به نام خدا

امتحان پایان ترم فیزیک ۱ (۹ دی ماه ۱۳۹۶)

مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه

لختی دورانی برخی اجسام:

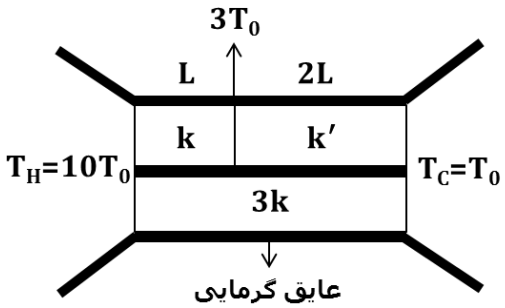
کره توخالی حول قطر کره = $\frac{2}{3}\mathrm{MR}^2$ میله حول محور عمود بر مرکز میله = $\frac{1}{12}ML^2$

استوانه (دیسک) توپر حول محور استوانه = $\frac{1}{2}MR^2$

==========

۱- حجم یک مول گاز آرمانی طی یک انبساط بی‌دررووی برگشت‌پذیر ۳۲ برابر می‌شود. اگر فشار اولیه ۱۲۸ برابر فشار نهایی باشد، تعیین کنید: الف) مولکول‌های این گاز چند درجه آزادی دارند و ب) چند اتمی هستند.

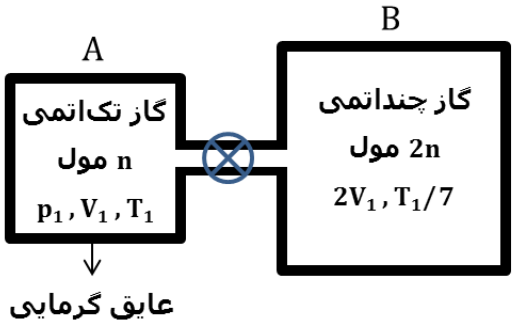
۲- در مجموعه‌ی عایق‌بندی شده‌ی زیر دمای منبع سرد $\mathrm{T_c = T_0}$ ، دمای منبع گرم $\mathrm{T_H = 10T_0}$ و طول تیغه‌ها L , $\mathrm{2L}$ و $\mathrm{3L}$ می باشد. ضریب رسانندگی تیغه‌ها k ، $\mathrm{3k}$ و $\mathrm{k'}$ و سطح مقطع آن‌ها مساوی A می‌باشد. اگر در حالت پایا، دمای فصل مشترک بین دو قطعه k و $\mathrm{k'}$ ، $3T_0$ باشد:



الف) ضریب رسانش $\mathrm{k'}$ را بر حسب k بدست آورید.

ب) آهنگ رسانش گرمایی مجموعه را در حالت پایا بیابید (بر حسب k ، $\mathrm{T_0}$ و L و A).

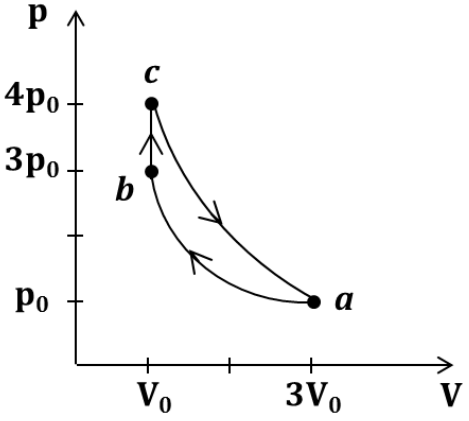
۳- در شکل زیر، دو محفظه‌ی A و B ، حاوی دو گاز ایده‌ال، یکی گاز تک‌اتمی در دمای T_1 ، حجم V_1 و فشار p_1 ، دیگری حاوی یک گاز چند اتمی با ۷ درجه آزادی در دمای $\frac{T_1}{7}$ و حجم $2V_1$ است. محفظه‌ها کاملا عایق بندی شده‌اند. حال شیر باز می‌شود تا دو گاز مخلوط شده و به تعادل گرمایی برسند.



الف) دمای تعادل گاز مخلوط را بیابید (برحسب T_1) .

ب) فشار نهایی گاز مخلوط را بدست آورید (بر حسب p_1) .

۴- یک مول گاز آرمانی تک‌اتمی چرخه‌ی روبرو را طی می‌کند (فرایند bc حجم ثابت است). (۱۰ نمره)



الف) تغییر انرژی درونی در فرایند ab چقدر است.

ب) گرمای مبادله شده در فرایند ab را برحسب p_0v_0 به دست آورید.

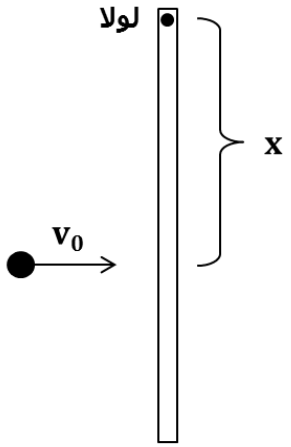
ج) تغییر آنتروپی در فرایندهای ab و bc را برحسب R (ثابت جهانی گازها) محاسبه کنید.

د) تغییر آنتروپی در فرایند ca چقدر است؟

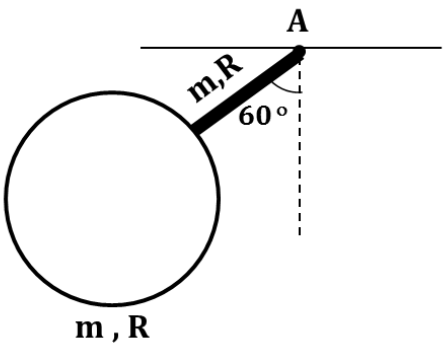
ه) با توجه به جواب قسمت (ه)، آیا فرایند ca می‌تواند بی‌دررو باشد؟ چرا؟

$\ln 2 \cong 0.7 \quad \ln 3 \cong 1$

۵- میله ای به جرم M و طول L از انتها لولا شده است و می‌تواند آزادانه در صفحه‌ی قائم دوران کند. در ابتدا این میله در حالت قائم، ساکن است. گلوله کوچکی به جرم $\frac{M}{10}$ با سرعت افقی v_0 در فاصله x از لولا به میله برخورد می‌کند و پس از برخورد با سرعت افقی $\frac{v_0}{3}$ برمی‌گردد. سرعت زاویه‌ای میله درست پس از برخورد ω است به‌گونه ای که $v_0 = 3L\omega$. فاصله x را بر حسب L به‌دست آورید. (۷ نمره)



۶- مطابق شکل یک توپ (به شکل کره توخالی) به جرم m و شعاع R توسط میله‌ای به جرم m و طول R آویزان شده است. هنگامی که میله با امتداد قائم زاویه‌ی ۶۰ درجه می‌سازد، مجموعه را از حال سکون رها می‌کنیم.

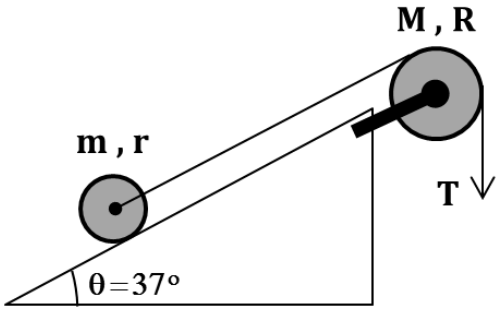


الف) لختی دورانی مجموعه‌ی توپ و میله را حول محوری که از A می‌گذرد و برصفحه‌ی کاغذ عمود است، برحسب m و R بدست آورید.

ب) سرعت زاویه‌ای مجموعه را در لحظه‌ای که توپ از پایین‌ترین نقطه‌ی مسیرش می‌گذرد، به‌دست آورید.

ج) سرعت خطی مرکز توپ در لحظه‌ی فوق چقدر است؟

۷- مطابق شکل یک نخ سبک به محور یک دیسک توپر به جرم $m = 1kg$ و شعاع r متصل شده است. نخ از روی یک قرقره ثابت (به‌شکل استوانه توپر) به جرم M ($M = 3m$) و شعاع R عبور کرده و سر دیگر نخ توسط نیروی T کشیده می‌شود. استوانه روی یک سطح شیبدار به زاویه شیب ۳۷ درجه قرار دارد. در ابتدا، دیسک برروی سطح شیبدار به نرمی می‌غلتد. در این صورت:



الف) شتاب خطی مرکز جرم دیسک را برحسب T به‌دست آورید.

ب) اندازه نیروی اصطکاک وارد بر دیسک را برحسب T محاسبه کنید.

حال فرض کنید، اندازه‌ی نیروی T با زمان به صورت $T = 6 + 8\,t$ افزایش پیدا کند. در این صورت:

ج) اگر ضریب اصطکاک ایستایی دیسک با سطح شیبدار $\mu_s = \frac{1}{3}$ باشد، در چه زمانی دیسک در آستانه لغزش قرار می‌گیرد؟