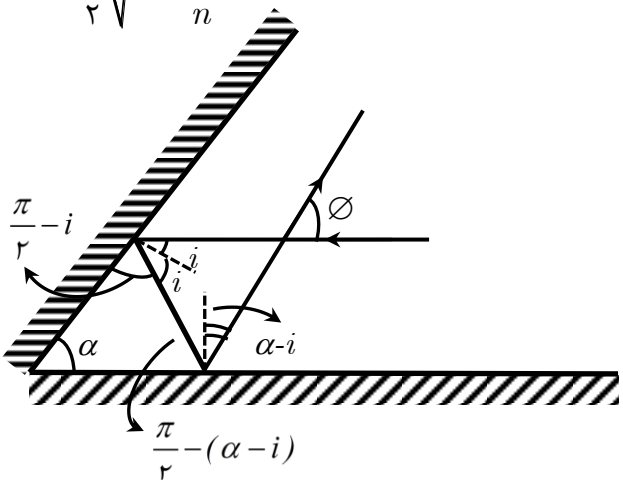
$$\Rightarrow \frac{\cos(۲\theta + v)}{\cos\theta} = \frac{\cos ۲v \cos\theta - \sin ۲\theta . \sin\theta}{\cos\theta}$$

$$= \frac{(۲\cos^۲\theta - ۱)\cos\theta - ۲\cos\theta(۱ - \cos^۲\theta)}{\cos\theta}$$

$$= ۲\cos^۲\theta - ۱ - ۲ + ۲\cos^۲\theta = ۴\cos^۲\theta - ۳ = \frac{۱}{n}$$

$$\Rightarrow \cos\theta = \frac{۱}{۲}\sqrt{۳ + \frac{۱}{n}}$$

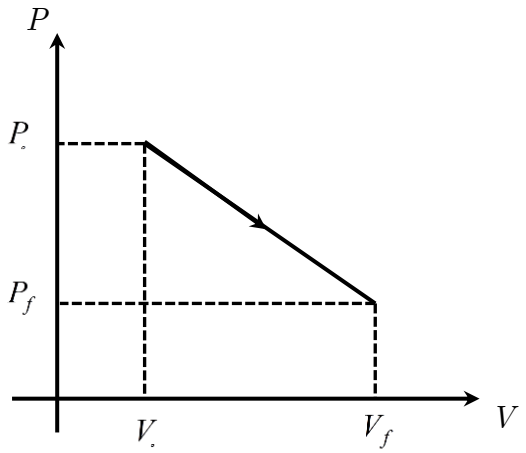
۲۵- گزینه‌ی [الف] صحیح است.



$$\phi + ۲i + ۲(\alpha - i) = \pi$$
$$\Rightarrow \phi = \pi - ۲\alpha$$

همانطور که از رابطه بالا مشخص است زاویه انحراف به زاویه تابش i وابسته نیست و تا وقتی که زاویه بین دو آینه (α) ثابت است. زاویه انحراف نیز تغییر نخواهد کرد.

۲۶- گزینه‌ی [د] صحیح است.



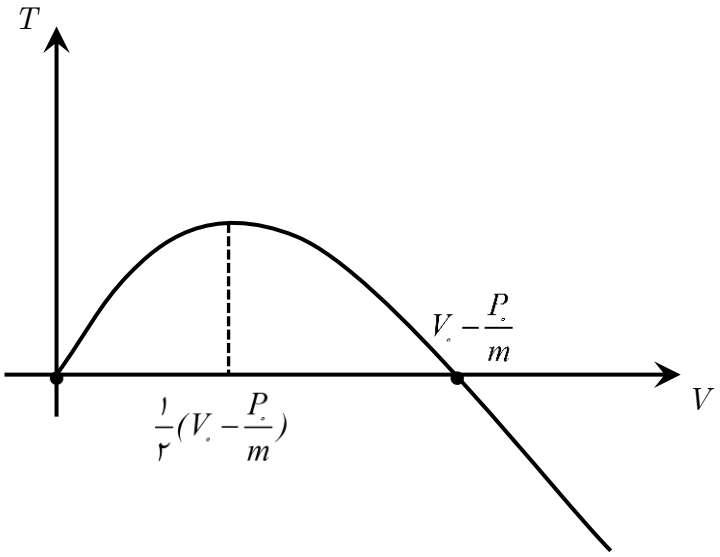
$$P = m(v - v_0) + P_0 \quad m < 0$$

$$PV = nRT$$

$$\Rightarrow nRT = \underbrace{m}_{-} v^2 + \underbrace{(P_0 - mv_0)}_{+} v \quad , 0 < v_0 \le v \le v_f$$

نمودار معادله بدست آمده یک سهمی است.

همانطور که مشخص است با توجه به اینکه فرآیند از چه مقدار حجم اولیه تا چه حجم نهایی انجام می‌شود. سه حالت وجود دارد.



دما افزایش می‌یابد. $\begin{cases} 0 < v_0 \le \frac{1}{2}(v_0 - \frac{p_0}{m}) \\ v_f \le \frac{1}{2}(v_0 - \frac{p_0}{m}) \end{cases}$

دما ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد. $\begin{cases} 0 < v_1 \le \frac{1}{2}(v_0 - \frac{p_0}{m}) \\ v_f \ge \frac{1}{2}(v_0 - \frac{p_0}{m}) \end{cases}$

دما همواره کاهش می‌یابد. $\begin{cases} U \ge \frac{1}{2}(v_0 - \frac{p_0}{m}) \\ v_f \ge \frac{1}{2}(v_0 - \frac{p_0}{m}) \end{cases}$

۲۷- گزینه‌ی [؟] صحیح است.

شتاب آسانسور رو به پایین:

$$g_۱ = g - a \quad , \quad a_۱ = \mu g_۱ = \mu(g-a)$$

$$۲a_۱S_۱ = v_۰^۲ \rightarrow ۲\mu(g-a)S_۱ = v_۰^۲ \rightarrow g - a = \frac{v_۰^۲}{۲\mu S_۱} \quad (I)$$

شتاب آسانسور رو به بالا:

$$g_۲ = g + a \quad , \quad a_۲ = \mu g_۲ = \mu(g+a)$$

$$۲a_۲S_۲ = v_۰^۲ \rightarrow ۲\mu(g+a)S_۲ = v_۰^۲ \rightarrow g + a = \frac{v_۰^۲}{۲\mu S_۲} \quad (II)$$

$$\frac{(I)}{(II)} \Rightarrow \frac{g-a}{g+a} = \frac{S_۲}{S_۱} \Rightarrow a = g(\frac{S_۱ - S_۲}{S_۱ + S_۲})$$

حالت خاص: $S_۱ = S_۲ \Leftarrow a = ۰$: پس گزینه‌های (ج) و (د) حذف می‌شود.

۲۸- گزینه‌ی [ج] صحیح است.

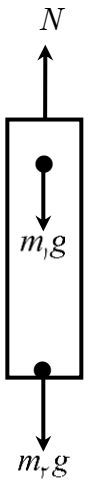
این سئوال برخلاف ظاهر سخت بسیار آسان است. کافی است دیملنسیون گزینه‌ها را بررسی کنید و گزینه‌ای که دیمانسیون $L^۲$ دارد را پیدا کنید.

$$S, V_۰ \ , g \rightarrow S \times \frac{V_۰^۴}{g^۲}$$

راه حل اصلی این سئوال از طریق انتگرال‌گیری است!

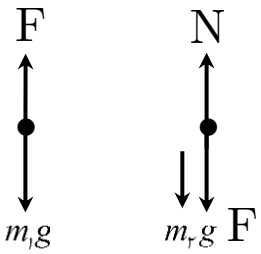
۲۹- گزینه‌ی [ب] صحیح است.

روش اول: کافی است نیروهای خارجی وارد بر سیستم را در نظر بگیرید.



$$N = (m_۱ + m_۲)g$$

روش دوم: رسم نیروها:



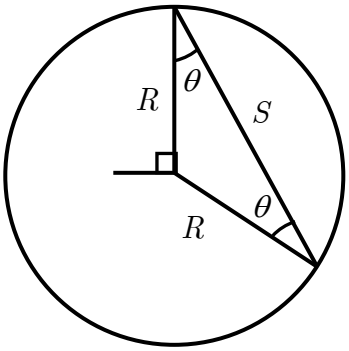
$$\left.\begin{aligned} F &= mg \\ N &= F + m_۲g \end{aligned}\right\} \Rightarrow N = (m + m_۲)g$$

www.iranpho.ir
www.MAAKH.ir

۳۰- گزینه‌ی [ب] صحیح است.

این مسئله معروف به مسئله گالیله است.

θ زاویه میر با راستای قائم



$$S = ۲R\cos\theta$$

$$a = g\cos\theta$$

$$S = \frac{۱}{۲}at^{۲} \rightarrow ۲R\cos\theta = \frac{۱}{۲}g\cos\theta t^{۲} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{۴R}{g}}$$

همانطور که در رابطه فوق مشخص است زمان طی مسیر به زاویه مسیر بستگی ندارد.

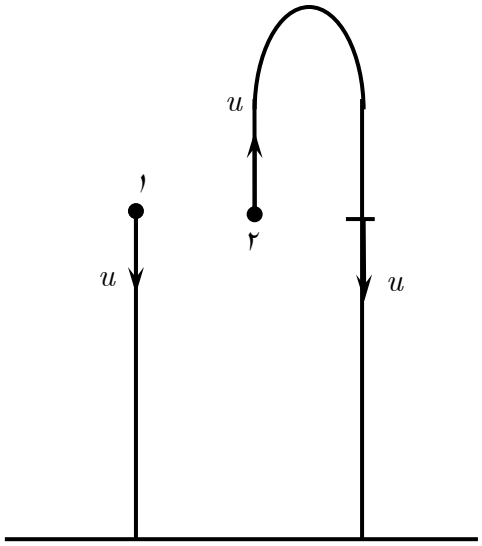
۳۱- گزینه‌ی [د] صحیح است.

$$a = (۲۰ \pm ۱)mm \ , \quad b = (۱۰ \pm ۱)mm$$

$$S = ab = (۲۰ \pm ۱) \times (۱۰ \pm ۱) = ۲۰۰ \pm ۲۰ \pm ۱۰ \pm ۱ \ mm^{۲}$$

$$\Rightarrow S = ۲۰۰ \pm ۳۰ \ mm^{۲}$$

۳۲- گزینه‌ی [الف] صحیح است.



بیشترین اختلاف زمان بین دو پرتابه است که در راستای قائم ولی در خلاف جهت یکدیگر پرتاب می‌شوند.

با توجه به شکل مشخص است که این اختلاف زمان $\frac{۲u}{g}$ است.

$\frac{۲u}{g}$ همان زمان رفت برگشت جسم ۲ به محل اولیه خود است!

«پاسخ سؤالات کوتاه»

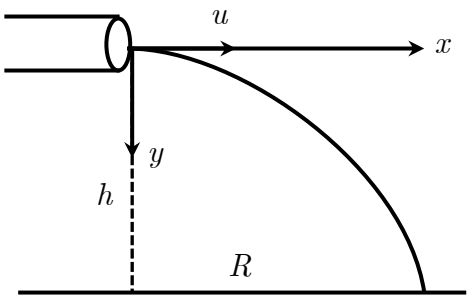
۱- ماخ مقدار $۴m$ ۰ صحیح است.

$$\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}\rightarrow\frac{q}{p}=\frac{f}{p-f}$$

$$I:\frac{q_۱}{x}=\frac{f}{x-f}\quad,\quad II:\frac{q_۲}{x+۱}=\frac{f}{x+۱-f}$$

$$\frac{\frac{q_۱}{x}}{\frac{q_۲}{x}}=\frac{۱۰}{۸}=\frac{\frac{f}{x-f}}{\frac{f}{x+۱-f}}=\frac{x+۱-f}{x-f}\simeq\frac{x+۱}{x}\Rightarrow x=۴m$$

۲- ماخ مقدار $۲۰\ \frac{ml}{s}$ صحیح است.



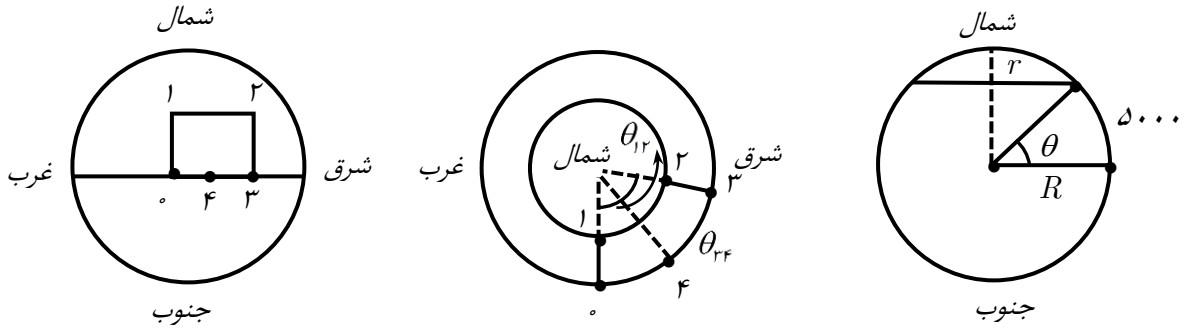
$$x=ut\quad,\quad y=\frac{۱}{۲}gt^۲$$

$$\Rightarrow y=\frac{g}{۲u^۲}x^۲\Rightarrow h=\frac{g}{۲u^۲}R^۲$$

$$\rightarrow U=\sqrt{\frac{gR^۲}{۲h}}=\frac{۸}{\sqrt{۱۰}}\frac{m}{s}$$

$$Q=u\frac{\pi D^۲}{۴}=\frac{۸}{\sqrt{۱۰}}\times\frac{\pi\times۱\times۱۰^{-۴}}{۴}=۲\times۱۰^{-۴}\frac{m^۳}{S}=۲۰\frac{ml}{S}$$

۳- ماخ مقدار $۲۱\times۱۰۰km$ صحیح است.



(مقادیر ۲۰ و ۲۲ نیز قبول است)

$$\theta=\frac{۵۰۰۰\times۲\pi}{۴۰۰۰۰}=\frac{۲\pi}{۸}(rad)=\frac{\pi}{۴}(rad)=۴۵^\circ$$

$$r=R\cos\theta\rightarrow\frac{R}{r}=\frac{۱}{\cos}=\sqrt{۲}$$

$$\theta_{۱۲} = \frac{۵۰۰۰}{۲\pi r} \times ۲\pi = \frac{۵۰۰۰}{r}$$

$$\theta_{۳۴} = \frac{۵۰۰۰}{۲\pi R} \times ۲\pi = \frac{۵۰۰۰}{R}$$

$$\Delta\theta = \theta_{۱۲} - \theta_{۳۴} = ۵۰۰۰(\frac{۱}{r} - \frac{۱}{R})$$

$$S = R.\Delta\theta$$

$$\Rightarrow S = ۵۰۰۰ \times (\frac{R}{r} - ۱) = ۵۰۰۰ \times (\sqrt{۲} - ۱) \simeq ۲۰۷۰km \simeq ۲۱(۱۰۰km)$$

۴- **مقدار ۱۱ درست است.**

مقادیر (۱۰ و ۱۲ نیز قبول است)

با استفاده از نمودار دو نقطه هم فاز یا فاز مخالف را از هریک از نوسانگرها پیدا می‌کنیم که خطوط شطرنجی نمودار را در محل‌های مناسبی قطع کرده باشند.

اگر هر قسمت محور افقی a باشد و $T_۱$ دوره تناوب نوسانگر ۱ و $T_۲$ دوره تناوب نوسانگر ۲ است:

$$\left.\begin{array}{ll} ۸(\frac{T_۱}{۲}) = ۱۰a & ۱۲(\frac{T_۱}{۲}) = ۱۵a \\ ۲۰ = (\frac{T_۱}{۲}) = ۲۵a & ۲۴(\frac{T_۱}{۲}) = ۳۰a \end{array}\right\} \rightarrow T_۱ = \frac{۵}{۲}a \quad (I)$$

$$۱(\frac{T_۲}{۲}) = ۱۴a \qquad \rightarrow T_۲ = ۲۸a \quad (II)$$

$$\frac{f_۱}{f_۲} = \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{۲۸a}{\frac{۵}{۲}a} = \frac{۵۶}{۵} = ۱۱.۲ \simeq ۱۱$$

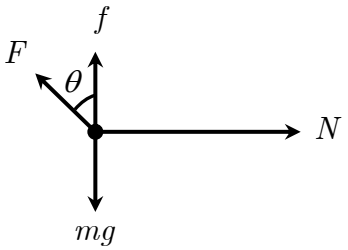
۵- **مقدار $۴۵cm$ صحیح است.**

با توجه به اینکه کِش فقط هنگام کشیدگی مانند فنر عمل می‌کند پس فقط هنگام کشیدگی انرژی پتانسیل کشانی دارد.

$$mg = k(۱۰cm) \rightarrow k = \frac{mg}{۱۰}$$

$$\frac{۱}{۲}k(۳۰)^۲ = mgh \rightarrow h = \frac{۱}{۲}\frac{k}{mg}(۳۰)^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰} \times ۱۰۰ = ۴۵cm$$

۶- **مقدار $۱۶N$ صحیح است.**



$$\left.\begin{array}{l} F\sin\theta = N \\ f = mg - F\cos\theta \\ f \le \mu N \end{array}\right\} \frac{mg}{\cos\theta + \mu\sin\theta} \le F$$

$$\rightarrow F_{\min} = \frac{mg}{\sqrt{۱+\mu^۲}} = \frac{۲\times۱۰}{\sqrt{۱+(\frac{۳}{۴})^۲}} = \frac{۲\times۱۰\times۴}{۵} = ۱۶N$$

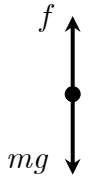
* **نکته:**

$$-\sqrt{a^۲+b^۲} \le a\sin\theta + b\cos\theta \le \sqrt{a^۲+b^۲}$$

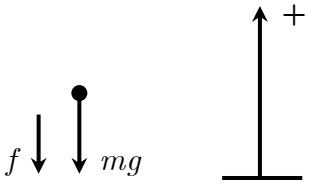
۷- ماخ مقدار ۰٫۲ sec صحیح است.

بعد از اینکه استوانه به زمین برخورد می‌کند و برمی‌گردد، نیروهای وارد به اجسام به صورت زیر است:

حلقه :



استوانه :



سرعت برخورد استوانه با زمین: $\sqrt{۲gh} = \sqrt{۲\times۱۰\times۱/۸} = ۶\frac{m}{s}$

استوانه : $-f - Mg = MA \Rightarrow A = \frac{-۱}{۱} - ۱۰ = -۱۱\frac{m}{s^۲}$, $v_۰ = +۶\frac{m}{s}$

حلقه : $f - mg = ma \Rightarrow a = \frac{f}{m} - ۱۰ = -۵\frac{m}{s^۲}$, $v_۰ = -۶\frac{m}{s}$

$\Rightarrow ۶ - ۱۱t = -۶ - ۵t \Rightarrow ۱۲ = ۶t \rightarrow t = ۲\,\text{sec}$

کلید سوالات

۱ الف	۲۱ الف	۴۱ الف
۲ ب	۲۲ الف	۴۲ الف
۳ ب	۲۳ الف	۴۳ الف
۴ ب	۲۴ ب	۴۴ الف
۵ الف	۲۵ الف	۴۵ الف
۶ ج	۲۶ ج	۴۶ الف
۷ الف	۲۷ ب	۴۷ الف
۸ الف	۲۸ ب	۴۸ الف
۹ ب	۲۹ ج	۴۹ الف
۱۰ الف	۳۰ ج	۵۰ الف
۱۱ ج	۳۱ ج	۵۱ الف
۱۲ الف	۳۲ ج	۵۲ الف
۱۳ ب	۳۳ الف	۵۳ الف
۱۴ الف	۳۴ ب	۵۴ الف
۱۵ الف	۳۵ ب	۵۵ الف
۱۶ ج	۳۶ ب	۵۶ الف
۱۷ ب	۳۷ ب	۵۷ الف
۱۸ الف	۳۸ ب	۵۸ الف
۱۹ الف	۳۹ ب	۵۹ الف
۲۰ ج	۴۰ ب	۶۰ الف