جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه سوالات
مرحله دوم
بیست و سومین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۸

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
–	۹	۲۱۰

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 **۹ مسئله‌ی تشریحی** و وقت آن **۲۱۰ 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.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

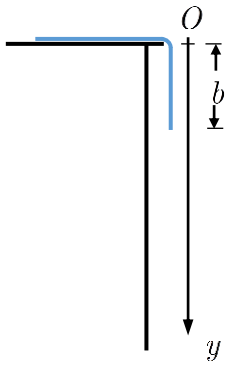
۱- طناب یکنواختی به طول L مطابق شکل بر روی میزی قرار دارد. ارتفاع میز بیشتر از طول طناب است. فرض کنید جرم واحد طول طناب λ و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی یکسان باشد. اگر طول قسمت آویزان b باشد طناب در آستانه‌ی لغزش قرار می‌گیرد. طناب از این حالت شروع به حرکت می‌کند. و فاصله‌ی نقطه‌ی انتهای بخش آویخته از O در هر لحظه Y است. کمیت‌های زیر را حساب کنید.

الف) نیروی اصطکاک به صورت تابعی از Y

ب) شتاب انتهای پایینی طناب به صورت تابعی از Y

ج) انرژی پتانسیل گرانشی دستگاه به صورت تابعی از Y مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را نقطه‌ی O بگیرید.

د) سرعت نقطه‌ی انتهای طناب



راهنمایی:

۱- انرژی پتانسیل طناب همگنی که به شکل یک پاره‌خط است، برابر است با انرژی پتانسیل جسمی به همان جرم که در مرکز هندسی طناب قرار گرفته باشد.

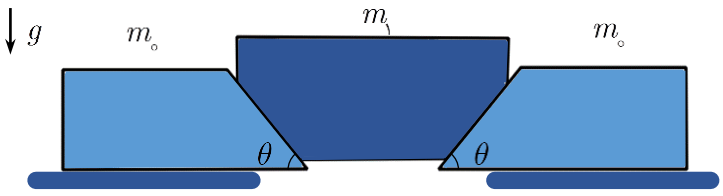
۲- مساحت سطح زیر نمودار نیرو بر حسب جابه‌جایی برابر است با کاری که نیرو انجام داده است. «۱۰ نمره»

۲- دو جرم مشابه M_0 و M_1 قابل چشم‌پوشی است.

الف) اگر M_1 با شتاب α پایین بیاید، اندازه شتاب جرم‌های M_0 چقدر می‌شود؟

ب) با μ و M_0 معین، به اندازه‌ی مقادیر مختلف θ ، چه شرطی روی M_1 باشد تا دستگاه ساکن بماند؟

ج) فرض کنید جرم M_1 حرکت می‌کند شتاب آن را به دست آورید.



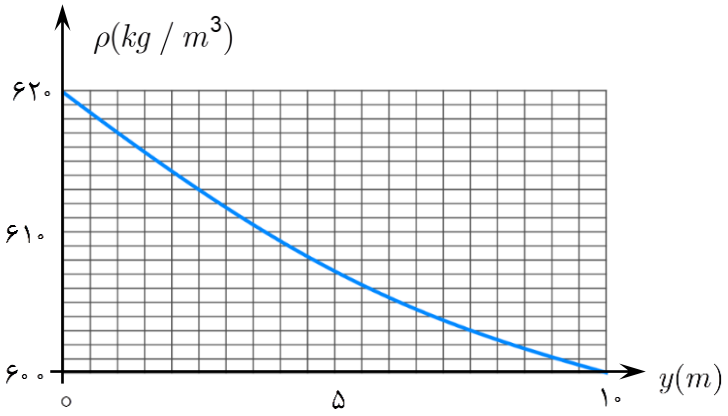
۳- یک ظرف استوانه‌ای روباز پر از مایع است. روی سطح جانبی استوانه روزنه کوچکی ایجاد می‌کنیم. با تقریب‌های مناسب سرعت خروج مایع از روزنه $v=\sqrt{2gh}$ است که در آن h فاصله روزنه از سطح مایع و g شتاب گرانش است.

فرض کنید دو روزنه با مساحت‌های یکسان A روی سطح جانبی ظرف و در یک امتداد قائم وجود دارد. فاصله‌های این دو روزنه از سطح مایع به ترتیب h_1 و h_2 است. برای اینکه با خروج مایع از این روزنه‌ها ارتفاع مایع در ظرف تغییر نکند، مایع وارد ظرف می‌کنیم.

الف) آهنگ ورود مایع به ظرف که مثلاً بر حسب مترمکعب بر ثانیه سنجیده می‌شود، دبی ورودی نام دارد. دبی ورودی مایع، D چقدر باشد تا ارتفاع مایع در ظرف ثابت بماند؟

ب) مایعی که از دو روزنه خارج می‌شود در نقطه‌ای به فاصله افقی x و فاصله قائم y از سطح مایع همدیگر را قطع می‌کنند. x و y را به دست آورید. «۱۰ نمره»

۴- در یک مخزن روباز تا ارتفاع ده متر، مایعی ریخته‌ایم. محور y را روبه بالا و مبد آن را منطبق بر ته مخزن بگیرید. چگالی مایع بر حسب ارتفاع در شکل داده شده است. فشار هوا را $P_0 = ۱.۰ \times ۱۰^۵ Pa$ و شتاب گرانش را $g = ۹.۸ \ / \ s^۲$ بگیرید. فشار مایع را در $y=0$ و $y=5m$ پیدا کنید. «۱۰ نمره»



۵- اگر یک رشته‌ی فولادی به سطح مقطع A را به نقطه‌ی ثابتی ببندیم و سر دیگر را با نیروی F بکشیم، به نسبت $\sigma = \frac{F}{A}$ تنش کششی می‌گوییم. اگر تنش کششی از مقدار معینی بیشتر شود، رشته می‌برد.

یک مخزن گاز، کره‌ای به شعاع $R=5.0m$ است که از ورقه‌های فولادی به ضخامت $t=2.0cm$ ساخته شده است. بر طبق استانداردهای جهانی حداکثر تنش کششی مجاز در تاسیسات فولادی $\sigma_{max} = ۱.۵ \times ۱۰^۸ Pa$ است.

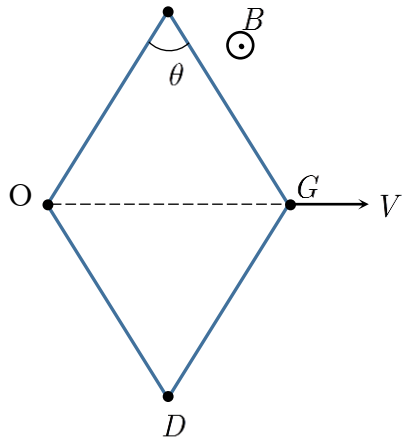
الف) گاز نیم‌کره‌ی بالایی مخزن را در نظر بگیرید. با توجه به تعادل گاز، نیروها وارد بر این قسمت از گاز را بنویسید و از آنجا نیرویی را که گاز بر نیم‌کره‌ی بالایی مخزن وارد می‌کند به دست آورید.

ب) اگر فشار گاز مخزن را زیاد کنیم، سرانجام مخزن شکافته می‌شود. حداکثر فشار مجاز گاز چقدر باشد تا تنش کششی در دایره‌ی عظیمه از حداکثر تنش کششی مجاز بیشتر نشود؟

فشار هوا $P_0 = ۱.۰ \times ۱۰^۵ Pa$ است و از نیروی وزن مخزن در برابر نیروهای دیگر چشم‌پوشی کنید. «۱۰ نمره»

۶- قاب لوزی شکل روبه‌رو از ۴ میله‌ی رسانا به جرم ناچیز ساخته شده است. طول هر میله a و مقاومت الکتریکی هر کدام R است. قابل در یک میدان مغناطیسی ثابت و قائم قرار دارد. سطح قاب افقی است و اضلاع به هم لولا شده‌اند. لولای رأس O ثابت است و سایر می‌توانند بدون اصطکاک حرکت کنند.

مطابق شکل رأس G را با نیروی F در جهت قطر OG می‌کشیم به طوری که رأس G با سرعت ثابت u حرکت می‌کند. زاویه‌ی θ از وضعیت $\theta = ۶۰^\circ$ به وضعیت $\theta = ۱۲۰^\circ$ در می‌آید. لحظه‌ی $t=0$ زمان شروع حرکت نقطه G است.



الف) جهت جریان القایی در ضلع OC را در ضمن این حرکت معلوم کنید.

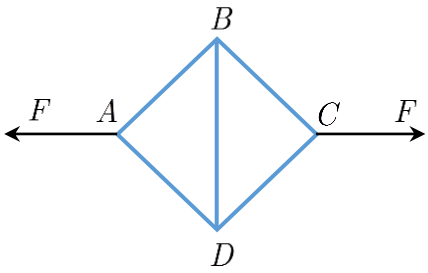
ب) مساحت قاب را بر حسب t حساب کنید.

ج) نیروی محرکه‌ی القایی را در لحظه‌ی t حساب کنید.

د) نیروی الکترومغناطیسی وارد بر یک ضلع قاب در لحظه‌ی t را حساب کنید.

هـ) با استفاده از پایستگی انرژی، نیروی $F(t)$ را حساب کنید. «۱۰ نمره»

۷- اگر نیروی کششی یا فشاری F بر میله‌ای به طول L و سطح مقطع S و در راستای آن وارد شود، طول میله به اندازه ΔL زیاد و یا کم می‌شود. آزمایش نشان می‌دهد برای F کمتر از یک مقدار معین رابطه‌ی $\gamma = \frac{\Delta L}{L} = \frac{F}{S}$ برقرار است که در آن γ یک ضریب ثابت است و مدول یانگ نام دارد. برای یک طناب به طول L و سطح مقطع S نیز که نیروی کششی F بر آن وارد می‌شود، افزایش طول ΔL طناب از همان رابطه به دست می‌آید. مطابق شکل یک کلاف مربع به ضلع L با طنابی به سطح مقطع S ساخته شده و قطر BD یک میله با همان سطح مقطع است. این کلاف روی سطح افقی است و به دو رأس A و C نیروی F در راستای قطر AC وارد می‌شود. مدول یانگ طناب و میله را برابر بگیرید. از رابطه‌ی $(۱+x)^{\alpha} = ۱ + \alpha x$ برای حالتی که x خیلی از ۱ کوچک‌تر است استفاده کنید.

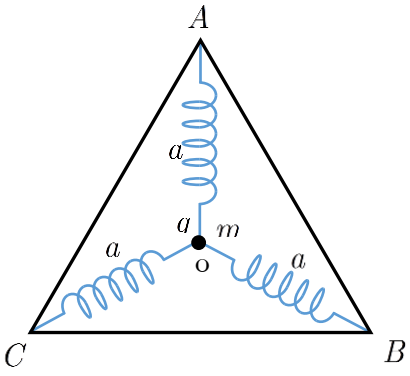


الف) نیروها را در هر ضلع مربع و میله معین کنید. در اینجا از تغییر طول‌ها چشم بپوشید.

ب) با نیروهایی که در بند (الف) حساب کرده‌اید، با فرض این‌که تغییر طول طناب و میله نسبت به طول آن‌ها خیلی کوچک‌تر است، تغییر طول قطر AC را به دست آورید. «۱۰ نمره»

۸- در این مسئله از نیروی گرانش چشم‌پوشی کنید.

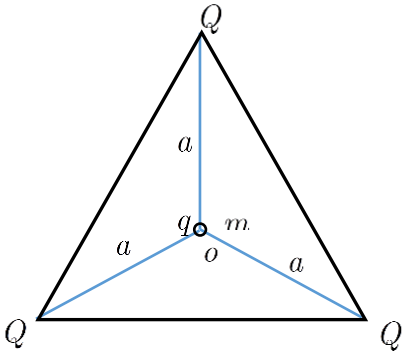
الف) در شکل روبه‌رو، سه فنر مشابه با ضریب K و طول عادی α به رأس‌های مثلث متساوی‌الاضلاعی وصل شده‌اند. جرم نقطه‌ای m در مرکز مثلث در حال تعادل است. فاصله‌ی O، مرکز مثلث، از هر رأس α است. جرم m را در امتداد پاره‌خط OA به اندازه‌ی x به رأس A نزدیک می‌کنیم. $\varepsilon = \frac{x}{\alpha}$ خیلی کوچک‌تر از ۱ است. با استفاده از تقریب



$$(۱+\varepsilon)^{\alpha} \simeq ۱ + \alpha\varepsilon$$

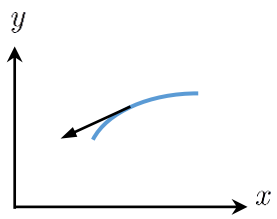
و چشم‌پوشی از جملات از مرتبه $\varepsilon^{۲}$ و بالاتر، نیروی بازگرداننده فنرها را محاسبه کنید و با مقایسه این نیروی بازگرداننده با نیروی بازگرداننده یک فنر، بسامد نوسان کم‌دامنه جرم m و حول نقطه o را به دست آورید.

ب) بار q به جرم m در مرکز یک مثلث متساوی‌الاضلاع قرار دارد و از سه بار مشابه Q، که با بار q هم علامت هستند، به فاصله‌ی α است. بار q را در جهت OA به اندازه‌ی x به باری که در رأس A قرار دارد نزدیک می‌کنیم. $\frac{x}{\alpha}$ خیلی کوچک‌تر از ۱ است. با استفاده از همان تقریب‌های قسمت (الف)، و با این فرض که بار q از صفحه‌ی مثلث خارج نمی‌شود، نیروی بازگرداننده را حساب کنید و بسامد نوسان کم‌دامنه آن را به دست آورید.



ج) فرض کنید بار q که در مرکز مثلث است، به اندازه‌ی y در راستای عمود بر صفحه‌ی مثلث جابه‌جا شود. $\frac{y}{\alpha}$ خیلی کوچک‌تر از ۱ است. جهت و اندازه‌ی نیروی وارد بر q را با همان تقریب‌های ذکر شده به دست آورید. «۱۰ نمره»

۹- ماخ در یک طناب افقی که با نیروی ثابت F کشیده شده است، موج عرضی $y = A\sin(kx - \omega t)$ منتشر می‌شود. در شکل نیرویی که در یک نقطه، قسمت چپ طناب به قسمت راست آن وارد می‌کند که نشان داده شده است. برای زاویه‌های کوچک θ داریم $\sin\theta \simeq \tan\theta$.



الف) با توجه به این‌که نیروی F مماس بر طناب و دامنه‌ی موج نسبت به طول موج کوچک است، مولفه‌ی y نیروی وارد بر قسمت راست طناب را به دست آورید.

ب) مولفه‌ی y سرعت طناب را در این نقطه به دست آورید.

ج) توانی که قسمت چپ طناب به طرف راست آن می‌فرستد را حساب کنید.

د) با فرض این‌که نقطه‌ی $x=0$ گره است، موج بر هم نهی شده را بنویسید. این موج از انتهای بسته‌ی طناب بازتاب می‌کند و در طناب موج ایستاده درست می‌شود.

هـ) توانی را که در این موج بر هم نهی شده از سمت چپ به سمت راست می‌رود به دست آورید.

و) توانی را که از گره‌ها و شکم‌ها می‌گذرد حساب کنید.

ز) در یک لحظه‌ی معین، در چه نقاطی، اندازه‌ی توان عبوری بیشینه است؟ «۱۰ نمره»

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه آزمون عملی
مرحله دوم
بیست و سومین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۸۸

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
–	۱	۳۰

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 **۱ مسئله‌ی تشریحی** و وقت آن **۳۰ 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.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

www.MAAKH.ir

کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

موضوع آزمایش: اندازه‌گیری جرم مجهول

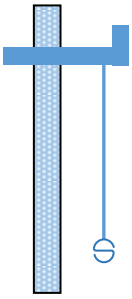
وسایل آزمایش:

دو تکه کش، دو عدد گیره که به دو سر یکی از کش‌ها وصل است، پنج واشر بزرگ که جرم هر کدام $5.5g$ است، پنج واشر کوچک که جرم هر کدام $1.0g$ است، خط‌کش، پیچ L شکل، قلاب فلزی برای آویختن، باریکه‌ی چوب، واشر سیاه‌رنگ با جرم مجهول.

مقدمه:

هرگاه به انتهای کشی به طول l که از یک نقطه آویزان است، وزنه‌ای بیاوزیم، طول کش تغییر می‌کند و به اندازه‌ی x افزایش می‌یابد. در این آزمایش می‌خواهیم از این خاصیت برای اندازه‌گیری جرم مجهول یک واشر سیاه‌رنگ استفاده کنیم.

آزمایش ۱:



مطابق شکل پیچ L شکل را در سوراخی که در یک سر چوب است بپیچانید.

طول کش را $30\ cm$ انتخاب کنید و کش را توسط گیره از پیچ L شکل بیاویزید. قلاب را به گیره‌ی پایین کش وصل کنید. چوب را در راستای قائم نگه دارید تا کش آویزان شود. در این حالت انتهای کش را روی چوب علامت‌گذاری کنید.

واشرهای بزرگ را، یکی‌یکی به قلاب پایین کش بیاویزید و مکان جدید انتهای کش را علامت‌گذاری کنید. با اندازه‌گیری افزایش طول کش، x، جدول (۱) را تکمیل کنید.

اگر به هر دلیلی خواستید آزمایش را تکرار کنید، از یک کش دیگر که در اختیار دارید استفاده کنید و کش قبلی را کنار بگذارید.

آزمایش ۲:

واشر سیاه‌رنگ با جرم مجهول را روی قلاب پایین کش بگذارید و افزایش طول کش، x_2، را اندازه‌گیری کنید و در جدول (۲) وارد کنید.

توجه: طول x_2 را با همان کشی اندازه‌گیری کنید که اعداد جدول ۱ را به کمک آن به دست آورده‌اید.

آزمایش ۳:

جرم مجهول واشر سیاه‌رنگ، M را تعیین کنید و در جدول (۳) بنویسید.