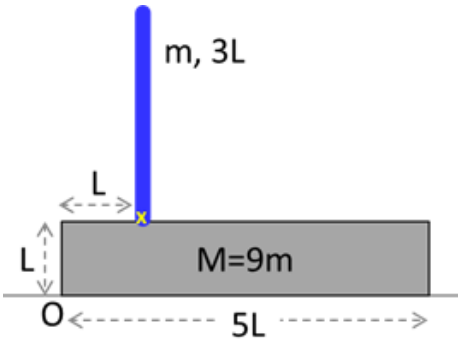
۱- میله قائم و یکنواختی به جرم m و طول 3L به قایق یکنواختی به جرم M=9m لولا شده است .قایق در روی سطح افقی بدون اصطکاک، در حال سکون است. با توجه به ابعاد نشان داده شده در شکل:



الف) مختصات مرکز جرم دستگاه (قایق + میله) را بر حسب L به دست آورید. (مبدا مختصات را گوشه پایینی سمت چپ قایق بگیرید).

(2.35L , 0.7L)

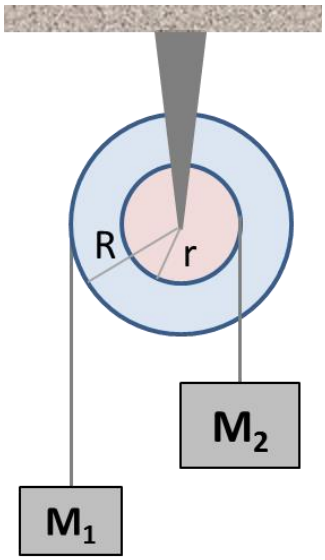
میله از حال سکون و قائم شروع به افتادن می‌کند:

ب) وقتی میله به حالت افقی روی قایق قرار می‌گیرد و نسبت به آن ساکن می‌شود، قایق چقدر جابه‌جا شده است؟ (0.15L)

ج) در حالت (ب) سرعت مرکز جرم دستگاه (قایق + میله) چقدر است؟ چرا؟ (0)

د) لحظه‌ای را در حین افتادن میله در نظر بگیرید که اندازه سرعت مرکز جرم میله نسبت به ناظر زمین v_0 باشد و بردار آن با افق زاویه ۲۵/۸ درجه بسازد، در این لحظه سرعت قایق بر حسب v_0 چقدر است؟ ($0.1v_0$)

۲- مطابق شکل، اجسام $M_1=2\ kg$ و $M_2=4\ kg$ توسط دو طناب مجزا به یک قرقره مرکب به شعاع خارجی $R=60\ cm$ و شعاع داخلی $r=40\ cm$ متصل شده‌اند و قرقره می‌تواند آزادانه حول محورش بچرخد. اگر دستگاه از حال سکون رها شود، جسم M_1 با شتاب $1.5\ m/s^2$ بالا می‌آید. ($g=10\ m/s^2$)

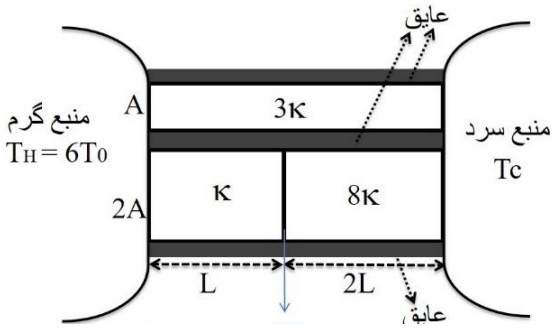


الف) شتاب M_2 در این حالت چقدر است؟ ($a_2=1\ m/s^2$)

ب) لختی دورانی قرقره مرکب را بدست آورید. ($I=0.24\ kg\cdot m^2$)

ج) انرژی جنبشی قرقره، ۲ ثانیه پس از شروع حرکت چقدر می‌شود؟ ($K=3\ J$)

۳- یک منبع گرم با دمای $T_H = 6T_0$ و یک منبع سرد با دمای T_C توسط سه تیغه رسانای گرمایی، مطابق شکل به هم متصل و عایق‌بندی شده‌اند. مساحت مقطع دو تیغه پایینی یکسان و برابر 2A و مساحت مقطع تیغه بالایی، A است. ضخامت و ضریب رسانندگی گرمایی تیغه‌ها در شکل مشخص شده است. اگر در حالت پایا، دمای فصل مشترک تیغه‌های پایینی $2T_0$ باشد:

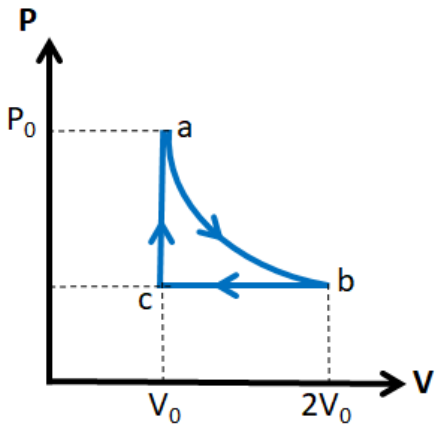


الف- دمای منبع سرد را بیابید. (T_0)

ب- آهنگ رسانش گرمایی کل این مجموعه را محاسبه کنید.
($21AkT_0/L$)

ج- اگر ۱۲۰ ژول انرژی گرمایی در این مجموعه منتقل شود، تغییر آنتروپی کل سیستم چقدر خواهد بود؟ (T_0 را در این حالت ۱۰۰ کلوین بگیرید) ($0.5\ J/K$)

۴- مطابق شکل، یک مول گاز با 6 درجه آزادی چرخه زیر را طی می‌کند.



در این چرخه فرایند a به b تک‌دماست.

الف) کار خالص چرخه را بدست آورید. ($0.2p_0V_0$)

ب) گرمای دریافت شده توسط گاز در این چرخه را حساب کنید.
($2.2p_0V_0$)

ج) گرمای از دست رفته در این چرخه را بدست آورید. ($-2p_0V_0$)

د) بازده این چرخه را بر حسب درصد محاسبه کنید. (9%)

ه) تغییر آنتروپی گاز در فرایند b به c چقدر است؟ ($-4R\ln 2$)

سوالات چندگزینه‌ای

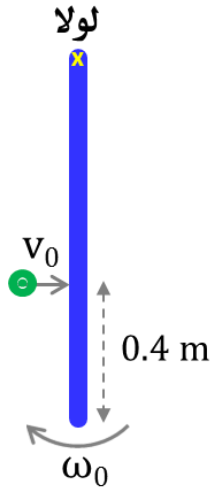
۵- یک گاز ایده‌آل تک‌اتمی با حجم $0.2\ m^3$ و فشار $3.2\ atm$ و دمای $800\ K$ در نظر بگیرید. اگر حجم گاز طی یک فرآیند بی‌دررو برگشت‌پذیر ۸ برابر شود، کار انجام شده توسط گاز چند کیلوژول خواهد بود؟ ($72\ kJ$)

۶- یک گاز ایده‌آل تک‌اتمی با حجم $0.2\ m^3$ و فشار $2\ atm$ و دمای $300\ K$ در نظر بگیرید. اگر فشار گاز طی یک فرآیند بی‌دررو برگشت‌پذیر ۳۲ برابر شود، کار انجام شده توسط گاز چند کیلوژول خواهد بود؟ ($-180\ kJ$)

۷- مخلوطی از مقداری گاز هیدروژن (H_2) و دو مول گاز با ۶ درجه آزادی را در دمای تعادل T در نظر بگیرید. اگر انرژی داخلی گاز هیدروژن دو و نیم برابر انرژی داخلی گاز دیگر باشد، در این مخلوط چند مول گاز هیدروژن داریم. (مولکول‌های هیدروژن ارتعاش نمی‌کنند) ($6\ mole$)

۸- میله‌ای قائم به جرم $3\ kg$ و طول ۱ متر از یک انتهایش، آزادانه لولا شده و در صفحه قائم، به صورت ساعتگرد در حال دوران است. مطابق شکل، هنگامی که میله با سرعت زاویه‌ای $21\ rad/s$ از پایین‌ترین نقطه مسیر در حال عبور است، قطعه کوچکی به جرم $200\ g$ با سرعت افقی $50\ m/s$ به نقطه‌ای در فاصله $0/4\ m$ از لبه پایین میله، برخورد کرده و پس از برخورد، با سرعت افقی $25\ m/s$ در همان راستای اولیه، برمی‌گردد.

اندازه‌ی سرعت زاویه‌ای میله درست پس از برخورد، چقدر است؟ ($12\ rad/s$)



درست قبل از برخورد

۹- روی یک سطح افقی بدون اصطکاک، گلوله‌ای به جرم $5\ kg$ با سرعت $10\ m/s$ به سمت شرق در حال حرکت است. این گلوله منفجر شده و به سه تکه تقسیم می‌شود. درست پس از انفجار، تکه اول به جرم $1\ kg$ با نصف سرعت اولیه گلوله، در همان جهت شرق، حرکت می‌کند و تکه دوم به جرم $1/5\ kg$ با سرعت $10\ m/s$ به سمت شمال حرکت می‌کند. اندازه سرعت تکه سوم چند متر برثانیه است؟ ($19.0\ m/s$)