

تبهک



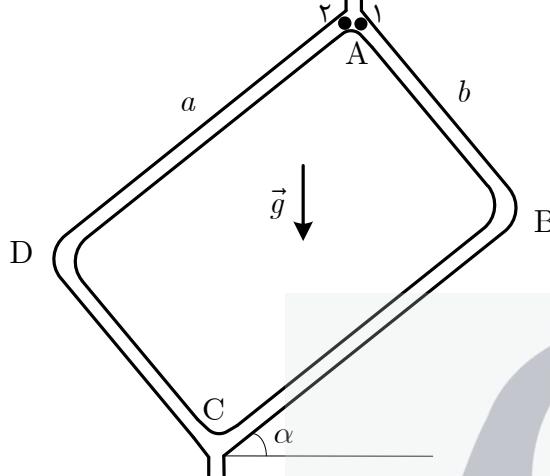
توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است

- ۱ این پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مقاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
- ۲ مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخنامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، مراقبین را مطلع نمایید.
- ۳ پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
- ۴ با توجه به آنکه برگه‌های پاسخنامه به نام صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پاکنویس نمایید.
- ۵ عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید.
- ۶ در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهد شد.
- ۷ از مخدوش کردن دایره‌ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۸ همراه داشتن هرگونه کتاب، جزو، یادداشت و لوازم الکترونیکی تغییر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسائل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۹ آزمون مرحله دوم برای دانشآموزان سال اول و دوم دیبرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانشآموزان پایه سوم دیبرستان انتخاب می‌شوند.



کد ملی:



(۱) مطابق شکل لوله‌ای بدون اصطکاک به شکل مسیر مستطیلی

ABCD در آمده است و در صفحه‌ی قائم قرار دارد. دو گلوله‌ی مشابه از نقطه‌ی A واقع بر بالاترین نقطه‌ی دستگاه از حال سکون رها شده و از دو راه مختلف هر دو به نقطه‌ی C می‌رسند. زاویه‌ی بین امتداد BC با افق α است و طول و عرض این مستطیل به ترتیب a و b است.

آ) زمان رسیدن گلوله‌ی ۱ تا نقطه‌ی C را T_1 بنامید و آن را حساب کنید.

ب) زمان رسیدن گلوله‌ی ۲ تا نقطه‌ی C را T_2 بنامید و آن را حساب کنید.

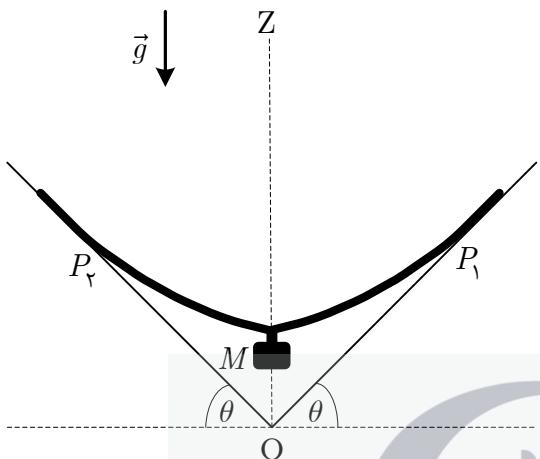
پ) کمیت $T_2 - T_1$ را به دست آورید و آن را به شکل زیر بیان کنید

$$T_2 - T_1 = f(a, b, \alpha) \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \frac{1}{\sin \alpha} \right).$$

تابع $f(a, b, \alpha)$ را به ساده‌ترین شکل بنویسید و در مورد علامت آن بر حسب α بحث کنید. تعیین کنید در چه شرایطی T_1 کوچک‌تر از T_2 است.

ذهن زیبا

کد ملی:



(۲) طنابی به طول l و جرم m وقتی روی سطح شیبداری به

شیب α قرار دارد در اثر نیروی اصطکاک بین طناب و سطح، در

آستانه‌ی لغزش است. به نقطه‌ی وسط این طناب جرم M را

می‌بنديم و آن را مطابق شکل روی دو سطح شیبدار با همان

ضریب اصطکاک قرار می‌دهیم. صفحه‌ی شکل، مقطع قائم دو

سطح شیبدار است و طناب در این صفحه واقع است. در این

وضعیت اگر زاویه‌ی شیب دو سطح با افق θ باشد دستگاه در

آستانه‌ی لغزش قرار دارد و مجموعاً طول x از طناب روی دو سطح قرار دارد. در این حالت طناب نسبت به محور قائم OZ تقارن

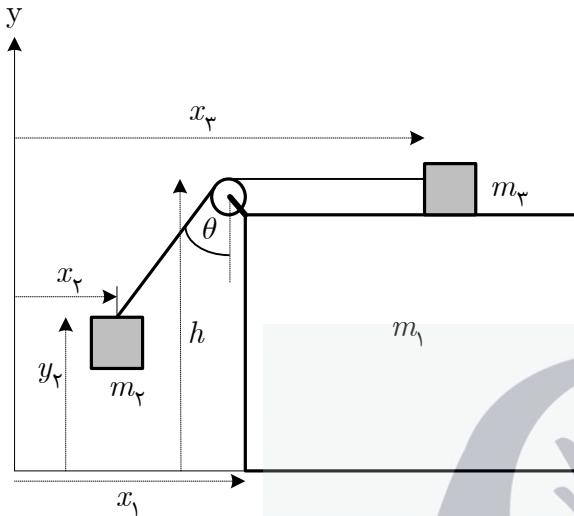
دارد.

آ) کشش طناب در نقاط P_1 و P_2 که طناب از دو سطح شیبدار جدا شده است را به دست آورید.

ب) طول x را بر حسب θ به دست آورید و نمودار آن را با فرض ثابت بودن سایر کمیت‌ها رسم کنید. به ازای چه x ‌ای کمینه است؟ مقدار کمینه‌ی x را حساب کنید.

پ) به ازای M و m معین، θ در چه محدوده‌ای باشد تا دستگاه در وضعیت فوق در تعادل باشد؟

ذهن زیبا



(۳) سه جسم به جرم‌های m_1 , m_2 و m_3 مطابق

شکل به هم متصل‌اند. جسم m_1 با نیروی ثابت F به

سمت راست کشیده می‌شود، به طوری که در ضمن

حرکت اجسام نخ متصل به جرم m_2 در زاویه‌ی ثابت

θ نسبت به امتداد قائم قرار داشته باشد. مختصات x_1 , x_2

و x_3 در شکل نشان داده شده‌اند. طول نخ

میان جرم‌های m_2 و m_3 مقدار ثابت l است و

کلیه‌ی سطوح بدون اصطکاک هستند. قرقره کوچک و جرم‌ش ناچیز است.

آ) معادلات حرکت نیوتون را برای حرکت افقی هر سه جرم و حرکت قائم جرم m_2 بنویسید. به این ترتیب با مفروض دانستن θ ,

چهار معادله برای شش مجهول F , a_1 , a_2 , a_3 , a_{2y} , a_{2x} و T (کشش نخ) به دست می‌آید.

ب) عبارتی برای طول نخ, l , بر حسب x_1 , x_2 , y_2 , x_3 و y_3 بنویسید و با دو بار مشتق‌گیری از آن نسبت به زمان رابطه‌ای بین

a_1 , a_2 , a_3 و θ به دست آورید.

پ) با توجه به ثابت بودن θ رابطه‌ی دیگری بین x_2 , x_3 و y_2 بر حسب θ به دست می‌آید. از این رابطه نیز دو بار نسبت به

زمان مشتق بگیرید و رابطه‌ای بین a_1 , a_2 , a_3 و θ به دست آورید.

ت) معادلات به دست آمده (شش معادله و شش مجهول) را حل کنید تا a_1 و F بر حسب θ و سایر کمیت‌های معلوم به دست

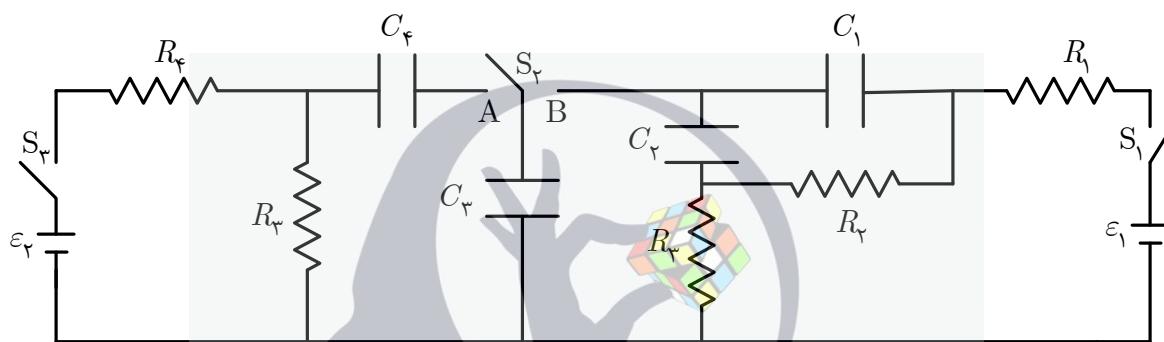
آیند.

کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

۴) در مدار نشان داده شده در شکل، ولتاژ باتری‌ها، مقدار مقاومت‌ها و ظرفیت خازن‌ها روی شکل مشخص شده است. در ابتدا

همهی خازن‌ها بدون بار و همهی کلیدها باز هستند. در لحظه‌ی $t = 0$ کلیدهای S_1 و S_2 بسته می‌شوند و کلید S_3 به نقطه‌ی A وصل می‌شود. پس از گذشت زمان بسیار زیاد کلید S_2 از نقطه‌ی A باز شده و به نقطه‌ی B بسته می‌شود.



اگر q_1 و q_3 بار خازن‌های C_1 و C_3 درست قبل از باز شدن کلید S_h از نقطه‌ی A و q'_1 و q'_3 بار آن‌ها پس از گذشت زمان

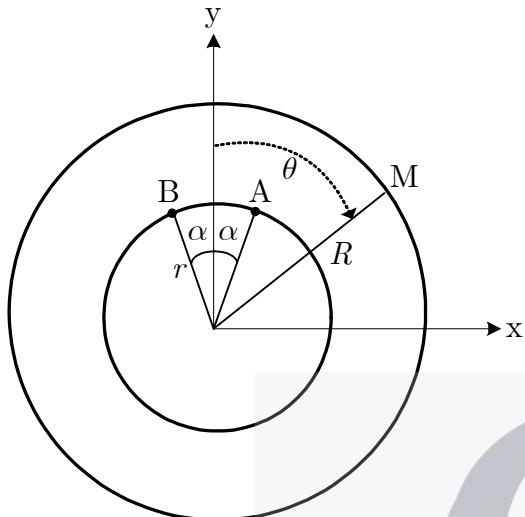
بسیار زیاد از بسته شدن کلید S_5 به نقطه‌ی B باشد،

آ) مقادیر q_1 و q_3 را بر حسب کمیت‌های داده شده در شکل به دست آورید.

ب) معادلاتی بنویسید که از حل آن‌ها q' و q'' به دست آید.

ب) با فرض آن که اندازه‌ی همه‌ی مقاومت‌ها R و ظرفیت همه‌ی خازن‌ها C باشد جواب معادلات فوق را به دست آورید.

کد ملی:



(٥) یک منبع نور خطی با طول موج λ روی محور Z قرار دارد. مطابق

شکل دو پوسته‌ی استوانه‌ای کدر هم محور به شعاع‌های r و R که محور آن‌ها محور Z است، منبع نور را احاطه کرده‌اند. نقاط A و B از شکل، مقطع شکاف‌های باریکی هستند که روی استوانه‌ی به شعاع r به موازات محور Z ایجاد شده‌اند. می‌توان نقاط A و B را مانند منابع نور نقطه‌ای هم‌فاز در نظر گرفت که در صفحه‌ی $x-y$ واقع‌اند و شعاع‌های واصل به آن‌ها با محور y زاویه‌ی حاده α دارند. همه‌ی کمیت‌های خواسته شده

در این مسئله را تنها در صفحه‌ی $x-y$ محاسبه کنید. نقطه‌ای مانند M

مطابق شکل در نظر بگیرید که روی پرده‌ی استوانه‌ای به شعاع n فرار دارد و

آنچه d_1 را حسب θ و ثابت‌های داده شده در صورت مسئله محاسبه کنید.

ب) تعريف می‌کنیم $d = d_B - d_A$: کمیت d بحسب θ و ثابت‌های داده شده در مسئله به دست آورید.

پ) اگر r از R خیلی کوچکتر باشد می‌توان از عبارت‌های متناسب با $\frac{r}{R}$ و $\frac{r^2}{B^2}$ چشم پوشید و نیز از رابطه‌ی

فرض ساده کنید و در ادامه مسئله فرض کنید چنین شرطی برقرار است.

ت) اندازه‌ی اختلاف فاز نور رسیده به نقطه‌ی M از نقاط A و B را با $|\Delta\phi|$ نمایش می‌دهیم. $|\Delta\phi|$ را بر حسب α , r و R به دست آورد.

ث) به ازای جه زاویه‌های θ_i ای شدت نور در نقطه‌ی M روی استوانه‌ی خارجی بیشینه است؟

ج) در چه زاویه‌هایی، روی استوانه‌ی خارجی، شدت نور کمینه است؟

چ) تعداد کل نواهای روشن روی استوانه خارجی را به دست آویزد.

کد ملی:

۶) یک خازن تخت و تعداد زیادی توب بسیار کوچک، هر یک به جرم m ، که قادرند بار الکتریکی را بین صفحات یک خازن

تخت انتقال دهند در نظر بگیرید. توب‌ها به طور ناکشسان و عمود به صفحه‌های خازن برخورد می‌کنند به طوری که اگر اندازه‌ی سرعت در لحظه‌ی قبل از برخورد به صفحه v باشد، اندازه‌ی سرعت آن درست پس از برخورد ev خواهد بود که $e < 1 < v$. هر توب هنگام تماس با هر یک از صفحه‌ها به صورت آنی بار q را به دست می‌آورد و در اثر دافعه از آن صفحه دور می‌شود و نیز هنگام برخورد به هر یک از صفحه‌ها به طور تقریباً آنی بار قبلی خود را از دست می‌دهد و باری با اندازه‌ی q به دست می‌آورد، سپس بر اثر دافعه الکتریکی از آن دور می‌شود. این فرایند هر بار که تکرار شود، توب بخشی از انرژی جنبشی خود را از دست می‌دهد. فرض کنید مساحت هر یک از صفحات خازن A ، فاصله‌ی صفحه‌های آن از هم d و تعداد توب‌ها در واحد سطح صفحه‌ی خازن n باشد. شاع توب‌ها در مقایسه با فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن ناچیز است و از نیروی وزن توب‌ها و اثرات لبه‌ی خازن چشم می‌پوشیم. در ابتدا خازن بدون بار است و همه‌ی توب‌ها روی یکی از صفحه‌ها قرار دارند و ساکن هستند. در این وضعیت خازن را به پتانسیل ϵ وصل می‌کنیم.

آ) زمان رسیدن هر توب به صفحه‌ی مقابل و سرعت آن درست قبل از برخورد به آن صفحه پس از یک بار طی مسافت d چقدر است؟

ب) سرعت هر توب درست قبل از برخورد به صفحه‌ی خازن پس از طی مسافت $k d$ (تعداد دفعه‌هایی است که هر توب

مسافت d را طی کرده است) و مدت زمان حرکت در مرحله‌ی k ام را به دست آورید.

پ) جریان الکتریکی میانگین بین صفحه‌ها در مرحله‌ی k ام را به دست آورید.

ت) نمودار جریان - ولتاژ ($I - \epsilon$) را در حد $\infty \rightarrow k$ به طور کیفی رسم کنید.

ث) مقدار انرژی مکانیکی تلف شده توب‌ها در برخورد k ام را به دست آورید و با استفاده از آن آهنگ اتلاف انرژی مکانیکی میانگین در حد $\infty \rightarrow k$ را حساب کنید.

ج) آهنگ میانگین انجام کار به وسیله‌ی باتری را در حد $\infty \rightarrow k$ حساب کنید.

$$1 + x + x^2 + \dots + x^{k-1} = \frac{1 - x^k}{1 - x}$$

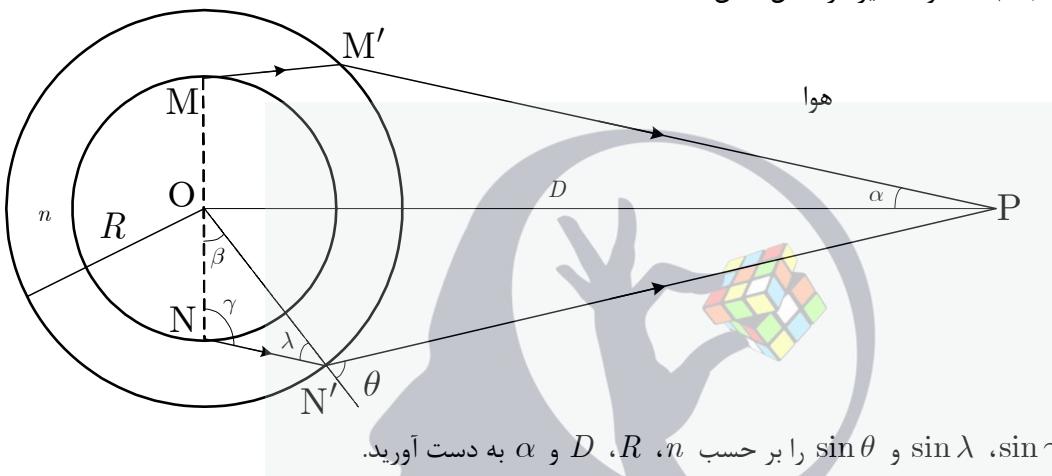
راهنمایی:

کد ملی:

معاونت دانش پژوهان جوان

(۷) یک ظرف شیشه‌ای استوانه‌ای که مقطع آن در شکل نشان داده شده است دارای شعاع خارجی R و ضریب شکست n است

و در هوا با ضریب شکست یک قرار دارد. ناظری که از نقطه‌ی P به فاصله‌ی D از محور ظرف استوانه‌ای به آن نگاه می‌کند به دلیل شکست نوری که از دو سر قطر داخلی MN هنگام عبور از نقاط M' و N' اتفاق می‌افتد استوانه داخلی را تحت زاویه‌ی 2α می‌بیند. زاویه‌های β , γ و θ نیز در شکل نشان داده شده است.

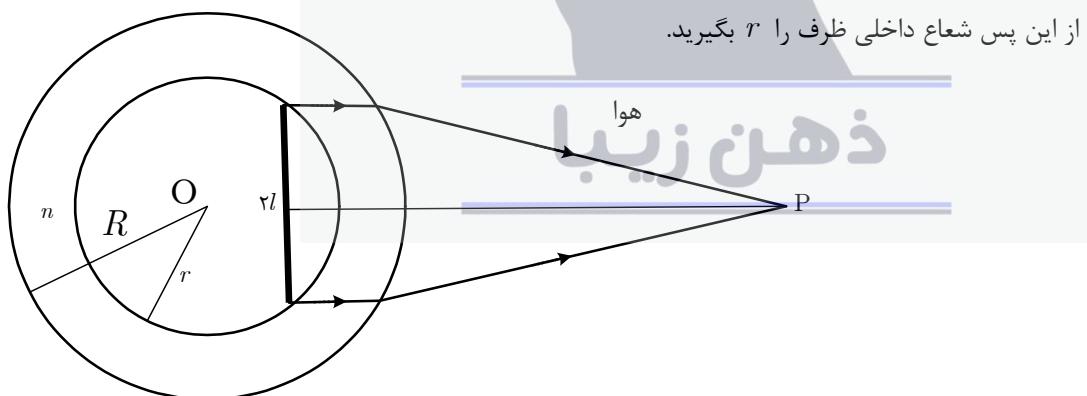


(آ) کمیت‌های $\sin \beta$, $\sin \gamma$, $\sin \lambda$, $\sin \theta$ را بر حسب D , R , n و α به دست آورید.

ب) قطر واقعی داخلی ظرف را بر حسب n , R , D و سینوس زاویه‌های مشخص شده در شکل به دست آورید.

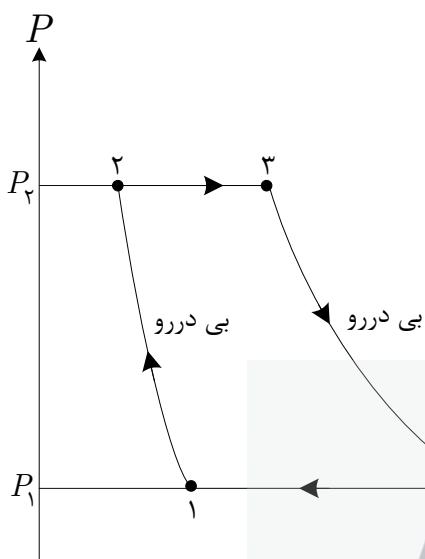
اگر فرض کنید داخل این طرف استوانه‌ای، میله‌ای به طول ۲۷ درست در کنار دیواره قرار دارد و ناظری در نقطه‌ی P مطابق

شکل به آن نگاه می‌کند. از این پس شعاع داخلی ظرف را r بگیرید.



پ) چشم ناظر در چه فاصله‌ای از محور استوانه قرار داشته باشد تا پرتوهایی که از دو سر میله به طور موازی خارج می‌شود را

دريافت کند.



۸) یک مول گاز کامل، چرخه‌ی نشان داده شده در شکل را طی می‌کند. این چرخه شامل دو فرایند بی‌دررو و دو فرایند هم‌فشار است. ظرفیت گرمایی مولی گاز در فشار ثابت و در حجم ثابت به ترتیب C_{MP} و C_{MV} است. اثبات می‌شود که در یک فرایند بی‌دررو برای گاز کامل PV^γ ثابت است که

$$\gamma = \frac{C_{MP}}{C_{MV}} \quad \text{و همواره } \gamma > 1. \quad \text{دماهی دستگاه در نقطه ۱،}$$

۲، ۳ و ۴ را به ترتیب T_1 ، T_2 ، T_3 و T_4 می‌نامیم. فشار دستگاه در نقاط فوق به ترتیب P_1 ، P_2 ، P_3 و P_4 است.

آ) در فرایند بی‌دررو برای گاز کامل کمیت PT^α ثابت است. α را بر حسب γ حساب کنید.

ب) در میان دماهای T_1 تا T_4 یکی بیشترین دماهی دستگاه T_H و دیگری کمترین دماهی دستگاه T_C است. T_1 تا T_4 را بر حسب P_1 ، P_2 ، T_C ، T_H و γ به دست آورید.

پ) کاری که گاز در یک چرخه انجام می‌دهد، $|W|$ را بر حسب C_{MP} ، P_2 ، P_1 ، T_C ، T_H و γ به دست آورید. بازده

$$\frac{P_2}{P_1} = r \quad \text{به دست آورید.}$$

در ادامه فرض کنید با ثابت نگه داشتن T_H و T_C می‌توان P_1 و P_2 را متغیر در نظر گرفت.

ت) به ازای چه مقداری از r کار $|W|$ برابر صفر است؟

ث) در محدوده‌ی مجاز r (بین دو مقداری که بازده بیشینه‌ی چرخه چقدر است؟

ج) بیشینه‌ی $|W|$ به ازای چه مقداری از r اتفاق می‌افتد؟ بیشینه‌ی $|W|$ چقدر است؟

ج) در وضعیتی که بیشینه است بازده دستگاه چقدر است؟

ح) بازده ماشین کارنویی که بین T_C و T_H کار می‌کند چند برابر بازده قسمت چ است؟

تپهه



توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است

- قبل از شروع آزمون دقت کنید که وسائل ذکر شده در صورت سوال عملی، به طور کامل در اختیار شما قرار گرفته باشد. در صورت بروز مشکل مراقبین را مطلع نمایید.
- از آنجا که ممکن است تا پایان آزمون عملی به وسایلی که در اختیار شما قرار داده شده نیاز داشته باشد، هنگام کار با آنها دقت کنید. در صورت وجود مشکل در ابزارهای آزمایش، از مسؤول حوزه درخواست کنید آن را تعویض نماید.
- این پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مقاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخنامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، مراقبین را مطلع نمایید.
- پاسخ سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل دیگری بنویسید، به شما نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
- با توجه به آنکه برگه‌های پاسخنامه به نام صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت.
- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید.
- در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهد شد.
- از مخدوش کردن دایره‌ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزو، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.

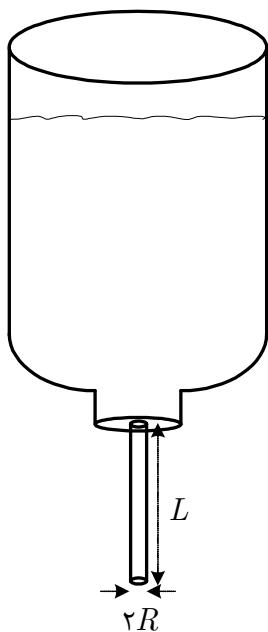
کد ملی:

معاونت داش پژوهان جوان

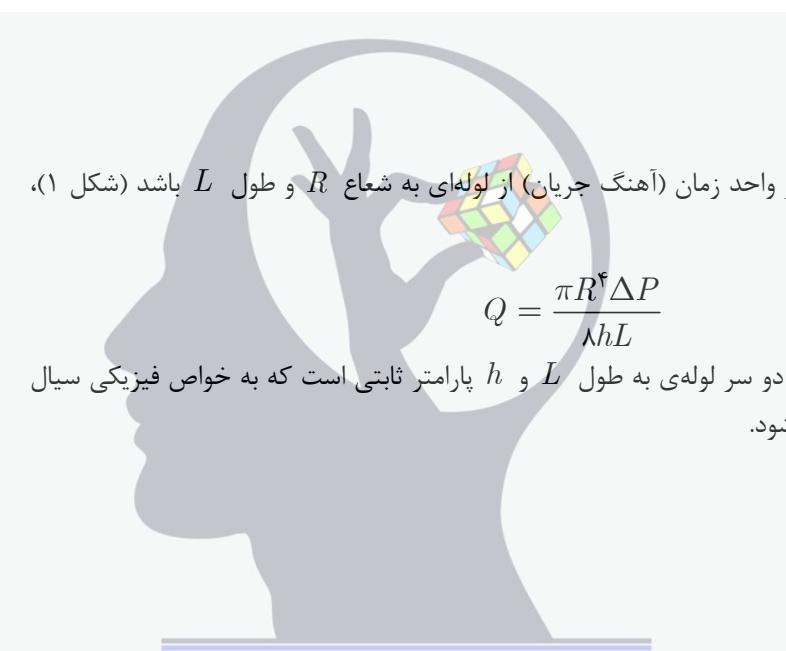
تعیین نسبت قطر داخلی دو نوع مختلف سرسوزن

وسایل آزمایش

یک بطری آب معدنی نیم لیتری، دو عدد مخزن سرنگ CC ۲۵ به عنوان استوانه مدرج، یک عدد در بطری آب معدنی که از میان آن دو لوله از جنس نی آشامیدنی عبور کرده است، دو عدد سرسوزن که در داخل نی‌ها قرار داده شده (نیازی به برداشتن پوشش پلاستیکی محافظ سرسوزن‌ها نیست)، دو عدد لیوان یک بار مصرف برای جمع‌آوری آب‌های اضافه، یک عدد خط کش، دستمال، کاغذی.



(شکل ۱)



مقدمة

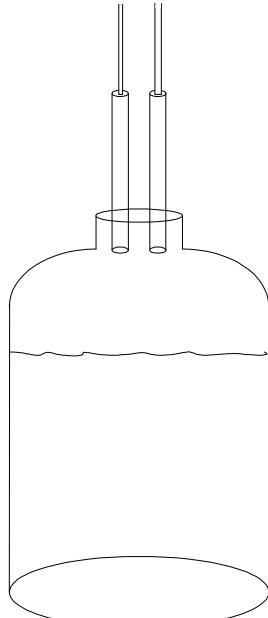
اگر Q حجم سیال عبور کرده در واحد زمان (آهنگ جریان) از لوله‌ای به شعاع R و طول L باشد (شکل ۱)،
بنا به معادله پوزاری داریم:

$$Q = \frac{\pi R^4 \Delta P}{\lambda h L}$$

که در آن ΔP اختلاف فشار در دو سر لوله‌ی به طول L و h پارامتر ثابتی است که به خواص فیزیکی سیال بستگی دارد و گرانزوی نامیده می‌شود.

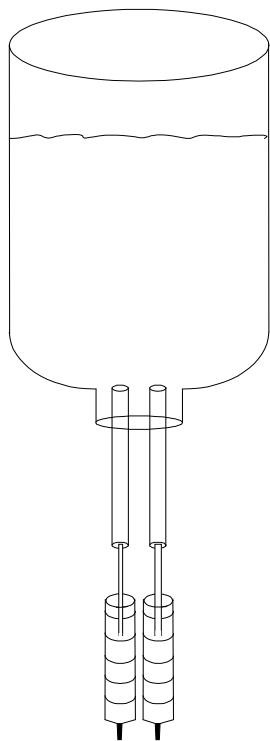
توضیح وسایل آزمایش

۱- برای این که بتوانیم دو عدد نی را به طور هم‌زمان داخل بطری آب قرار دهیم روی یک در بطری که در اختیار شما قرار داده‌ایم قبلًا دو سوراخ ایجاد کرده‌ایم که از وسط آن‌ها نی آشامیدنی عبور کرده است. در انتهای بیرونی نی‌ها دو عدد سر سوزن که طول آنها یکسان و قطر داخلی سوراخ آنها متفاوت است نصب کرده‌ایم. شما باید در معمولی، بطری آب را باز کرده و جای آن در بطری مذکور را محکم بسندید (شکل ۲).



(شکل ۲)

کد ملی:



(شکل ۳)

-۳ برای اندازه‌گیری آب خارج شده از سوزن‌ها دو عدد مخزن سرنگ ۲۵ cc را می‌توان هم‌زمان زیر سوزن‌ها گرفت (شکل ۳). فرض کنید در مدت t با فشردن بطربی آب، سرنگ‌های ۱ و ۲ به ترتیب تا ارتفاع h_1 و h_2 از آب پر شده باشند. اگر A سطح مقطع داخلی مخزن‌های سرنگ باشد آهنگ حریان آب خارج شده از سر سوزن‌ها به ترتیب $Q_1 = \frac{Ah_1}{t}$ و $Q_2 = \frac{Ah_2}{t}$ است. سرسوزن زرد رنگ را شماره ۱ و سرسوزن سبز رنگ را شماره ۲ بگیرید.

هدف ما در این آزمایش رسم نمودار h بر حسب h ، محاسبه‌ی شبیه خط و سرانجام به دست آوردن نسبت شعاع داخلی سرسوزن‌ها است.

آزمایش

۱- قبل از انجام آزمایش با استفاده از رابطه‌ی پوازی و روابط Q_1 و Q_2 بر حسب h_1 و h_2 ، نسبت $\frac{h_1}{h_2}$ را به دست آورید و در جدول ۱ پاسخ‌نامه وارد کنید.

۲- با برگرداندن بطربی آب معدنی و قرار دادن سرنگ‌ها در زیر هر یک از سوزن‌ها مقداری از آب بطربی را به طور هم‌زمان در دو سرنگ تخلیه کنید، به طوری که ارتفاع آب خارج شده از سرسوزن زرد حدود ۱۰ میلی‌متر شود. در همین حال ارتفاع آب خارج شده از سرسوزن سبز یعنی h را نیز اندازه‌گیری کنید و نتایج را در جدول ۲ وارد کنید. همین کار را برای پنج ارتفاع دیگر h_1 و h_2 انجام دهید و در جدول ۲ وارد کنید. تفاوت مقادیر h از یکدیگر حدود ۱۰ میلی‌متر باشد. توصیه می‌شود قبل از انجام این قسمت ابتدا یک بار نحوه‌ی تخلیه‌ی آب بطربی از سرسوزن‌ها در سرنگ‌ها را تمرین کنید.

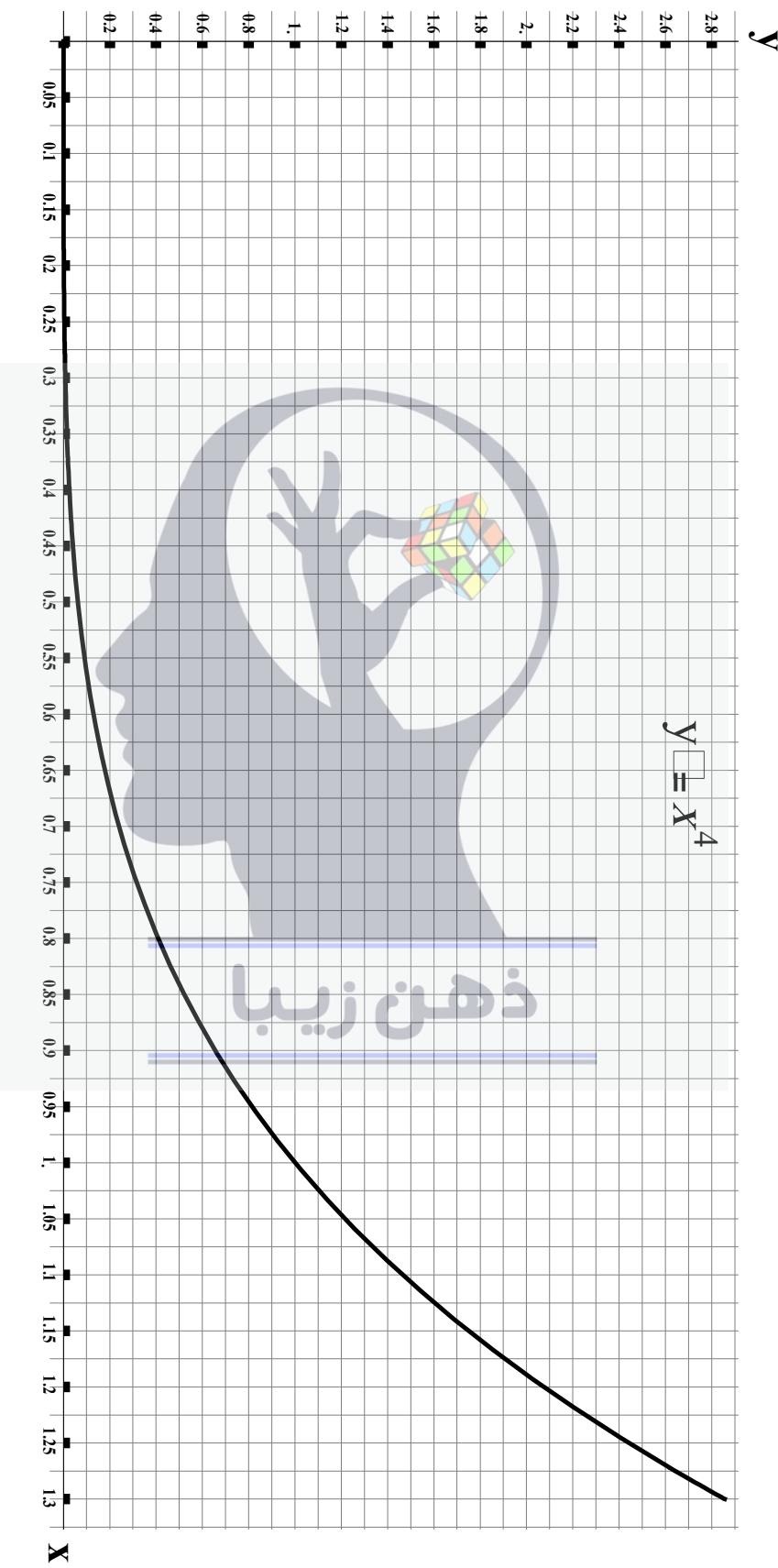
۳- نمودار h بر حسب h را در پاسخ‌نامه رسم کنید. بهترین خطی که از مبدأ مختصات و نقاط روی نمودار می‌گذرد را رسم کنید. شبیه خط را به دست آورید و در جدول ۳ پاسخ‌نامه بنویسید.

۴- نسبت شعاع داخلی سوزن‌ها، $\frac{R_1}{R_2}$ را به دست آورید. برای این کار از نمودار تابع $y = x^4$ که ضمیمه‌ی سوال است استفاده کنید. مقدار $\frac{h_1}{h_2}$ را

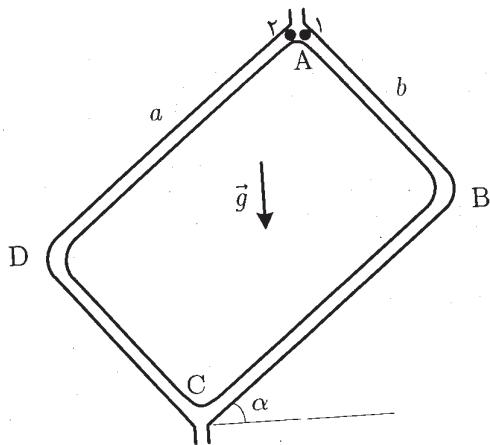
روی محور y و مقدار $\frac{R_1}{R_2}$ را روی محور x بخوانید. پاسخ نهایی خود برای $\frac{R_1}{R_2}$ را در جدول ۳ پاسخ‌نامه وارد کنید.



کد ملی:



(١)



الف) أَنْجَوْتُ بَرْجَهُ مُعَدِّلَهُ t_1 ، وَأَنْجَوْتُ بَرْجَهُ مُعَدِّلَهُ t_2 ،

$$\text{مُعَدِّل} B \rightarrow T = \frac{v_B}{g}$$

$$b = \frac{1}{2} g \sin \alpha t_1^2 , \quad v_B = g \sin \alpha t_1$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2b}{g \sin \alpha}} , \quad = \sqrt{\frac{2gb}{g \sin \alpha}}$$

مُعَدِّل C بَرْجَهُ t'_1 ، وَمُعَادِلَهُ t'_2 ،

$$a = \frac{1}{2} g \sin \alpha t'_1^2 + \sqrt{2b g \sin \alpha t'_1}$$

$$t'_1 = \frac{1}{g \sin \alpha} \left(-\sqrt{2bg \sin \alpha} + \sqrt{2g(b \sin \alpha + a \sin \alpha)} \right)$$

$$T_1 = \sqrt{\frac{2b}{g \sin \alpha}} + \frac{1}{g \sin \alpha} \left(-\sqrt{2bg \sin \alpha} + \sqrt{2g(b \sin \alpha + a \sin \alpha)} \right)$$

$\sin \alpha \leftrightarrow \cos \alpha$ ، $a \leftrightarrow b$ \downarrow

$$T_2 = \sqrt{\frac{2a}{g \sin \alpha}} + \frac{1}{g \sin \alpha} \left(-\sqrt{2ag \sin \alpha} + \sqrt{2g(a \sin \alpha + b \sin \alpha)} \right)$$

$$T_1 - T_2 = \sqrt{\frac{2}{g}} \left(\sqrt{a \sin \alpha} + \sqrt{b \sin \alpha} - \sqrt{a \sin \alpha + b \sin \alpha} \right) \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \frac{1}{\sin \alpha} \right)$$

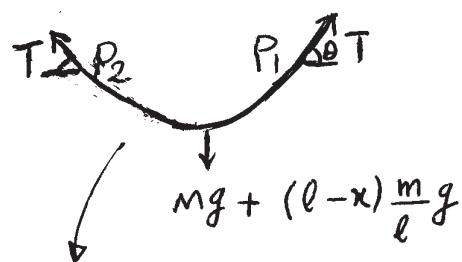
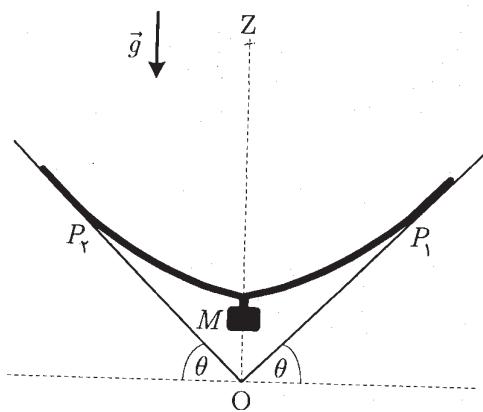
$$f(a, b, \alpha) = \sqrt{\frac{2}{g}} \left(\sqrt{a \sin \alpha} + \sqrt{b \sin \alpha} - \sqrt{a \sin \alpha + b \sin \alpha} \right)$$

$$f(a, b, \alpha) > 0$$

$$\frac{1}{\sin \alpha} - \frac{1}{\sin \alpha} < 0 \quad \text{مُعَادِل} T_1 - T_2 < 0 \quad \text{بَيَانُهُ}$$

$$\therefore \alpha < \frac{\pi}{4} \quad \text{عَنْ}$$

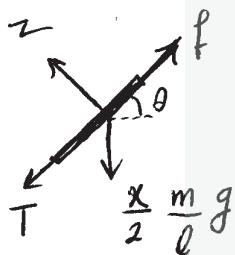
(۲) شرود را در برقی از مکان بکار رور
لئے سیدارنیت مطابق چشمی است



$$2T \sin\theta - Mg - (l-x) \frac{m}{l} g = 0$$

$$T = \frac{g}{2 \sin\theta} \left(M + \left(1 - \frac{x}{l}\right)m \right)$$

تبه بشان



(۳) شرودهای وارد بر تله ها را لئے مطابق چشمی،
و در آنها رلتزنس داری

$$\begin{cases} f - T - \frac{x}{2} \frac{m}{l} g \sin\theta = 0 \\ f = \mu N \\ N = \frac{x}{2} \frac{m}{l} g \cos\theta \end{cases}$$

از سورچس آگریمی (آند مکان) در لئے سیدارنیت لئنیج

ذهن زینا

$$\frac{x}{l} = \left(1 + \frac{M}{m}\right) \frac{2 \cot\alpha}{\cot\alpha + \cot(\alpha - 2\theta)}$$

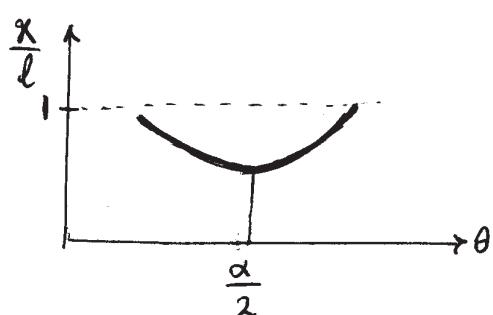
تبه بشان از معادلات اصلی

نمودار x برعی θ حول $\theta = \frac{\alpha}{2}$ میگیریم. مفہومی ای
بدرست میگیریم $\theta = \frac{\alpha}{2}$ و نمودار در این نقطه کمینه است.

$$x_{\min} = x \Big|_{\theta = \frac{\alpha}{2}}$$

ا

$$x_{\min} = l \left(1 + \frac{M}{m}\right) \frac{2 \cot\alpha}{1 + \cot\alpha}$$



پ) $\theta > l \Rightarrow \theta = \alpha$, $\theta = 0$ نهایی میگیرد.

$0 < \theta \leq l$ نهایی میگیرد $\theta = 0$ نهایی میگیرد.

$$\left(1 + \frac{M}{m}\right) \frac{2\cos\alpha}{\cos\alpha + \cos(\alpha - 2\theta)} \leq 1 \Rightarrow \left(\frac{2M}{m} + 1\right) \cos\alpha \leq \cos(\alpha - 2\theta)$$

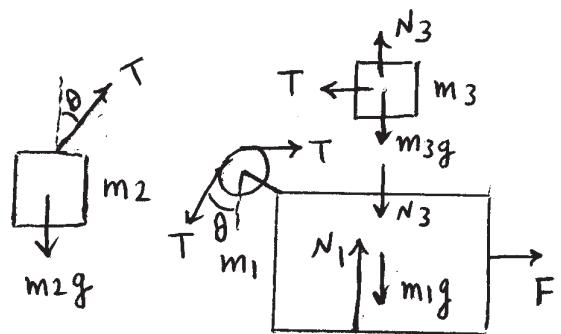
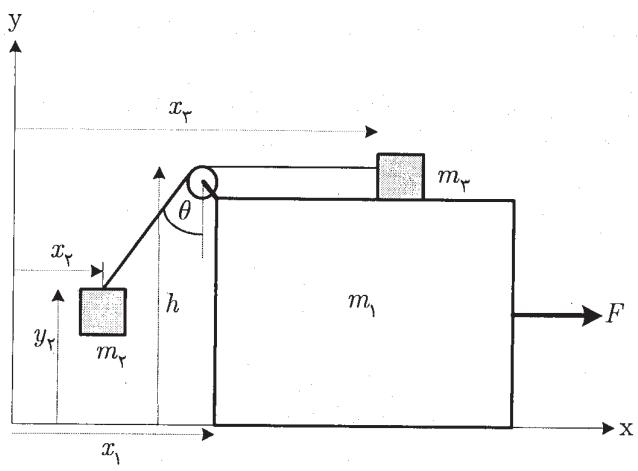
نمودار

$$\frac{1}{2} \left(\alpha - \cos^{-1} \left[\left(1 + \frac{2M}{m}\right) \cos\alpha \right] \right) \leq \theta \leq \frac{1}{2} \left(\alpha + \cos^{-1} \left[\left(1 + \frac{2M}{m}\right) \cos\alpha \right] \right)$$



(۱۴) سیو ها را در برابر داشت (در اینجا)

• از اینجا می توانیم



$$m_1 : F + T - T \sin\theta = m_1 a_1$$

$$m_2 : \begin{cases} T \cos\theta - m_2 g = m_2 a_{2y} \\ T \sin\theta = m_2 a_{2x} \end{cases}$$

$$m_3 : -T = m_3 a_3$$

$$(x_3 - x_1) + (x_1 - x_2) / \sin\theta = l$$

$$a_3 \sin\theta + a_1 (1 - \sin\theta) - a_{2x} = 0 \quad \text{پس از دو بستگی بر نسبت بـ}$$

$$\theta = \frac{x_1 - x_2}{h - y_2}$$

$$a_1 \cos\theta - a_{2x} \cos\theta + a_{2y} \sin\theta = 0 \quad \text{پس از دو بستگی بر نسبت بـ}$$

ذهن زیبا

(۱۵)

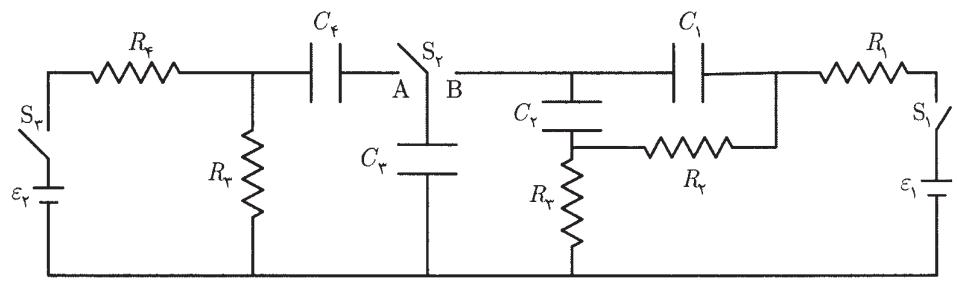
$$a_1 = g \cos\theta$$

$$F = \left(m_1 g \cos\theta - \frac{m_2 m_3 (1 - \sin\theta)^2}{(m_2 + m_3) \cos\theta} \right) g$$

می خواهیم داشت که در اینجا فکر نماییم

$$a_{2x} = \frac{m_3 g}{m_2 + m_3} (1 - \sin\theta) \cos\theta \quad , \quad a_{2y} = -\frac{m_2 + m_3 \sin\theta}{m_2 + m_3} g$$

$$a_3 = -\frac{m_2 g}{m_2 + m_3} - \frac{1 - \sin\theta}{\cos\theta} \quad , \quad T = \frac{m_2 m_3 g}{m_2 + m_3} \frac{1 - \sin\theta}{\cos\theta}$$

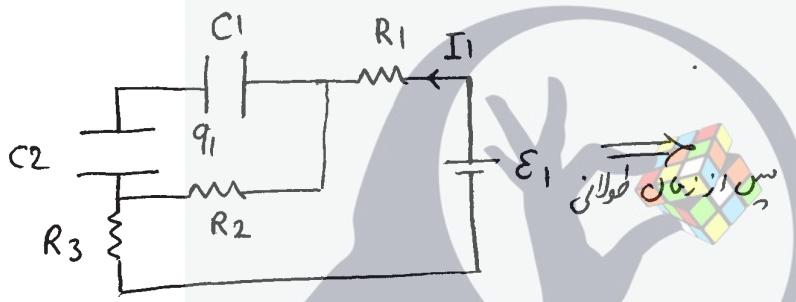
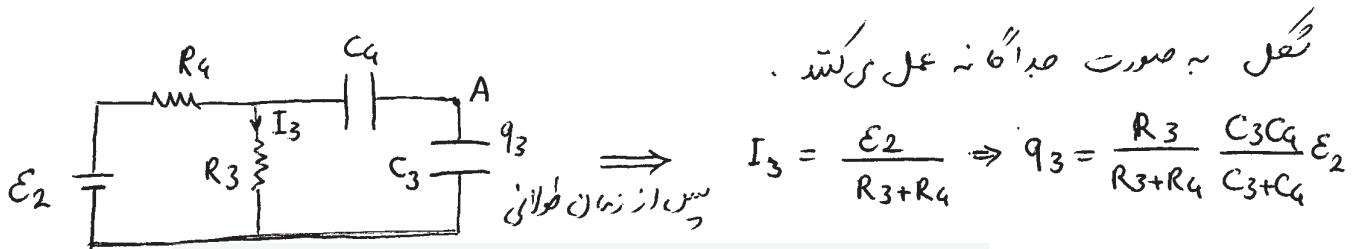


(T) (E)

S_2 مکانیکی نباشد

وصل می‌شود $\approx A$

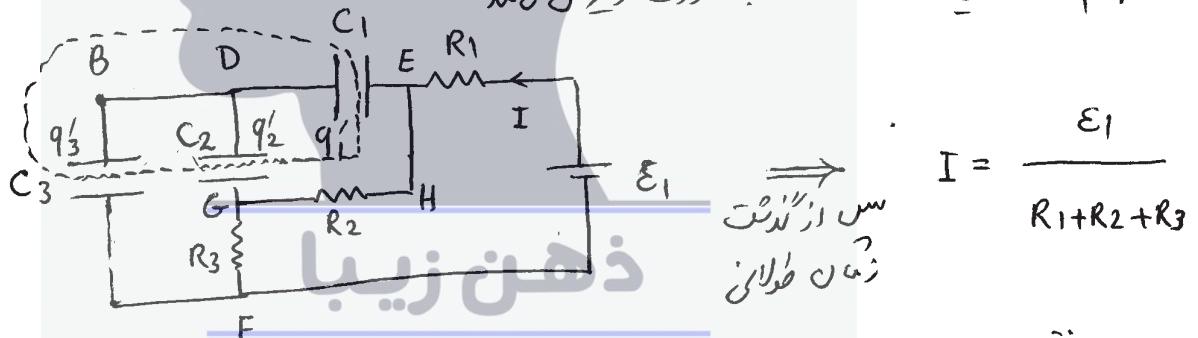
دوسته مدار مطابق



$$I_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$q_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} E_1$$

درین حالت مدار به صورت زیر عمل می‌کند



$$\textcircled{1} \quad \frac{q'_1}{C_1} + \frac{q'_3}{C_3} = (R_2 + R_3)I : \text{EGF, EBF از میان F, E, I}$$

اختلاف پتانسیل بین E و G از میان E, G, I

$$\textcircled{2} \quad \frac{q'_1}{C_1} + \frac{q'_2}{C_2} = R_2 I : \text{EHG, EDG از میان E, G, H}$$

اختلاف پتانسیل بین E و H از میان E, G, H

برای وصلنده S_2 میان B و میان از

$$\textcircled{3} \quad -q'_1 + q'_2 + q'_3 = -q_1 + q_2 + q_3 : \text{ذهن زیبا}$$

پس از حذف q'_2 بین دو معادله ۲ و ۳ و قرار دادن I در II،
و شیوه قرار دارن I در معادله ۱ خواهیم داشت

$$\begin{cases} \frac{q'_1}{C_1} + \frac{q'_3}{C_3} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \epsilon_1 \\ q'_1 \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) - \frac{q'_3}{C_2} = -\frac{q'_3}{C_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \epsilon_1 \end{cases}$$

حواصمند است $R_1 = R_2 = R_3 = R$ ، $C_1 = C_2 = C_3 = C$ از اینجا (ب)

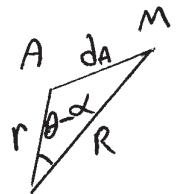
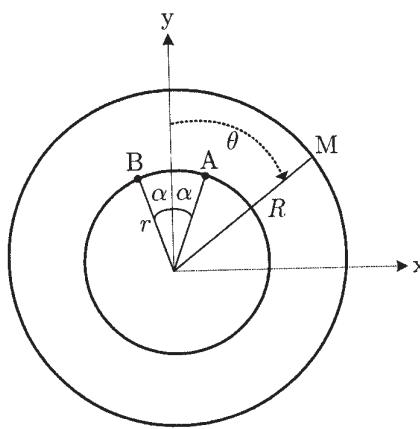
$$\begin{cases} q'_1 + q'_3 = \frac{2}{3} C \epsilon_1 \\ 2q'_1 - q'_3 = \frac{1}{3} C \epsilon_1 - \frac{1}{9} C \epsilon_2 \end{cases} \quad , \quad q'_3 = \frac{1}{9} C \epsilon_2$$

$$q'_1 = \frac{1}{3} C \epsilon_1 - \frac{1}{12} C \epsilon_2$$

$$q'_3 = \frac{1}{3} C \epsilon_1 + \frac{1}{12} C \epsilon_2$$

ذهن زیبا

$(T) (\omega)$



$$d_A = \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\theta - \alpha)}$$

$$d = d_B - d_A \quad (\because)$$

$$d = \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\theta + \alpha)} - \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\theta - \alpha)}$$

$$d = R \left(1 - \frac{2r}{R} \cos(\theta + \alpha) + \frac{r^2}{R^2} \right)^{1/2} - R \left(1 - \frac{2r}{R} \cos(\theta - \alpha) + \frac{r^2}{R^2} \right)^{1/2} \quad (\because)$$

$$d \approx R \left(1 - \frac{2r}{R} \cos(\theta + \alpha) \right)^{1/2} - R \left(1 - \frac{2r}{R} \cos(\theta - \alpha) \right)^{1/2}$$

$$d \approx R \left(1 - \frac{r}{R} \cos(\theta + \alpha) \right) - R \left(1 - \frac{r}{R} \cos(\theta - \alpha) \right) = r (\cos(\theta - \alpha) - \cos(\theta + \alpha))$$

$$d \approx 2r \sin \alpha \sin \theta$$

$$|\Delta\phi| = 2\pi \frac{d}{\lambda} \Rightarrow |\Delta\phi| = \frac{4\pi r}{\lambda} \sin \alpha |\sin \theta| \quad (\because)$$

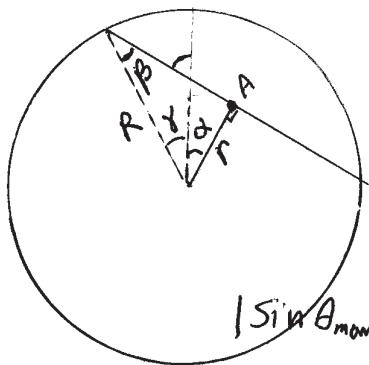
$$|\Delta\phi| = 2n\pi, n=0, 1, 2, \dots \quad \text{لأن } \frac{4\pi r}{\lambda} \text{ مكتوب}$$

$$|\sin \theta| = \frac{n\lambda}{2r \sin \alpha} \Rightarrow \theta = \pm \sin^{-1} \left(\frac{n\lambda}{2r \sin \alpha} \right)$$

ذهن زیبا

$$|\Delta\phi| = (2n+1)\pi, n=0, 1, 2, \dots \quad \text{لأن } \frac{4\pi r}{\lambda} \text{ مكتوب} \quad (\because)$$

$$|\sin \theta| = \frac{(2n+1)\lambda}{4rs \sin \alpha} \Rightarrow \theta = \pm \sin^{-1} \left(\frac{(2n+1)\lambda}{4rs \sin \alpha} \right)$$



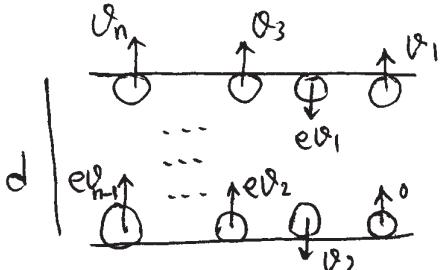
• حل 28 ملخصاً θ : بفرض $\beta = \alpha$

$$\gamma + \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha \quad \text{و} \quad \sin \beta = \frac{r}{R}$$

$$|\sin \theta_{\text{max}}| = |\sin \gamma| \quad \text{و} \quad \sin \gamma = \cos(\alpha + \beta) \quad \text{لأن } \beta = \alpha$$

$$|\sin \theta_{\text{max}}| \approx \cos \alpha \quad \text{و} \quad \gamma \approx \frac{\pi}{2} - \alpha \approx 60^\circ \quad \text{و} \quad \beta \approx 0^\circ \quad \text{أرجح تفاصيل}$$

$$2n_{\text{max}} + 1 = \frac{2r \sin 2\alpha}{\lambda} + 1 \quad \text{و} \quad \text{نوع رؤس حواجز} \quad n_{\text{max}} = \frac{r \sin 2\alpha}{\lambda} \quad \text{و}$$



تہ بھر تو نے دار بار و جنم ات (۱۴)

$$N_0 \propto \frac{q\varepsilon}{m d}$$

اگر در آندها هم تو بیمه داشت صرف از صفر تا سیصد جدال خورد

$$v_1^2 - o^2 = 2ad$$

و سریع است درست هنگام رسیدن به منظر باری اینجا نماید:

$$d = \frac{1}{2} a t_1^2$$

وَأَكْرَمَنِي زَيْنُ الدِّينُ تَوَسَّلَ بِصَفَرٍ بَالْمَلِكِ :

$$\psi \quad v_1 = \sqrt{\frac{2q\epsilon}{m}} \quad , t_1 = \sqrt{\frac{2md^2}{q\epsilon}}$$

(ب) بقیه بگل در فنون دکوه آ، توپ بازیت از کم صفحه جدا نمایند.

$$\therefore v_n^2 - e^2 v_{n-1}^2 = 2ac$$

اين راهم را از دفتر اول $n=1$ تا دفتر k ام ، $n=k$ می نویسیم . به خاطر دالنماست

$$v_1^2 - e^2 v_0^2 = 2ad$$

$$\times (e^2)^{k-1}$$

$$w \mid v_0 = 0 \quad \sim$$

$$v_2^2 - e^2 v_1^2 = 2ad$$

$$\times (e^{\lambda})^{n-m}$$

آخرین دلهارای ترتیب از آخوندک اول

$$v_{k-1}^2 - e^2 v_{k-2}^2 = 2ac$$

$$\times (e^2)^1$$

$$(e^2)^{k-1}, \dots, (e^2)^1, (e^2)^0, 1$$

$$v_k^2 - e^2 v_{k-1}^2 = 2ad \times (e^2)$$

$$\times (e^2)^o$$

مذکور در مجموع نشان خواهیم

$$V_k^2 = \text{ad} \left(1 + e^2 + e^4 + \dots + e^{2(K-1)} \right) \quad \text{(1)}$$

$$V_K = \sqrt{\frac{2q\varepsilon}{m}} \sqrt{\frac{1 - (e^2)^K}{1 - e^2}}$$

نہ براں

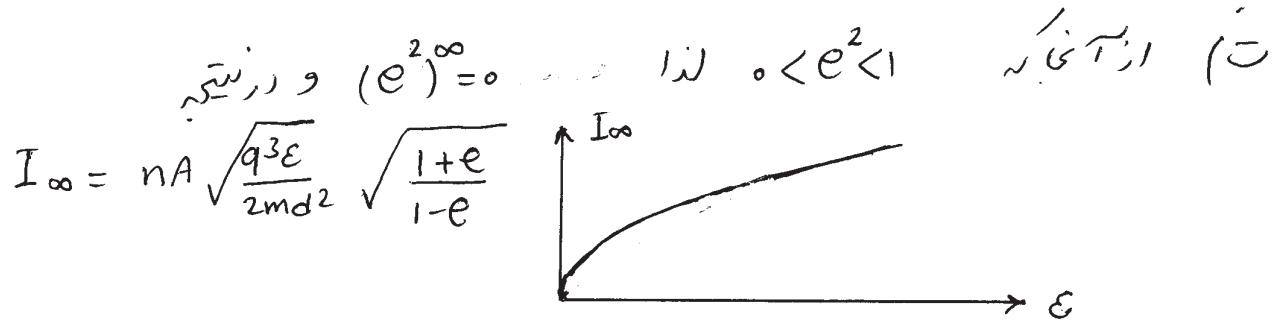
و ائر t_k زمان مل سفت بین دو صفحه در رفعه، k ام

$$V_k = \alpha t_k + e V_{k-1} \Rightarrow t_k = \sqrt{\frac{2m d^2}{q \epsilon}} \left(\sqrt{\frac{1-e^{2k}}{1-e^2}} - e \sqrt{\frac{1-e^{2(k-1)}}{1-e^2}} \right)$$

ب) آریخت هر صفحه A₀ نماید، کل مرحله در هر مرحله بین دو صفحه انتقال می‌کند.

پس از متوسطه پیکارهای $Q = NAQ$

$$I_k = NA \sqrt{\frac{q^3 \epsilon}{2m d^2}} \left(\sqrt{\frac{1-e^{2k}}{1-e^2}} + e^{\sqrt{\frac{1-e^{2(k-1)}}{1-e^2}}} \right); \quad I_k = \frac{Q}{t_k} \quad \text{مطابق ببرهان . ١٢٣}$$



آنذاک را می‌توان در برابر ϵ که $\epsilon \rightarrow 1$ نتیجه داشت

$$\Delta K_k = \frac{1}{2} m v_k^2 - \frac{1}{2} m (e v_k)^2 : \text{میزان انرژی کم شدن}$$

$$= q \epsilon (1 - e^{2k})$$

و میزان انرژی کم شدن با $nA q \epsilon (1 - e^{2k})$ می‌باشد.

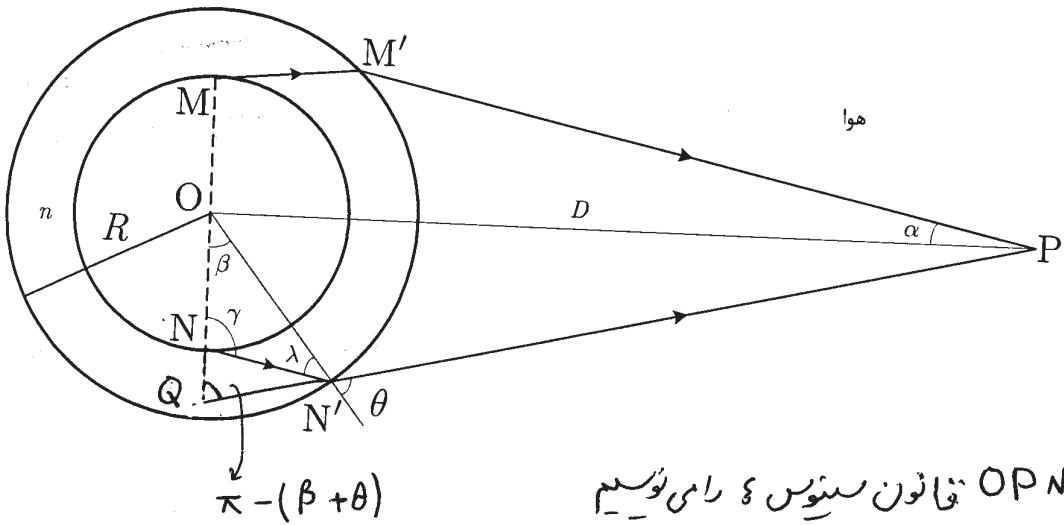
$$P_k = \frac{nA q \epsilon (1 - e^{2k})}{t_k} \Rightarrow P_\infty = nA \sqrt{\frac{(q \epsilon)^3}{2md^2}} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

ج) آنچه از نظر این مدل را در مورد ϵI_∞ می‌دانیم این است که

$$\epsilon I_\infty = nA \sqrt{\frac{(q \epsilon)^3}{2md^2}} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

ذهن زیبا آنچه از نظر P_∞ می‌دانیم

(T) (V)



قانون سینوس و رامی توسمان

$$\boxed{\sin \theta = \frac{D}{R} \sin \alpha} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{\sin \alpha}{R} = \frac{\sin \theta}{D}$$

$$\boxed{\sin \lambda = \frac{D}{Rn} \sin \alpha} \quad \Leftrightarrow \quad n \sin \lambda = \sin \theta \quad \text{قانون سین}$$

$$\theta = \alpha + (\frac{\pi}{2} - \beta) \quad \text{زاویه زاویه ایت و برابر است} \quad \Rightarrow \quad \theta - OPN' \text{ زاویه ایت}$$

$$\Downarrow \quad \sin \beta = \sin(\theta - \alpha) \Rightarrow \sin \beta = \sin \theta \cos \alpha + \cos \theta \sin \alpha$$

$$\boxed{\sin \beta = \frac{D}{R} \sin^2 \alpha + \cos \alpha \sqrt{1 - \left(\frac{D}{R}\right)^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$\sin \gamma = \sin(\beta + \lambda) \quad \Leftrightarrow \quad \pi - \gamma = \beta + \lambda \quad : ONN' \text{ زاویه}$$

$$\sin \gamma = \sin \beta \cos \lambda + \cos \beta \sin \lambda$$

$$\sin \beta \cos \lambda = \sin(\theta - \alpha) \quad : \quad \theta = \alpha + (\frac{\pi}{2} - \beta) \quad \text{زاویه ایت}$$

$$\sin \gamma = \sin \beta \cos \lambda + \sin \lambda (\sin \theta \cos \alpha + \cos \theta \sin \alpha)$$

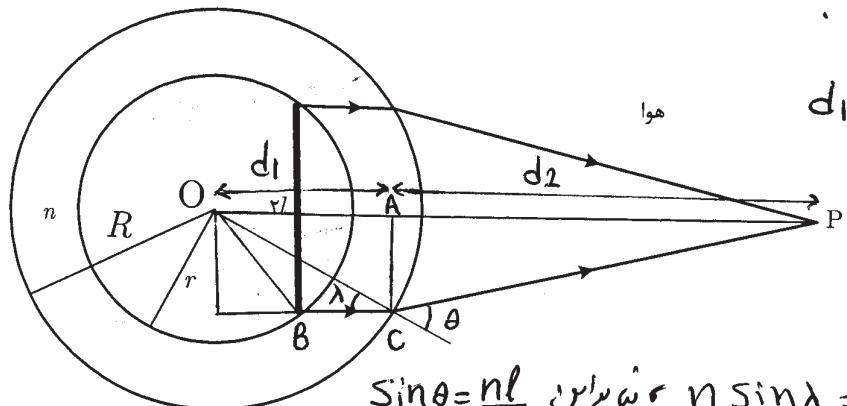
$$\boxed{\begin{aligned} \sin \gamma &= \left(\frac{D}{R} \sin^2 \alpha + \cos \alpha \sqrt{1 - \left(\frac{D}{R}\right)^2 \sin^2 \alpha} \right) \sqrt{1 - \left(\frac{D}{Rn}\right)^2 \sin^2 \alpha} \\ &\quad + \frac{D}{Rn} \sin^2 \alpha \left(\frac{D}{R} \cos \alpha - \sqrt{1 - \left(\frac{D}{R}\right)^2 \sin^2 \alpha} \right) \end{aligned}}$$

$$MN = 2R \frac{\sin \lambda}{\sin \gamma}$$

$$\underline{\text{برای}} \quad \frac{\sin \lambda}{\sin \gamma} = \frac{\sin \gamma}{R} : ONN' \text{ زاویه} \quad (v)$$

: OAC الماء (و)

$$d_1 = \sqrt{R^2 - l^2} \quad \text{و} \quad \sin \lambda = \frac{l}{R}$$



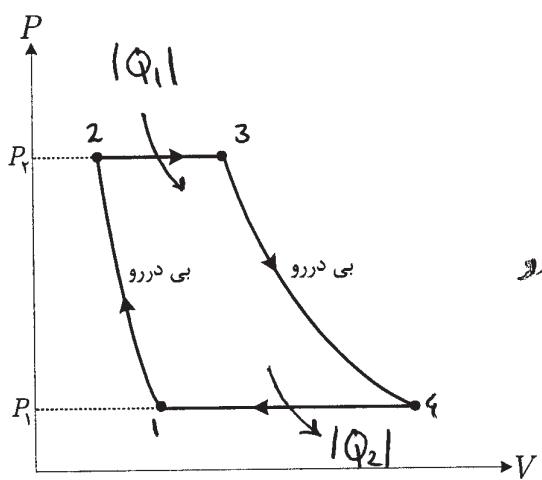
$$\sin \theta = \frac{nl}{R} \quad \text{و} \quad n \sin \lambda = \sin \theta$$

$$\therefore d_2 = l \omega \cos(\theta - \lambda) \quad : PAC الماء$$

$$OP = d_1 + d_2 = R \sqrt{1 - \frac{l^2}{R^2}} + l \frac{\sqrt{1 - \frac{n^2 l^2}{R^2}} \sqrt{1 - \frac{l^2}{R^2}} + \frac{n l^2}{R^2}}{\frac{n l}{R} \sqrt{1 - \frac{l^2}{R^2}} - \frac{l}{R} \sqrt{1 - \frac{n^2 l^2}{R^2}}}$$

$$OP = \frac{R}{\sqrt{1 - \frac{l^2}{R^2}} - \sqrt{\frac{1}{n^2} - \frac{l^2}{R^2}}} \quad \text{مسار الضوء}$$

ذهن زيبا



$PV^\gamma = \omega_0$ در فرآیند بروز (T) (۱)

$\underline{\text{برای این}} \quad PV = nRT$ باشد \Rightarrow

$P \left(\frac{nRT}{P} \right)^\gamma = \omega_0$

\Rightarrow در نتیجه $T^\frac{\gamma}{1-\gamma}$ باشد \Rightarrow برای این $\alpha = \frac{\gamma}{1-\gamma}$

و نیز $[T_3 = T_H] \rightarrow [T_1 = T_C]$ (۲)

$$P_1 T_1^{\frac{1}{1-\gamma}} = P_2 T_2^{\frac{1}{1-\gamma}}, \quad P_2 T_3^{\frac{1}{1-\gamma}} = P_1 T_4^{\frac{1}{1-\gamma}} : \text{برای دو فرآیند بروز}$$

$$\downarrow \quad T_2 = T_C \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$\downarrow \quad T_4 = T_H \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$|W| = |Q_1| - |Q_2|$$

$$|W| = C_{MP} (T_H - T_2) - C_{MP} (T_4 - T_C)$$

$$|W| = C_{MP} \left(T_H + T_C - T_C r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - T_H r^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \right)$$

$$|W| = C_{MP} \left(T_H - T_C r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right) \left(1 - r^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \right) \Rightarrow \eta = 1 - r^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$|W| = 0 \Rightarrow \boxed{r_1 = 1}, \quad \boxed{r_2 = \left(\frac{T_H}{T_C} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}} \quad (3)$$

$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \quad (4)$$

$$\frac{d|W|}{dr} = 0 \Rightarrow C_{MP} \left(-\frac{\gamma-1}{\gamma} T_C r^{\frac{-1}{\gamma}} + \frac{\gamma-1}{\gamma} T_H r^{\frac{1-2\gamma}{\gamma}} \right) = 0 \quad (5)$$

$$\downarrow \quad r_m = \left(\frac{T_H}{T_C} \right)^{\frac{\gamma}{2(\gamma-1)}}$$

$$|W|_{max} = |W| \Big|_{r=r_m} \Rightarrow |W|_{max} = C_{MP} \left(\sqrt{T_H} - \sqrt{T_C} \right)^2$$

$$\eta_m = \eta \Big|_{r=r_m} \Rightarrow \boxed{\eta_m = 1 - \sqrt{\frac{T_C}{T_H}}} \quad (6)$$

$$\boxed{1 + \sqrt{\frac{T_C}{T_H}}} \quad (7)$$