جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

دفترچه سوالات به همراه پاسخ تشریحی
مرحله دوم
سیزدهمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸

تعداد سوالات		مدت آزمون (دقیقه)
سوالات چند گزینه‌ای	مساله‌های تشریحی	
–	۶	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 **۶ سوال 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.
- جمع‌آوری و آماده‌سازی دفترچه‌ی سوالات این آزمون توسط **کمیته‌ی علمی ماخ** انجام شده است.

www.MAAKH.ir

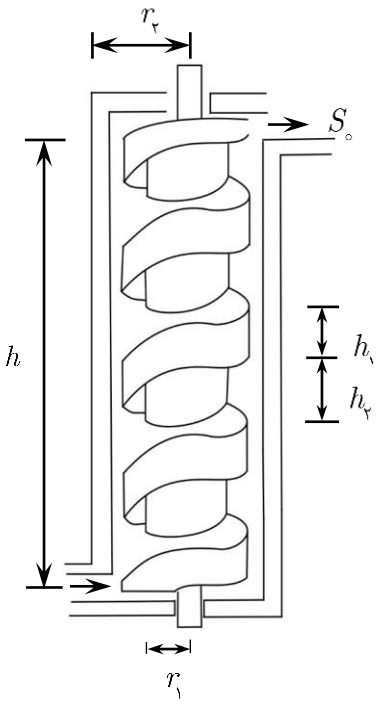
کلیه حقوق این سوالات برای ماخ محفوظ است.

۱- اتومبیلی در یک جاده‌ی افقی بدون پیچ با سرعت ثابت V حرکت می‌کند. هوا ساکن است و باران می‌بارد. قطره‌های باران با سرعت ثابت u سقوط می‌کنند.

الف) بردار سرعت قطره‌های باران نسبت به اتومبیل را به دست آورید. (اندازه‌ی بردار و زاویه‌ی آن نسبت به سطح افقی را حساب کنید).

ب) فرض کنید زاویه‌ی شیشه‌ای جلوی اتومبیل با راستای قائم α باشد. چه شرطی بین α، u و v برقرار باشد تا بارانی که به شیشه‌ی جلوی اتومبیل می‌خورد، روی شیشه شروع به بالا رفتن کند؟(۶ نمره)

۲- وسیله‌ای که در شکل نشان داده شده، نوعی تلمبه‌ی آب است که به آن پیچ ارشمیدس می‌گویند. این تلمبه از یک قسمت میانی پیچ مانند و یک پوسته تشکیل شده است.



ابعاد تلمبه روی شکل مشخص شده و محور آن قائم است. فرض کنید وقتی تلمبه را می‌چرخانیم، آب همراه پیچ حرکت کند.

الف) هنگامی که قسمت میانی یک دوره بگردد، حجم آبی که از تلمبه بیرون می‌آید، چقدر است؟

ب) اگر قسمت میانی N دور بر ثانیه بگردد، سرعت آب خروجی از تلمبه چقدر است؟

ج) چه توانی لازم است تا تلمبه را N دور بر ثانیه بگرداند؟

چگالی آب را ρ و شتاب گرانش را g بگیرید.

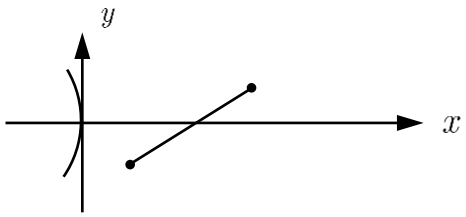
د) اکنون با فرض مقدارهای

$$r_2 = ۲۰cm, r_1 = ۱۶cm, h_2 = ۲۵cm, h_1 = ۲۰cm, h = ۱۸۰cm, S_0 = ۱۰۰cm^2$$

$$N = ۰/۳ \text{ دور بر ثانیه} \quad \text{و} \quad \rho = ۱۰۰۰kg/m^3$$

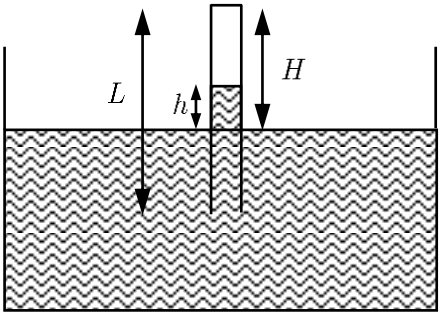
مقدار عددی کمیت‌های محاسبه شده در الف، ب و ج را به دست آورید. (۱۰ نمره)

۳- مطابق شکل، میله‌ی نازکی که قسمتی از خط $y = mx + b$ است را جلوی یک آینه‌ی کروی گوژ با فاصله‌ی کانونی f می‌گذاریم. فرض کنید همهٔ نقاط این میله به اندازه‌ی کافی به محور اصلی آینه نزدیک‌اند. معادله‌ی تصویر میله در آینه را به دست آورید.(۸ نمره)



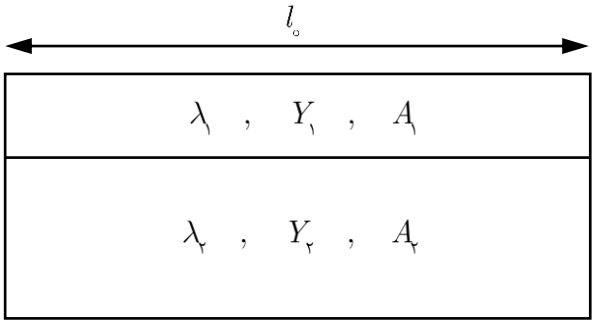
۴- وقتی یک لوله‌ی نازک را به طور عمودی در یک ظرف آب فرو می‌بریم، آب در لوله کمی بالا می‌آید. علت بالا آمدن، ترکیب نیروهای چسبندگی و کشش سطحی است. عملاً می‌توان فرض کرد از طرفی لوله نیرویی به سطح آزاد آب وارد می‌شود. این نیرو مماس بر لوله، عمود بر مرز جداکننده‌ی آب و هوا در لوله، و متناسب با طول مرز جداکننده است. ضریب تناسب را با γ نشان می‌دهیم.

مطابق شکل، یک لوله‌ی ته بسته‌ی نازک به مقطع یکنواخت به طول L را به طور عمودی وارد آب می‌کنیم. فرض کنید مساحت مقطع مخزن خیلی بیشتر از مساحت مقطع لوله است. بالای سطح آب درون لوله هوا است. طول بخشی از لوله که بیرون آب است، H است. سطح آب درون لوله به اندازه‌ی h بالاتر از سطح آب مخزن می‌ایستد. H را به دست آورید. اگر بیش از یک جواب برای h به دست می‌آید، با استدلال بنویسید کدام جواب قابل قبول است. چگالی آب ρ، شتاب گرانش g فشار هوای بیرون P_0 ، و قطر درونی لوله D است. از خمیدگی سطح آب درون لوله چشم بپوشید.(۱۰ نمره)



۵- الف) دو نفر یکسان با ثابت فنر k را به طور متوالی به هم می‌بندیم. ثابت فنر حاصل چقدر است؟

ب) دو فنر یکسان با ثابت فنر k را موازی با هم می‌بندیم. ثابت نفر حاصل چقدر است؟

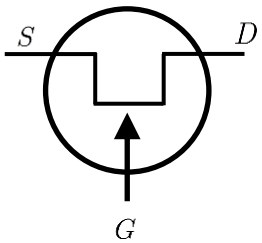


ج) هر میله را می‌توان شبیه فنری در نظر گرفت که طول آن تحت کشش و فشار عوض می‌شود. فرض کنید ثابت فنر میله‌ای از یک جنس معین، به طول واحد و مساحت مقطع واحد، Y باشد. به Y مدول یانگ می‌گویند.

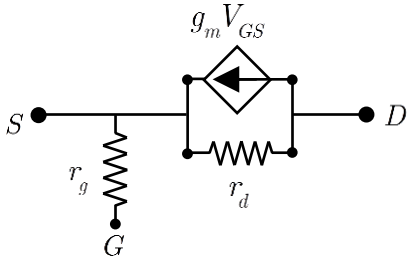
ثابت فنر میله‌ی از همین جنس به طول l و مساحت مقطع A چقدر است؟

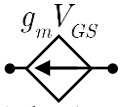
د) دو میله از جنس مختلف در نظر بگیرید. در دمای T_0 ، طول هر میله l_0 است. مطابق شکل این دو میله را به هم جوش داده‌اند. ضریب انبساط طولی میله‌ها λ_1, λ_2 و مساحت مقطع میله‌ها A_1, A_2 و مدول یانگ میله‌ها Y_1, Y_2 است. میله‌ها راگرم می‌کنیم. چون ضریب انبساط میله‌ها با هم فرض می‌کند، افزایش طول ناشی از گرم شدن میله‌ها یکسان نیست، اما میله‌ها به هم جوش خورده‌اند و اگر مساحت مقطع‌شان به حد کافی زیاد باشد، تقریباً خم نمی‌شوند. بنابراین در یکی کشش و در دیگری فشار به وجود می‌آید، به طوری که طول دو میله در دمای T یکسان می‌شود. ثابت فنر این دو میله را همان ثابت فنرشان در دمای T_0 بگیرید. این طول چقدر است؟(۱۲ نمره)

۶- ترانزیستور اثر میدان (FET) یک عنصر الکترونیکی با سه سر است، که نماد آن به صورت شکل ۱ است.

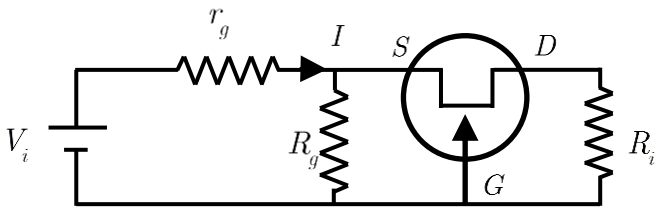


این عنصر را می‌توان با مدار شکل ۲ معادل گرفت.



معنی علامت  این است که از این شاخه جریانی برابر $g_m V_{os}$ می‌گذرد. در عمل مقاومت r_g بسیار بزرگ است، به طوری که می‌شود آن را بی‌نهایت گرفت.

مدار شکل ۳ یک تقویت کننده است.



الف) r_g را بی‌نهایت بگیرید و مقدار این تقویت کننده را، با استفاده از مدار معادل ترانزیستور، بکشید. در همه‌ی قسمت‌های دیگر مسئله از این مدار استفاده کنید.

ب) $A_v = \frac{V_{Do}}{V_{so}}$ را به دست آورید.

ج) جریان I در شکل ۳ را برحسب A_v، مقاومت‌های داده شده در مدار، V_{so} به دست آورید.

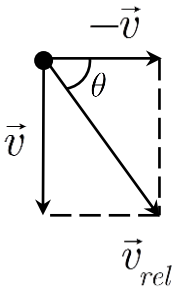
د) $\frac{V_{so}}{V_i}$ را برحسب A_v و مقاومت‌های داده شده درمدار به دست آورید.

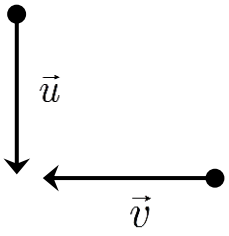
هـ) معمولاً r_d بسیار بزرگ است. در حد $r_d \to \infty$، نسبت $A'_v = \frac{V_{Do}}{V_i}$ را به دست آورید. (۱۲ نمره)

«پاسخنامه‌ی تشریحی»

۱- الف) سرعت نسبی قطرات برابر تفاضل سرعت‌ها می‌باشد.

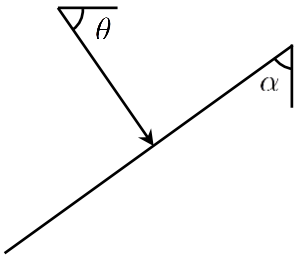
$$\vec{V}_{rel} = \vec{u} - \vec{v} \Rightarrow \begin{cases} |\vec{v}_{rel}| = \sqrt{u^2 + v^2} \\ tg\theta = \frac{u}{v} \Rightarrow \theta = tg^{-1}\frac{u}{v} \end{cases}$$





ب) شرط بالا رفتن قطرات این است که سرعت آنها مؤلفه‌ای در راستای سطح شیشه و به طرف بالا داشته باشد. برای این وضعیت باید θ از α کمتر باشد. (چرا؟)

$$\theta < \alpha \Rightarrow tg^{-1}\frac{u}{v} < \alpha \Rightarrow \frac{u}{v} < tg\alpha$$



۲- الف) حجم آب خروجی برابر فضای خالی موجود در یک گام پیچ می‌باشد.

$$V = \pi(r_2^2 - r_1^2)h_2$$

ب) حجم آب خروجی در واحد زمان عبارت است از:

$$\phi = NV = N\pi h_2(r_2^2 - r_1^2)$$

$$u = \frac{\phi}{S_0} = \frac{N\pi h_2(r_2^2 - r_1^2)}{S_0}$$

بنابراین سرعت خروج آب می‌شود.

ج) توان لازم یا کار لازم درواحد زمان عبارت است از

$$P = \rho NV\left[\frac{1}{2}u^2 + gh\right]$$

مقادیر u و v از قسمت‌های الف و ب مشخص است.

د) با جایگزین کردن مقادیر عددی در روابط الف، ب و ج داریم:

$$V = \pi(20^2 - 16^2) \times 25 = 1/13 \times 10^4 (cm^3) \approx 1/13 \times 10^{-2} m^3$$

$$\Phi = NV = 0/3 \times 1/13 \times 10^4 = 3/39 \times 10^2 (\frac{cm^3}{s})$$

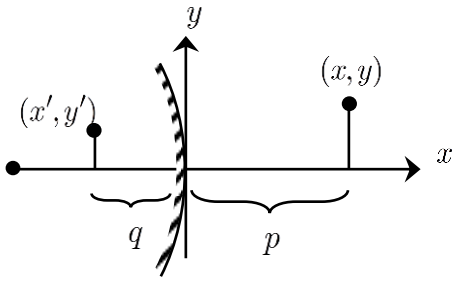
$$u = \frac{3/39 \times 10^3}{100} = 33/9 (\frac{cm}{s}) \approx 0/34 \frac{m}{s}$$

$$P = 10^3 \times 0/3 \times 1/13 \times 10^{-2}\left[\frac{1}{2}(0/34)^2 + 10 \times 1/8\right] \approx 60\ w$$

۳- ابتدا تصویر نقطه‌ی (x,y) را می‌یابیم. $P=x$

$$\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=-\frac{۱}{f}\Rightarrow q=\frac{-pf}{p+f}\Rightarrow x'=\frac{-xf}{x+f}$$

$$y'=y\left|\frac{q}{p}\right|=\frac{yf}{x+f}\Rightarrow (x,y)\rightarrow(\frac{-xf}{x+f},\frac{yf}{x+f})$$



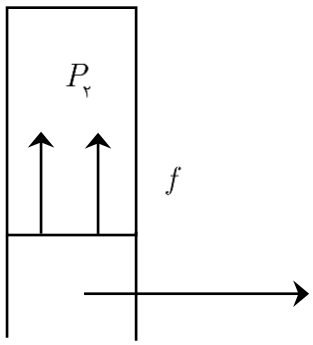
اگر معادله‌ی تصویر $y=f(x)$ باشد داریم:

$$F(\frac{-xf}{x+f})=\frac{(\mathrm{mx+b})\mathrm{f}}{x+f}$$

$$\frac{-xf}{x+f}=t\Rightarrow x=\frac{-ft}{f+t}\Rightarrow F(t)=\frac{\left[m\frac{-ft}{f+t}+b\right]f}{\frac{-ft}{f+t}+f}=(\frac{b}{f}-m)t+b\Rightarrow y=(\frac{b}{f}-m)x+b$$

۴- معادلات هم دما را برای هوای محبوس شده در بالای لوله می‌نویسیم:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲ \qquad (۱)$$



فشار اولیه هوای داخل لوله همان فشار هوای بیرون است. $P_۱=P_۰$

حجم اولیه‌ی هوای داخل لوله نیز برابر است با: $V_۱=\frac{\pi}{۴}D^۲L$

حجم نهایی هوای داخل لوله نیز عبارت است از: $V_۲=\frac{\pi}{۴}D^۲(H-h)$

برای تعیین $P_۲$ معادله تعادل نیرویی را برای جزئی از سطح مایع می‌نویسیم:

$$(P_۲-P)(\pi\frac{D^۲}{۴})=f\Rightarrow P_۲=P+\frac{f}{(\frac{\pi D^۲}{۴})}=(P_۰-\rho gh)+\frac{\gamma\pi D}{\frac{\pi}{۴}D^۲}\Rightarrow P_۲=P_۰-\rho gh+۴\frac{\gamma}{D}$$

که در آن از $p=p_۰-\rho gh$ و $f=r\pi D$ استفاده شده است.

با جایگزین کردن مقادیر $P_۱$، $P_۲$، $V_۱$ و $V_۲$ در رابطه‌ی (۱) به دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow P_۰\frac{\pi}{۴}D^۲L=(P_۰-\rho gh+۴\frac{\gamma}{D})\frac{\pi}{۴}D^۲(H-h)$$

$$\Rightarrow h^{۲} - h(H + \frac{۴\gamma}{\rho g D} + \frac{P_{۰}}{\rho g}) + \frac{P_{۰}}{\rho g}(H + \frac{۴\gamma}{DP_{۰}}\mathrm{H}-\mathrm{L}) = ۰$$

$$\mathrm{h} = \frac{۱}{۲}(H + \frac{۴\gamma}{\rho g D} + \frac{P_{۰}}{\rho g}) \pm \frac{۱}{۲}\sqrt{(H + \frac{۴\gamma}{\rho g D} + \frac{P_{۰}}{\rho g})^{۲} - ۴\frac{P_{۰}}{\rho g}(H + \frac{۴\gamma}{Dp}H - L)}$$

جواب منفی قابل قبول است زیرا در حد $\gamma = ۰$ و $H=L$ مقدار $h=۰$ را می‌دهد.

۵- ماخ الف) اگر نیروی F را به فنرها وارد کنیم هر کدام به اندازه‌ی Δx تغییر طول می‌دهند.

$$\Delta x = \frac{F}{k},\quad \Delta x' = ۲\Delta x \Rightarrow k' = \frac{F}{\Delta x'} = \frac{F}{۲\Delta x} = \frac{k}{۲}$$

ب) در این حالت نیروی $\frac{F}{۲}$ به هر فنر وارد می‌شود:

$$\Delta x' = \Delta x = \frac{F/۲}{k} \Rightarrow k' = \frac{F}{\Delta x'} = ۲k$$

ج) سطح مقطع میله نمودی از تعداد فنرهای موازی را نشان می‌دهد و طول آن نمایشی از تعداد فنرهای سری است. بنابراین با توجه به اطلاعات مسئله و قسمت‌های الف و ب داریم:

$k=Y=$ برای طول واحد و سطح مقطع واحد

$k=YA=$ برای طول واحد و سطح مقطع واحد A

$k_{۲} = \frac{Y}{l}=$ برای سطح مقطع واحد و طول l

$k_{۳} = Y\frac{A}{l}=$ برای طول l و سطح مقطع واحد A

د) فرض کنیم تغییر طول ناشی از دما و فشار درهر یک از میله‌ها به ترتیب $\Delta l_{۱}$ و $\Delta x_{۱}$ و $\Delta l_{۲}$ و $\Delta x_{۲}$ باشد.

طول نهایی $l = l_{۰} + \Delta l_{۱} + \Delta x_{۱} = l_{۰} + \Delta l_{۲} + \Delta x_{۲}$

از طرفی نیروی کششی در یکی از میله‌ها باید برابر نیروی فشار در میله دیگر باشد(با علامت مخالف)

$$\Rightarrow F_{۱} + F_{۲} = ۰ \Rightarrow \begin{cases} Y_{۱}\frac{A_{۱}}{l_{۰}}\Delta x_{۱} + Y_{۲}\frac{A_{۲}}{l_{۰}}\Delta x_{۲} = ۰ \\ \lambda_{۱} l.\Delta T + \Delta x_{۱} = \lambda_{۲} l.\Delta T + \Delta x_{۲} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta x_{۱} = (\lambda_{۲} - \lambda_{۱}) l_{۰} \frac{Y_{۲}A_{۲}}{Y_{۱}A_{۱} + Y_{۲}A_{۲}}\Delta T$$

$$l = l_{۰} + \Delta l_{۱} + \Delta x_{۱}$$

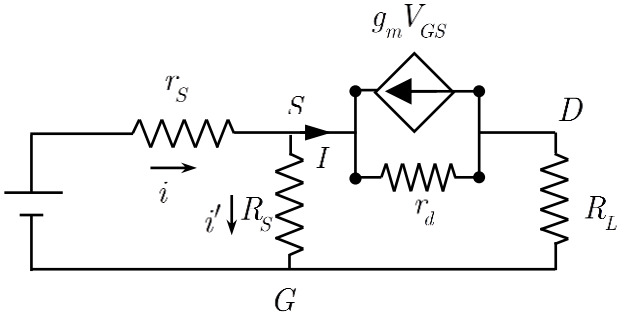
بنابراین طول نهایی میله‌ها می‌شود:

$$= l_{۰}\left[۱ + \lambda_{۱}\Delta T + (\lambda_{۲} - \lambda_{۱})\frac{Y_{۲}A_{۲}}{Y_{۱}A_{۱} + Y_{۲}A_{۲}}\Delta T\right]$$

$$= l_{۰}\left[۱ + \frac{\lambda_{۱}Y_{۱}A_{۱} + \lambda_{۲}Y_{۲}A_{۲}}{Y_{۱}A_{۱} + Y_{۲}A_{۲}}\Delta T\right]$$

۶- ماخ الف) با توجه به اینکه r_g بی‌نهایت است، می‌توانیم مقاومت r_g را از مدار شکل ۲ در صورت مسئله، که معادل عنصرشکل ۱ در صورت مسئله است، قطع کنیم. بنابراین مدار معادل ترانزیستور به صورت شکل زیر است.

(V_G را صفر می‌گیریم.)



ب) با توجه به مدار شکل بالا داریم:

$$-g_m V_s + \frac{V_s - V_D}{r_d} = \frac{V_D}{R_L} \Rightarrow V_s(-g_m + \frac{1}{r_d}) = V_D(\frac{1}{r_d} + \frac{1}{R_L})$$

$$A_v = \frac{V_D}{V_s} \frac{-g_m + \frac{1}{r_d}}{\frac{1}{r_d} + \frac{1}{R_L}}$$

ج)
$$I = \frac{V_D}{R_L} = \frac{A_v V_s}{R_L} \frac{1 - r_d g_m}{R_L + r_d} V_s = \frac{r_d g_{m-1}}{R_L + r_d} = V_{SG}$$

د) مطابق شکل بالا برای جریان‌های شاخه‌های مختلف داریم:

$$i = i' + I \qquad (1)$$

از طرفی $i' = \frac{V_s}{R_s}$ و $I = \frac{V_D}{R_L}$ بنابراین نسبت $\frac{i'}{I}$ عبارت است از:

$$\frac{i'}{I} = \frac{R_L}{R_s}\frac{V_s}{V_D} = \frac{R_L}{R_s A_v}$$

$$\frac{I}{i} = 1 + \frac{I}{i'}$$

بنابراین با توجه به رابطه‌ی (۱) داریم:

$$\frac{i}{i'} = 1 + \frac{R_L A_v}{R_L} \qquad (2)$$

از طرفی با توجه به مدار بالا داریم:

$$V_i = r_s i + R_s i'$$
$$V_s = R_s i'$$

بنابراین نسبت $\frac{V_s}{V_i}$ عبارت است از:

$$\frac{V_{SG}}{V_i} = \frac{-V_s}{V_i} = \frac{-R_s i'}{r_s i + R_s i'} = \frac{-R_s}{r_s \frac{i}{i'} + R_s}$$

با جایگزین کردن $\frac{i}{i'}$ از رابطهٔ (۲) در رابطهٔ اخیر به دست می‌آوریم:

$$\frac{V_{SG}}{V_i}=\frac{-R_s}{r_s\left[1+\frac{R_s(1-g_m r_d)}{r_d+R_L}\right]+R_s}$$

هـ) در حد $r_d\to\infty$، داریم: $A_v=-R_L g_m$ و $\frac{V_{SG}}{V_i}=\frac{-R_s}{r_s(1-g_m R_s)+R_s}$ بنابراین نسبت $\frac{V_{DG}}{V_i}$ می‌شود.

$$A'_v=\frac{V_{DG}}{V_i}=\frac{V_{DG}}{V_{sG}}\frac{V_{sG}}{V_i}=A_v\frac{V_{sG}}{V_i}=\frac{g_m R_L R_s}{r_s(1-g_m R_s)+R_s}$$

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

آزمون عملی
مرحله دوم
سیزدهمین دوره‌ی المپیاد فیزیک سال ۱۳۹۸

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 سوال 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.

وسایل موجود:

۱- کاغذ میلی‌متری با جرم مجهول (m_1)

۲- سیم با جرم مجهول (m_2)

۳- چوب کبریت

شرح آزمایش:

کاغذ میلیمتری را چند بار تا بزنید و به شکل یک خط‌کش باریک درآورید. از این کاغذ تا شده، به عنوان اهرم استفاده کنید.

الف) نسبت m_1 به m_2 را به دست آورید.

ب) روش انجام آزمایش را بنویسید.

ج) عوامل مؤثر بر خطای آزمایش را بنویسید.

(۱۲ نمره)

نیلز هنریک دیوید بوهر

فیزیکدان دانمارکی(۱۹۶۲-۱۸۸۵) از ۱۹۱۶ استاد و از ۱۹۲۰ رییس مؤسسه‌ی فیزیک نظری دانشگاه کپنهاگ بود. در ۱۹۱۳ موفق شد که فرضیه‌ی کوانتومی پلانک(۱۹۰۰) را برای مدل اتمی به کار برد. مدل اتمی بوهر اولین مدلی بود که توانست خطوط طیفی هیدروژن را به صورت نظری تعیین کند. بوهر مدل خود را تعمیم داد و توصیفی برای سایر عناصر به دست آورد و توانست نظریه‌ای برای جدول تناوبی عناصر ارایه دهد. اصل تطابق که بعد از او چنین خوانده می‌شد، رابطه‌ای بین نظریه‌ی کلاسیک و نظریه‌ی جدید کوانتومی برقرار کرد. در ۱۹۲۰ بوهر برنده‌ی جایزه‌ی نوبل در فیزیک شد. در ۱۹۲۷ به همراه هایزنبرگ جوان مکانیک کوانتومی را توسعه داد. این تعبیر امروزه تعبیر فیزیکی حاکم بر فرمول‌بندی نظریه کوانتومی است که بر اصل عدم قطعیت هایزنبرگ و دوگانگی آشنای ذرات و امواج استوار است. پس از آن، بوهر در زمینه‌ی مسایل فیزیک هسته‌ای و ذرات بنیادی کار کرد. وی از ۱۹۳۳ تا ۱۹۳۶ مدل کیسه‌ی شنی را برای توصیف واکنش‌های هسته‌ای برخوردها بکار برد. تعبیر بوهر برای شکاف هسته‌ای اورانیم برای کاربردهای فنی مهم بود. بوهر از ۱۹۴۳ تا ۱۹۴۵ در توسعه‌ی طرح بمب اتمی در لوس‌آلاموس کار کرد.

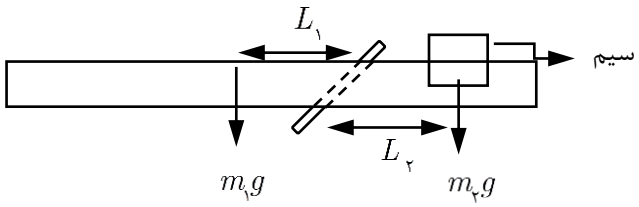
«پاسخنامه‌ی آزمون عملی»

موضوع: به دست آوردن نسبت جرم یک محصول به جرم یک کاغذ میلی‌متری

روش آزمایش:

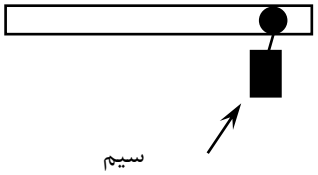
روش کلی مسئله این است که کاغذ میلی‌متری را چند تا می‌زنیم تا به صورت یک خط‌کش باریک درآید(دقت می‌کنیم میلی‌متری صفحه به سمتی باشد که بتوان از آن استفاده کرد). پس از آن مرکز جرم این خط‌کش را مشخص می‌کنیم و با گذاشتن وزنه بر یک سر خط‌کش سعی می‌کنیم گرانیگاه جدید را به کمک چوب کبریت پیدا کنیم، پس از آن مطابق شکل ۱ با قرائت فاصله سیم و مرکز جریم خط‌کش از تکیه‌گاه نسبت $\frac{m_۱}{m_۲}=\frac{L_۲}{L_۱}$ به دست می‌آید. در انجام این آزمایش به چند نکته باید توجه کرد.

اول اینکه با توجه به اینکه هر چه طول $L_۲, L_۱$ بیشتر باشد خطای نسبی آزمایش کمتر می‌شود، بهتر است کاغذ را از طول تا کنیم به صورتی که طول نهایی خط‌کش بیشتر شود.

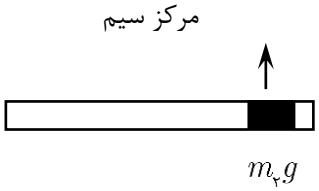


دوم اینکه با توجه به اینکه مشخص کردن مرکز جرم سیم خود عامل خطا است می‌توان به دو صورت عمل کرد:

الف) سیم را به شکل یک وزنه درآورد که انتهای آن یک قلاب دارد (شکل۲) که با ایجاد یک سوراخ در انتهای خط‌کش می‌توان یک قلاب را از آن آویزان کرد.



ب) چنانچه سیم را به شکل یک فنر در آوریم که روی کاغذ قرار گیرد سعی کنیم حتی‌المقدور سیم فشرده باشد و مرکز سیم را به عنوان مرکز جرم سیم انتخاب کنیم.



سوم اینکه با توجه به سفید بودن حاشیه کاغذ، لازم بود یک بار به کمک چوب کبریت تکیه‌گاه خط‌کش خالی را به دست بیاوریم، البته می‌شد با فرض همگن بودن کاغذ و اندازه‌گیری طول حواشی نیز محل مرکز جرم را مشخص نمود.

چهارم اینکه برای از بین بردن خطاهای تصادفی بهتر بود آزمایش چند بارتکرار می‌شد.

نتیجه آزمایش:

	$L_۱$	$L_۲$	$\frac{m_۱}{m_۲}=\frac{L_۲}{L_۱}$
بار اول	۵/۴	۹/۶	۱/۷۸
بار دوم	۵/۱	۸/۹	۱/۷۵
بار سوم	۵/۳	۹/۵	۱/۷۹
بار چهارم	۵/۵	۹/۵	۱/۷۳
متوسط	$m_۱ / m_۲ = ۱ / ۷۶$		

که البته با توجه به اینکه ما حداقل خطای ۰/۰۵ را داشتیم، خواهیم داشت:

$$\frac{m_۱}{m_۲} = ۱/۷۵$$

خطاهای آزمایش :

*پهن بودن چوب کبریت که خود آن حدود ۳ میلیمتر بعد داشت و برای بالا بردن دقت می‌شد از گوشه کبریت استفاده نمود.

* خطا در به دست آوردن محل دقیق مرکز جرم به کمک چوب کبریت و چه با اندازه‌گیری حاشیه (چنانچه می‌خواستیم از فرض همگن بودن استفاده کنیم بهتر بود کاغذ را در ابتدا دو تا می‌کردیم تا خط وسط مشخص شود).

*ابتدا کبریت کاملاً عمود برخط‌کش نباشد و با آن زاویه بسازد.

*خطای شخص اندزه‌گیر مانند خطای چشم.

*خطای اندازه‌گیری طول که بیشینه دقت ما به صورت ایده‌ال دقت وسیله اندازه‌گیری یعنی یک میلی‌متر بود.