

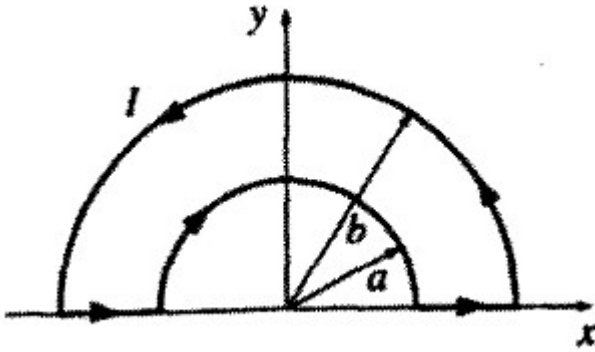
## فیزیک

### الکترومغناطیس

1- میدان الکتریکی حاصل از کره‌ای به شعاع  $R$  با قطبیدگی یکنواخت  $\vec{P}$  (از حیث مقدار و جهت) را در داخل و خارج کره به دست آورید.

2- استوانه‌ای طویل به شعاع  $a$  و تراوایی  $\mu$  را در میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B}_0$  قرار می‌دهیم به طوری که محور استوانه عمود بر  $\vec{B}_0$  باشد. میدان مغناطیسی داخل و خارج استوانه را پیدا کنید.

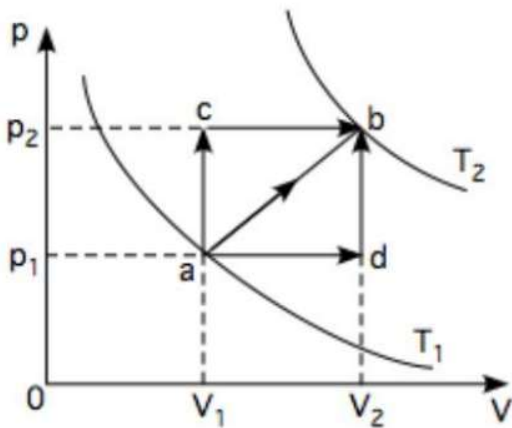
3- سیمی را مطابق شکل در آورده‌ایم. و از آن جریان فزاینده با زمان به صورت  $I(t) = kt$  می‌گذرد. پتانسیل برداری تاخیری  $\vec{A}$  را در مرکز حساب کنید. میدان الکتریکی را هم در مرکز بیابید. چرا این سیم خنثی میدان الکتریکی تولید می‌کند؟ چرا نمی‌توان میدان مغناطیسی را از عبارت  $\vec{A}$  به دست آورد؟



توان میدان مغناطیسی را از عبارت  $\vec{A}$  به دست آورد؟

ترمودینامیک و مکانیک آماری

**سوال 1.** یک گاز ایده آل کلاسیک از حالت  $a$  به  $b$  و از سه طریق  $ab$ ,  $acb$ ,  $adb$  برده میشود. لازم بذکر است که  $p_2 = 2p_1$  و  $V_2 = 2V_1$ . در این صورت:



الف) با فرض اینکه ظرفیت گرمایی در حجم ثابت  $C_V = \frac{5}{2} N k$  است، با استفاده از قانون اول ترمودینامیک، ظرفیت گرمایی در فشار ثابت را بدست آورید. دقت نمایید که  $N$  تعداد ذرات و  $k$  ثابت بولتزمن میباشد.

ب) گرمای مبادله شده در هر سه فرآیند را محاسبه کنید.

ج) ظرفیت گرمایی  $C_{ab}$  گاز را در فرآیند  $ab$  محاسبه کنید.

**سوال 2.** یک جسم سیاه کروی به شعاع  $r$  با یک پوسته کروی با شعاع  $R$  از همان جنس احاطه شده است. فرض کنید فضای خالی بین دو جسم خلاء است. در این صورت جسم کروی بزرگ با چه نسبتی سرد شدن جسم سیاه کروی را کند می کند؟

**سوال 3.** ظرفی بسته و با شکل دلخواه را در نظر بگیرید که روزنه بسیار کوچکی با مساحت  $A$  روی آن ایجاد شده است. ظرف حاوی  $n$  مول گاز ایده آل تک اتمی در فشار  $p$  و دمای  $T$  می باشد. میانگین اندازه سرعت ذرات گاز بنا به نظریه جنبشی گازها از رابطه زیر بدست می آید:

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8 k T}{\pi m}}$$

که در آن  $m$  جرم یک اتم می باشد. در این صورت شار خروجی ذرات از روزنه  $A$ ، یعنی تعداد اتمهای خروجی از واحد سطح روزنه در واحد زمان، را بر حسب  $p, T, m$  و  $k$  بدست آورید.

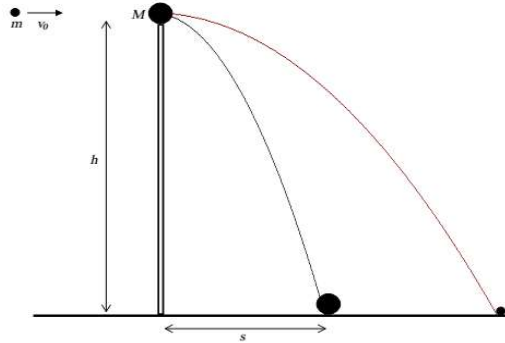
مکانیک کلاسیک

۱. یک توپ کوچک به جرم  $M = ۰.۲ Kg$  بر روی ستون قائمی به ارتفاع  $h = ۵ m$  قرار دارد. گلوله‌ای به جرم  $m = ۰.۰۱ Kg$  با سرعت  $v_0 = ۵۰ \frac{m}{s}$  به صورت افقی به مرکز این توپ برخورد می‌کند (مطابق شکل). توپ در فاصله  $s = ۲۰ m$  به زمین برخورد می‌کند.

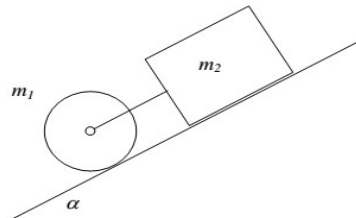
الف) مکان برخورد گلوله با زمین را به دست آورید.

ب) چه میزان از انرژی جنبشی گلوله در اثر برخورد با توپ، به گرما تبدیل شده است؟

از مقاومت هوا چشم پوشی کرده و فرض کنید  $g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$  است.



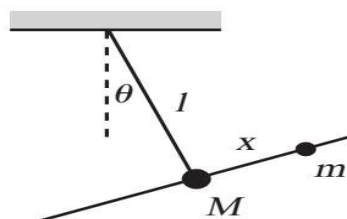
۲. بر روی صفحه شیب‌داری با زاویه  $۳۰^\circ$  درجه، جعبه‌ای به جرم  $m_2 = ۴ Kg$  به وسیله یک طناب سبک به محور یک استوانه صلب به جرم  $m_1 = ۸ Kg$  و شعاع  $r = ۵ cm$  متصل شده است. شتاب سیستم را در حالی که دست آورید که سیستم از حال سکون رها شده باشد. ضریب اصطکاک جعبه و سطح شیب‌دار  $\mu = ۰.۲$  است. از اصطکاک محور استوانه چشم پوشی کنید.



۳. جسمی به جرم  $M$  در نقطه اتصال قائم دو میله بدون جرم، ثابت شده است. طول میله قائم  $l$  است. جسم کوچکی به جرم  $m$  می‌تواند آزادانه در طول میله افقی حرکت کند (فرض کنید جرم  $m$  می‌تواند از جرم  $M$  عبور کند). کل سیستم می‌تواند حول نقطه اتصال دورانی کند. فرض کنید  $\theta$  زاویه چرخش سیستم و  $x$  فاصله بین  $M$  و  $m$  است. با فرض حرکت سیستم در صفحه میله‌ها،

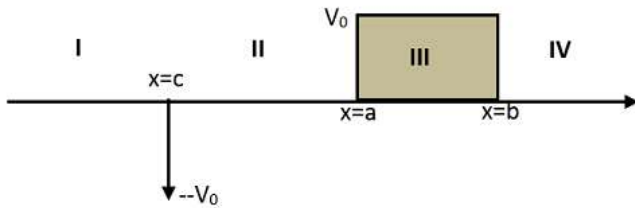
الف) معادلات حرکت را بیابید

ب) مدهای بهنجار نوسان را وقتی  $\theta$  و  $x$  خیلی کوچک هستند به دست آورید.



مکانیک کوانتومی

1- با توجه به تابع پتانسیل، فضا به چهار بخش تقسیم شده و ذره ای به جرم  $m$  تحت تاثیر این پتانسیل قرار دارد. ذره در  $t=0$  در ناحیه II پتانسیل زیر قرار دارد. تابع موج در تمام نواحی را بنویسید و معادلات لازم برای یافتن پارامترهای مجهول را فقط بنویسید.



2- يك سیستم فیزیکی با هامیلتونی  $H = \hbar\omega \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$  مفروض است، که در آن  $\omega$  مقدار ثابتی است.

الف) در زمان  $t=0$  سیستم در حالت  $|\Psi(0)\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|n_1\rangle + \frac{1}{2}|n_2\rangle + \frac{1}{2}|n_3\rangle$  قرار دارد که در آن  $|n_1\rangle$ ،  $|n_2\rangle$  و  $|n_3\rangle$  ویژه حالتی H با انرژیهای به ترتیب، پایه و حالتی برانگیخته می باشند. اگر در این لحظه انرژی سیستم اندازه گیری شود، چه مقادیری و با چه احتمالی به دست می آید؟

ب) حال يك مشاهده پذیر  $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$  از این سیستم را در نظر بگیرید. اگر A را در زمان  $t=0$  - وقتی سیستم در حالت  $|\Psi(0)\rangle$  قرار داشت- اندازه گیری می کردیم، چه مقادیری و با چه احتمالی به دست می آمد؟

ج) حالت سیستم در زمان  $t$  چگونه است؟

د) مقدار متوسط انرژی و مشاهده پذیر A در زمان  $t$  چقدر است؟

3- انرژی اندرکنش مغناطیسی دو قطبی-دو قطبی یک پروتون و یک پادپروتون که در فاصله ثابت  $a$ ، در ویژه حالتی اسپین کل، را به دست آورید. دو دوقطبی مغناطیسی انرژی اندرکنشی زیر را دارند، که در آن  $\mu_0$

$$V = \frac{1}{r^3} \left\{ (\mu_1 \cdot \mu_2) - 3 \frac{(\mu_1 \cdot \mathbf{r})(\mu_2 \cdot \mathbf{r})}{r^2} \right\}$$

گشتاور مغناطیسی پروتون است: