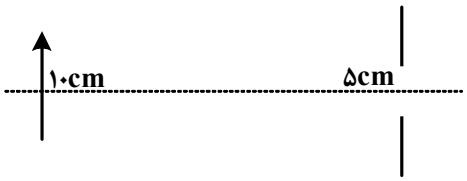
۱- فلشی به طول ۱۰ cm در فاصله ی دوری نسبت به یک دیوار شکاف دار قرار دارد. ما می‌خواهیم جهت این فلش را به شخصی که در فاصله ی دوری پشت دیوار قرار دارد نشان دهیم. برای این کار نیز تعدادی عدسی محدب و مقعر با فاصله کانونی های متفاوت داریم. در کدام حالت زیر این امر محقق می شود؟ (فلش آن قدر دور است که می توان دسته پرتوی ناشی از آن نزدیک دیوار را موازی فرض کرد. قطر شکاف ۵ cm و مرکز شکاف و فلش در یک امتداد قرار دارند)



۱) عدسی محدبی با فاصله کانونی ۲۰ cm در فاصله ی ۵ cm در سمت چپ و عدسی محدب دیگری با فاصله کانونی ۱۰ cm در فاصله ی ۲۵cm در سمت راست قرار دهیم

۲) عدسی محدبی با فاصله کانونی ۱۰ cm در فاصله ی ۵ cm در سمت چپ و عدسی محدب دیگری با فاصله کانونی ۲۰ cm در فاصله ی ۲۵cm در سمت راست قرار دهیم

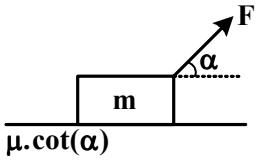
۳) عدسی محدبی با فاصله کانونی ۱۰ cm در فاصله ی ۵ cm در سمت چپ و عدسی مقعر دیگری با فاصله کانونی ۱۰ cm در فاصله ی ۱۵cm در سمت راست قرار دهیم

۴) عدسی محدبی با فاصله کانونی ۲۰ cm در فاصله ی ۱۰ cm در سمت چپ و عدسی مقعر دیگری با فاصله کانونی ۵ cm در فاصله ی ۵cm در سمت راست قرار دهیم

۲- رو یِ سطحِ کره ای به شعاعِ R سه بار هر کدام به بارِ q قرار دارد. اگر یک بارِ دیگر به بارِ q را به آهستگی از بی‌نهایت به سطحِ این کره بیاوریم چه‌قدر انرژی به این سیستم داده ایم؟

۱) $(\sqrt{۳}-۱)\frac{kq^۲}{R}$ ۲) $\sqrt{۳}\frac{kq^۲}{R}$ ۳) $۳\frac{kq^۲}{R}$ ۴) $\sqrt{۳}(\sqrt{۳}-۱)\frac{kq^۲}{R}$

۳- مطابق شکل جسمی به جرم m را توسط نیروی F با زاویه ی α می کشیم. سطح به نحوی است که ضریب اصطکاک آن با زاویه ی کشش (α) متناسب است و رابطه ی آن با μ.cot(α) مدل می شود . در چه زاویه ای شتاب بیشینه می شود؟



۱) $\alpha = Arc\sin(\frac{\mu mg}{(1+\mu)F})$ ۲) $\alpha = Arc\tan(\mu)$

۳) $\alpha = Arc\sin(\sqrt[3]{\frac{\mu mg}{(1+\mu)F}})$ ۴) $\alpha = Arc\cos(\frac{\mu mg}{(1+\mu)F})$

۴- دو بار نقطه ای q و nq که در نقاط A و B که در فاصله ی d از هم قرار دارند را در نظر بگیرید . خط میدانی که با Θ زاویه ی از A خارج می شود و در بی نهایت مجانبی دارد را فرض کنید . زاویه ای که این مجانب با AB می سازد را φ می نامیم ؛ چه رابطه ای بین Θ و φ بر قرار است ؟

۱) $\varphi = \frac{\Theta}{n+2}$ ۲) $\sin\frac{\Theta}{2} = \sqrt{n+1}\ \sin\frac{\varphi}{2}$

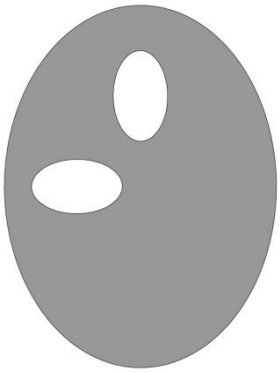
۳) $\varphi = \frac{\Theta}{n+1}$ ۴) $\sin\frac{\Theta}{2} = \sqrt{n+2}\sin\frac{\varphi}{2}$

۵- انرژی که قلب یک انسان معولی در طول عمر صرف جاری کردن خون در رگها می کند ؛ به کدام عدد نزدیک تر است؟

۱) $۱۰^۹$J ۲) $۱۰^{۱۲}$J

۳) $۱۰^۶$J ۴) $۱۰^{۱۵}$J

۶- یک دیسکِ بیضوی شکل با توزیعِ جرمِ یک‌نواخت داریم که دو سوراخِ بیضوی شکل در آن ایجاد کرده ایم، نیم‌قطرهای یِ کوچک و بزرگِ بیضی به ترتیب **a** و **b** است. مرکزِ سوراخ ها هم روی وسطِ نیم‌قطر ها قرار دارد. نیم‌قطر های یِ سوراخ ها نیز **a/۴** و **b/۴** است. می خواهیم دیسک را به وسیله یِ یک نخ از مرکزِ آن آویزان کنیم (نخ را به مرکز بچسبانیم) به طوری که در صفحه یِ افقی باقی بماند. برا یِ این کار یک سوراخِ بیضوی شکلِ دیگر نیاز داریم، مکانِ مرکزِ این سوراخ نسبت به مرکزِ دیسک و مساحت



ِ این سوراخ کدام است؟ (راه‌نمایی: مساحتِ یک بیضی به نیم‌قطر های یِ **a** و **b** برابرِ πab است.)

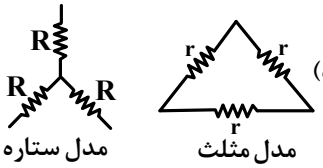
۱) a/۳۲ راست، b/۳۲ پایین، $b/۲\sqrt{۲}$ ، $a/۲\sqrt{۲}$

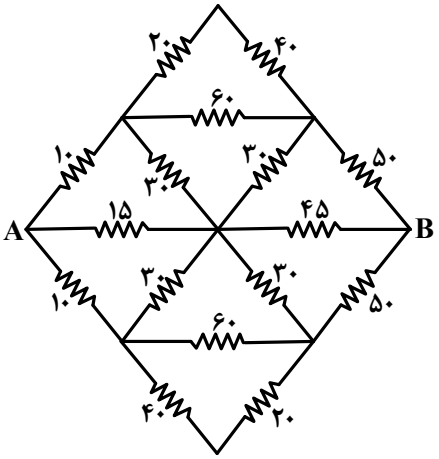
۲) $a/۴$ راست، $b/۴$ پایین، $b/۲\sqrt{۲}$ ، $a/۲\sqrt{۲}$

۳) $a/۲$ راست، $b/۲$ پایین، $b/۴$ ، $a/۴$

۴) $a/۱۶$ راست، $b/۱۶$ پایین، $b/۴$ ، $a/۴$

۷- می دانیم در تحلیل مدار، گاهی می توان از تبدیل ستاره مثلث استفاده کرد. در این تبدیل اگر مقاومت ها برابر باشند این تبدیل به سادگی توسط رابطه ی **R=Kr** بیان می شود که در آن **K** یک ضریب عددی قابل محاسبه است.
مقاومت معادل مدار زیر بین دو پایه ی **A** و **B** چقدر است؟(مقادیر روی شکل با واحد اهم می باشند)





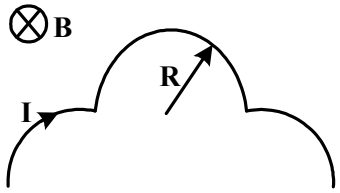
۱) ۲۴ اهم
۲) ۴۸ اهم
۳) ۱۲ اهم
۴) ۶۰ اهم

۸- فرض یک ایستگاه فضایی (مانند میر) در صفحه ی استوا طوری به دو ر زمین می گردد که در هر شبانه روز سه دور کامل زمین را دور می زند . شدت نوری که فضانوردان درون آن به دلیل لامپهای ساکنان زمین می بینند به کدام مقدار نزدیک تر است ؟

(شدت = $\frac{\text{توان تابیده شده}}{\text{واحد سطح}}$ و جرم زمین = $۶\times۱۰^{۲۴}kg$)

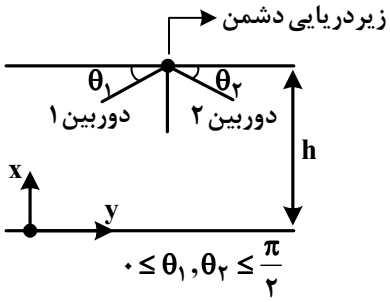
۱) $۱۰^{-۸}\ w/m^۲$ ۲) $۱۰^{-۱}\ w/m^۲$ ۳) $۱۰^{-۴}\ w/m^۲$ ۴) $۱۰^{-۱۲}\ w/m^۲$

۹- اندازه ی نیروی برایند وارد بر سیم در شکل زیر، در میدان مغناطیسی یکنواخت و عمود بر صفحه ی مشخص شده چقدر است؟ (شکل، اتصال یک نیم دایره به دو ربع دایره است که هر کدام شعاع R دارند)



۱) $۲\pi RIB$
۲) πRIB
۳) $۲RIB$
۴) $۴RIB$

۱۰- مطابق شکل یک زیر دریایی در مبدا قرار دارد . زیر دریایی دشمن در خط $x=h$ و در آن سوی مرز به گشت زنی می پردازد وبا دو دوربین اپتیکی ساده اطراف خود را بازرسی می کند به نحوی که یک دوربین سمت راست و دوربین دیگر سمت چپ را بررسی می کنند . ضریب شکست آب مطابق $x^۲n = a + bx + c$ ($c > ۰$) متغیر است . در چه صورتی زیر دریایی دشمن حتما او را خواهد دید ؟



۱) $b \ge ۲hc$
۲) $b \le -۲hc$
۳) $-۲hc \le b \le ۲hc$
۴) $۰ \le b \le ۲hc$

۱۱- یک n ضلعی داریم و بر روی n-۱ راس آن بار الکتریکی q را قرار می دهیم . کدام یک از موارد زیر در مورد این n-ضلعی صحیح است؟

۱) میدان الکتریکی در مرکز این n ضلعی به شعاع دایره ی محیطی آن مربوط است.
۲) میدان الکتریکی در مرکز این n ضلعی به طور مستقیم به n وابسته است.
۳) میدان الکتریکی در مرکز این n ضلعی به طور معکوس به n وابسته است.
۴) میدان الکتریکی در مرکز این n ضلعی به بار q ارتباطی ندارد.

۱۲- یک توپ به شعاعِ R را از سطحِ زمین با سرعتِ v و زاویه‌یِ $\theta (۰ < \theta < \frac{\pi}{۲})$ به سمتِ راست پرتاب می کنیم. در فاصله‌یِ D در سمتِ راستِ مکانِ پرتاب نیز یک توپِ مشابه را با سرعتِ v و زاویه یِ $\alpha (۰ < \alpha < \frac{\pi}{۲})$ را به سمتِ چپ پرتاب می کنیم. شرطِ لازم برا یِ محدوده یِ مقادیرِ α را طوری بیابید که توپ ها در بالاترین نقطه یِ مسیرِ مرکزشان (در حالتی که توپِ دیگر نیست) با هم برخورد کنند.

۱) $\sin^۲\theta - \frac{۴gR}{v^۲} < \sin^۲\alpha < \sin^۲\theta + \frac{۴gR}{v^۲}$
۲) $\sin^۲\theta - \frac{۲gR}{v^۲} < \sin^۲\alpha < \sin^۲\theta + \frac{۲gR}{v^۲}$
۳) $\sin^۲\theta - \frac{۴gD}{v^۲} < \sin^۲\alpha < \sin^۲\theta + \frac{۴gD}{v^۲}$
۴) $\sin^۲\theta - \frac{۲gD}{v^۲} < \sin^۲\alpha < \sin^۲\theta + \frac{۲gD}{v^۲}$

۱۳- فرض کنیم بخواهیم همه ی پنجره های تک جداره ایران را به این ترتیب دو جداره کنیم که دو پنجره تک جداره به قطر یک چهارم پنجره های فعلی را در دو طرف قرار داده و یک لایه از هوا به قطر یک دوم پنجره های فعلی در بین آنها قرار دهیم . انرژی گرمایی که از این طریق در هر فصل سرما صرفه جویی می شود به کدام عدد نزدیک است ؟ (رسانندگی گرمایی هوا حدود ۰,۰۲ رسانندگی شیشه است)

۱) 10^{8} J ۲) 10^{18} J ۳) 10^{13} J ۴) 10^{23} J

۱۴- فشارِ گرانشی (فشارِ ناشی از نیرو یِ گرانش) یِ درونِ زمین و در فاصله یِ نصفِ شعاعِ زمین از مرکزِ آن چه قدر است؟

۱) 10^{8} Pa ۲) 10^{10} Pa ۳) 10^{12} Pa ۴) 10^{14} Pa

۱۵- درونِ مکعب ی به بارِ q تعدادِ N مولکولِ مشابه به طورِ منظم پخش شده اند (N خیل ی بزرگ تر از یک است). اگر به طورِ تقریبی فقط چند مولکولِ مجاور با هم برهم‌کنشِ الکتریکی داشته باشند، انرژی مرزی مکعب (مجموعِ انرژی یِ برهم‌کنش‌هایِ الکتریکی یِ مولکول‌هایِ رویِ یالِ مکعب) با چه توان ی از N متناسب است؟

۱) ۴/۳ ۲) -۲/۳ ۳) ۲/۳ ۴) -۴/۳

۱۶- می دانیم دانه های برف با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه ای دارند . تعداد دانه های برفی که در یک سال در کل کره ی زمین می بارد به کدام عدد نزدیک تر است ؟

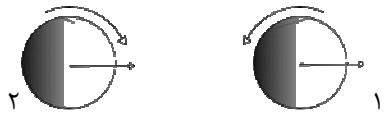
(راهنمایی : مساحت عرق چینی از کره ای با شعاع R با زاویه راس Θ برابر است با : $2\pi R^2 (1- \cos \Theta)$)

۱) 10^{16} ۲) 10^{26} ۳) 10^{11} ۴) 10^{21}

۱۷- یک استوانه حاوی گاز کامل با یک پیستون محصور شده‌است. استوانه را در مخلوطی از آب و یخ قرار می‌دهیم، فرض کنید حجم گاز داخل استوانه را از V_1 به V_2 کاهش دهیم. پس از گذشت زمان در کدام حالت یخ بیشتری ذوب می‌شود؟

۱) این کار را بسیار آهسته انجام دهیم.
۲) این کار را بسیار سریع انجام دهیم.
۳) پیستون را نه خیلی سریع و نه خیلی آهسته پایین بیاوریم.
۴) فرقی ندارد.

۱۸- به توپی سرعت می دهیم و آن را به گردش در می آوریم و به آرامی روی زمین می اندازیم. در شکل زیر جهت سرعت و گردش برای دو حالت مختلف نشان داده شده اند. در هر یک از حالات جهت صحیح نیروی اصطکاک وارد بر جسم را در لحظه ای که روی زمین می رسد مشخّص کنید.

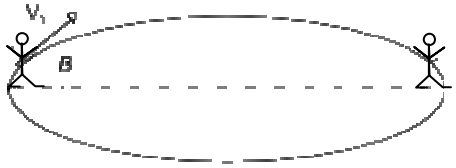


۱) ۱:←، ۲:نمیتوان تعیین کرد ۲) ۱:→، ۲:← ۳) ۱:←، ۲:← ۴) ۱:←، ۲:→

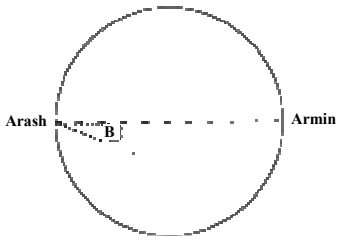
۱۹- دو سطح مربعی شکل به ابعاد a را در نظر بگیرید. این دو سطح را با چگالی بار سطحی یک‌نواخت σ باردار می‌کنیم. یکی را در صفحه‌ی xy و دیگری را موازی با آن و در $a\hat{z}$ درست بالایش قرار می‌دهیم. نیروی وارد بر مربع بالایی $Fo\hat{z}$ است. چگالی بار سطحی مربع پایینی را به $-\sigma'$ تغییر می‌دهیم. نیروی وارد بر مربع بالایی چه‌قدر می‌شود؟

۱) $Fo(\frac{\sigma'}{\sigma})\hat{z}$ ۲) $Fo(\frac{\sigma'}{\sigma})^2\hat{z}$
۳) $-Fo\hat{z}$ ۴) $-Fo(\frac{\sigma'}{\sigma})\hat{z}$

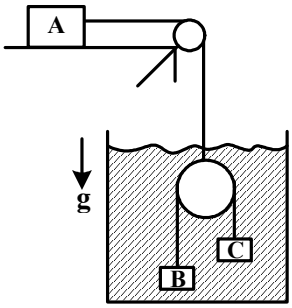
۲۰- آرمین و آرش در دو سمت یک رستوران گردان به شعاع ۲۰متر نشسته اند. ناگهان به دلیل نقص فنّی رستوران شروع به گردش با سرعت ۵دور در دقیقه می کند. آرش تصمیم می گیرد جسمی را برای آرمین در سمت دیگر رستوران بیاندازد. اگر سرعت قائم جسم ۸متر بر ثانیه باشد زاویه β را طوری بدست آورید که آرمین به راحتی جسم را بگیرد.(زاویه ی β نسبت به زمین و بر حسب درجه سنجیده می شود.) $\beta = B$



۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۲۴
۴) ۴۸

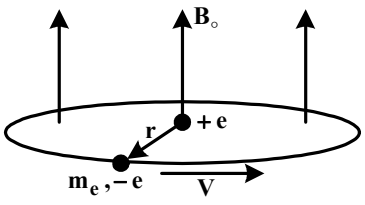


۲۱- سه جسم A , B , C به جرم‌های m_C, m_B, m_A مانند شکل به هم متصل شده‌اند طوری‌که جسم‌های B , C کاملاً در آب قرار دارند. اگر چگالی آب ρ باشد و چگالی اجسام داخل آب ρ_C, ρ_B باشد حداقل ضریب اصطکاک بین جسم A و سطح در تماس با آن چه‌قدر باشد تا جسم A بی‌حرکت بماند؟



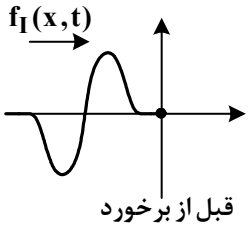
۱) $\frac{m_B + m_C}{m_A}$
۲) $\frac{1}{m_A}[m_B(1-\frac{\rho}{\rho_B}) + m_C(1-\frac{\rho}{\rho_C})]$
۳) $\frac{2m_B m_C}{m_A(m_B+m_C)}.(2-\frac{\rho}{\rho_B}-\frac{\rho}{\rho_C})$
۴) $\frac{4m_B m_C}{m_A(m_B+m_C)}.(1-\frac{\rho_B+\rho_C}{\rho})$

۲۲- اتم $^{1}_{1}H$ را در نظر بگیرید. میدان مغناطیسی یکنواخت $B.$ را مطابق شکل عمود برصفحه‌ی مدار تک الکترون آن اعمال می‌کنیم. با استفاده از مدل اتمی بور، تغییرات سرعت الکترون را با فرض کوچک‌بودن این تغییرات به دست آورید.

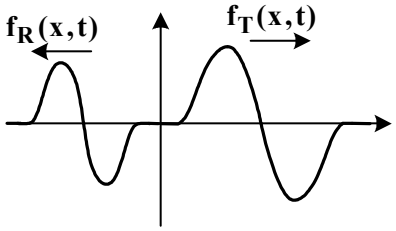


۱) $\frac{erB_\circ}{4m_e}$
۲) $\frac{erB_\circ}{2me}$
۳) $\frac{2me}{erB_\circ}$
۴) $\frac{4me}{erB_\circ}$

۲۳- دو تار کشان بی‌نهایت طویل با جرم‌های واحد طول μ_1, μ_2 را به هم متصل کرده‌ایم موج سینوسی $f_T(x,t) = A_T \cos(k_1 x - wt + s_T)$ را به تار اول اعمال می‌کنیم. به دلیل تفاوت در جرم‌های واحد طول همه‌ی موج ورودی از نقطه‌ی اتصال عبور نمی‌کند و موج‌های بازگشتی و عبوری $f_R(x,t) = A_R \cos(-k_1 x - wt + S_R)$ و $f_T(x,t) = A_T \cos(k_2 x - \omega t + S_T)$ به وجود می‌آیند. دامنه‌ی موج بازتاب و موج عبوری را برحسب A_I, μ_1, μ_2 به دست آورید. شرط هم‌فازبودن موج بازتاب و ورودی چیست؟(تابع موج و مشتق آن نسبت به x باید در x=۰ پیوسته باشد)



قبل از برخورد



بعد از برخورد

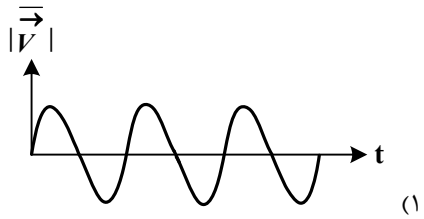
۱) $\mu_2 > \mu_1, A_T = \frac{2\mu_1}{\mu_1+\mu_2} A_I, A_R = \left|\frac{\mu_1-\mu_2}{\mu_1+\mu_2}\right| A_I$

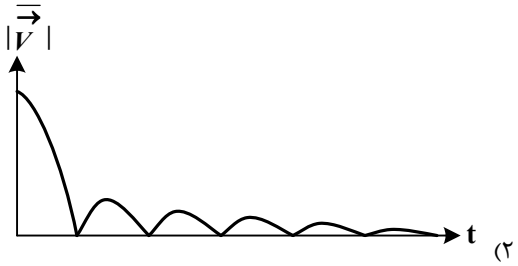
۲) $\mu_1 > \mu_2, A_T = \left|\frac{\mu_1-\mu_2}{\mu_1+\mu_2}\right| A_I, A_R = \frac{2\mu_1}{\mu_1+\mu_2} A_I$

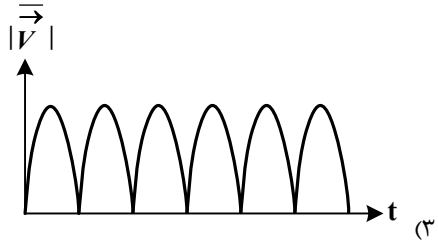
۳) $\mu_2 > \mu_1, A_T = \frac{2\sqrt{\mu_1}}{\sqrt{\mu_1}+\sqrt{\mu_2}} A_I, A_R = \left|\frac{\sqrt{\mu_1}-\sqrt{\mu_2}}{\sqrt{\mu_1}+\sqrt{\mu_2}}\right| A_I$

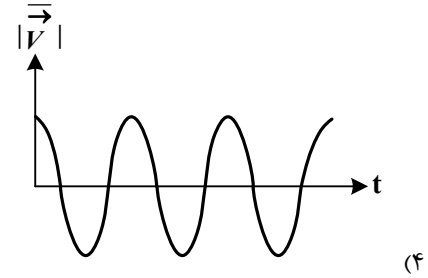
۴) $\mu_2 > \mu_1, A_T = \left|\frac{\sqrt{\mu_1}-\sqrt{\mu_2}}{\sqrt{\mu_1}+\sqrt{\mu_2}}\right| A_I, A_R = \left|\frac{2\sqrt{\mu_1}}{\sqrt{\mu_1}+\sqrt{\mu_2}}\right| A_I$

۲۴- در زمان $t = 0$ جسمی با سرعت ثابت v روی دایره‌ای شروع به حرکت می‌کند. سرعت متوسط ذره از ابتدای حرکت تا زمان t را $\vec{v}$ می‌نامیم و اندازه‌ی آن را با $\left|\vec{v}\right|$ نمایش می‌دهیم. نمودار $\left|\vec{v}\right|$ بر حسب t کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

۱)


۲)


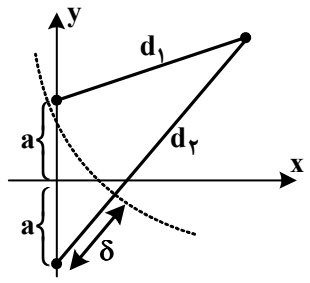
۳)


۴)


۲۵- راننده‌ای با سرعت ثابت V_0 بین دو کوه در حال حرکت است. اگر سرعت صوت برابر V باشد و بسامدهای امواج بازگشتی از کوه‌های جلو و عقب به ترتیب f_1, f_2 باشد، نسبت $\frac{f_1}{f_2}$ چه‌قدر است؟

۱) $\frac{V-V_0}{V+V_0}$ ۲) $\frac{V+V_0}{V-V_0}$ ۳) $(\frac{V-V_0}{V+V_0})^2$ ۴) $(\frac{V+V_0}{V-V_0})^2$

۲۶- مطابق شکل دو چشمه‌ی موج یکسان در نقاط $(0,a),(0,-a)$ در یک محیط قرار گرفته‌اند. اگر d_1 فاصله از چشمه‌ی اول و d_2 فاصله از چشمه‌ی دوم باشد و $\delta = d2 - d_1$ ، مقدار δ و مکان هندسی را برای نقاط گره به دست آورید. (ϖ, λ طول موج و فرکانس زاویه‌ای مشترک دو چشمه)



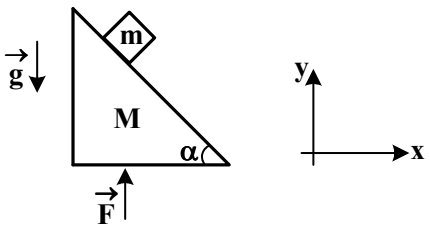
۱) $\frac{x^2}{(\frac{\delta}{2})^2} - \frac{y^2}{a^2 - (\frac{\delta}{2})^2} = 1 \ , \delta = n\lambda , n = 0, \pm 1, \ldots$

۲) $\frac{y^2}{(\frac{\delta}{2})^2} - \frac{x^2}{a^2 - (\frac{\delta}{2})^2} = 1 \ , \delta = n\lambda , n = 0, \pm 1, \ldots$

۳) $\frac{y^2}{(\frac{\delta}{2})^2} - \frac{x^2}{a^2 - (\frac{\delta}{2})^2} = 1 \ , \delta = (2n-1)\frac{\lambda}{2} , n = 0, \pm, 1, \ldots$

۴) $\frac{y^2}{a^2 - (\frac{\delta}{2})^2} - \frac{x^2}{(\frac{\delta}{2})^2} = 1 \ , \delta = (2n-1)\frac{\lambda}{2} , n = 0, \pm, 1, \ldots$

۲۷- جسمی روی یک سطح شیب‌دار قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح شیب‌دار صفر است. جرم سطح شیب‌دار را $\mathbf{M}$ و جرم جسم را $\mathbf{m}$ در نظر گیریم. به سطح شیب‌دار نیرویی در راستای عمودی و رو به بالا و ثابت $\mathbf{F}$ وارد می‌شود. شتاب $\mathbf{m}$ را به دست آورید. (سطح شیب‌دار در راستای افقی بدون حرکت است و $\mathbf{g}$ شتاب گرانش زمین است) (زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق α است)



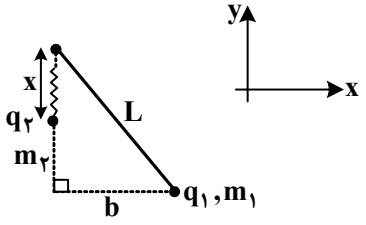
۱) $\frac{F}{M} - g$

۲) $\frac{F}{M(\tan^2\alpha + \frac{m}{M}) - g}$

۳) $\frac{F}{M} - \frac{g}{\tan^2\alpha}$

۴) $\frac{F}{M(\frac{1}{cg^2\alpha} + \frac{m}{M})} - g$

۲۸- دو بار مطابق شکل در فاصله‌ی $\mathbf{L}$ از یک‌دیگر قرار دارند. بار q_2 به یک فنر وصل است که طول اولیه‌ی آن صفر و ضریب سختی آن K' است، q_2 را با چه سرعتی در راستای $-\hat{y}$ پرتاب کنیم که به نقطه‌ی $\mathbf{A}$ برسد؟ ($k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$)



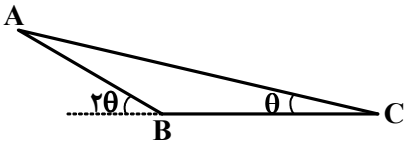
۱) $\sqrt{\frac{1}{2}K'(L^2 - b^2) + kq_1q_2(\frac{1}{b} - \frac{1}{l})}$

۲) $\sqrt{\frac{2}{m_2}[\frac{1}{2}k'(L^2 - b^2) + kq_1q_2(\frac{1}{b} - \frac{1}{L})]}$

۳) $\sqrt{\frac{2}{m_2}[\frac{1}{2}k'L^2 - b^2) + \frac{kq_1q_2}{L}]}$

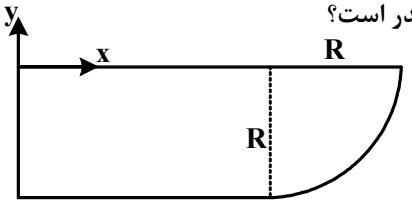
۴) $\sqrt{kq_1q_2(\frac{1}{b} - \frac{1}{L}) + k'L}$

۲۹- دانه‌ی تسبیحی در دو مسیر مختلف از A به C می‌رود. مسیر اول از طریق میله‌ای است که مستقیم از این ارتفاع به سطح افق کشیده‌شده و زاویه‌اش با افق θ است. زمان طی‌کردن مسیر اول را T_1 می‌نامیم. مسیر دوم در ابتدا شیب 2θ دارد و سپس مسیری مستقیم است. زمان طی‌کردن مسیر دوم را T_2 می‌نامیم. شتاب گرانش g در راستای قائم و رو به پایین است. نسبت T_1/T_2 برای θهای خیلی کوچک $(\theta << 1)$ تقریباً کدام است؟



۱) ۱
۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) صفر
۴) $\frac{۴}{۱+۲\sqrt{۲}}$

۳۰- ظرفی مطابق شکل حاوی گازی با فشار ثابت P است. قسمت انتهایی ظرف به شکل ربع دایره‌ای به شعاع R و سطح بالایی آن مربع به ضلع λ عمود بر صفحه شکل است. نیرویی که گاز به نیم دایره وارد می‌کند چه‌قدر است؟



۱) $P\lambda R(\hat{x}-\hat{y})$
۲) $۲\pi P\lambda R\hat{x}$
۳) $P\lambda R(\hat{x}-\hat{y})\sqrt{۲}$
۴) $P\lambda R\hat{y}$