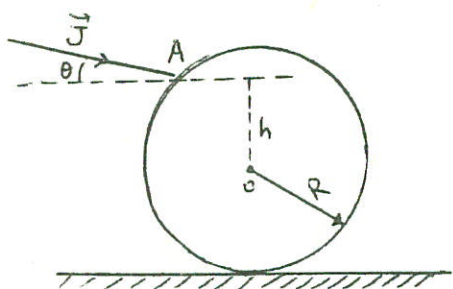


مسئله ۱

امتحان درم فیزیک ۱

۸۱،۹،۲۸
وقت: ۲ ساعت

مسئله ۱



توپ توپ به شعاع R و جرم m روی سبزه قرار دارد. در نقطه A روی این توپ، فربه ای به آن میزنیم. زاویه ای مقدار فربه با افق θ است و فاصله مرکز توپ تا خط افقی لندزه از نقطه A برابر h است (مطابق شکل). فربه اصطکاک

جفتی بین توپ و سبزه μ_k است. فرض کنید بر اثر فربه، توپ به سمت خطی θ پدید می آید، که از سمت دوران اولیه آن فربه در R بزرگتر است (یعنی $\theta > R\omega$).

الف - جهت نیروی اصطکاک را با شکل مشخص کنید.

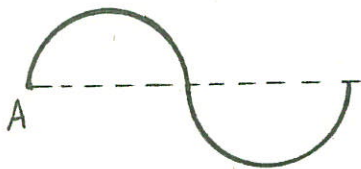
ب - نسبت سرعت خطی نهایی توپ به سرعت اولیه آن (یعنی $\frac{v}{v_0}$) را بدست آورید.

کمترهای معلوم عبارتند از: m, R, h, θ, μ_k .

مسئله ۲

سیم یکبافتی به جرم m و طول l را به شکل زیر درمی آوریم که شامل دو نیم حلقه ای یکسان شود.

الف - انرژی دورانی I ، این سیم را حول محوری که از نقطه A میگذرد و بر صفحه سیم عمود است، بدست آورید.

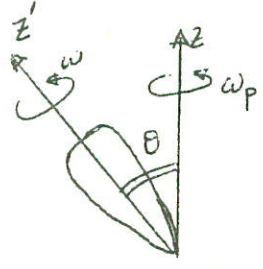


این سیم حول محور مذکور با سرعت زاویه ای ω در زمان $t=0$ میچرخد. اگر همین دوران، سیم تغییر شکل دهد و در نهایت به صورت یک خط مستقیم به طول l درآید،

ب - سرعت زاویه ای برای سیم چقدر می شود؟

ج - مقدار کار نیروهای داخلی در این تغییر شکل سیم چقدر است؟

مسئله ۳



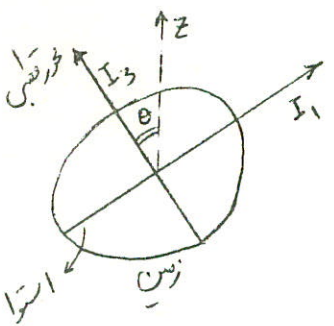
می‌دانیم آرزوهای حول خوش (محور z در شکل مقابل) با سرعت زاویه‌ای $\vec{\omega}$ دوران کند و تحت اثرش زمین به آن استوار رخ وارد شود، زره شروع به حرکت تقدیمی حول محور z می‌کند که سرعت زاویه‌ای توهم آن $\vec{\omega}_p$ ، به صورت $\vec{\omega}_p = \vec{\omega} \times \vec{L}$ با استوار رخ و اندازه حرکت $\vec{L} = I\vec{\omega}$ می‌آن مربوط می‌شود.

حال فرض کنید زمین مانند یک زره است. نشان داده می‌شود که استارگی که از طرف ماه (یا خورشید)

به زمین وارد می‌شود مقدار θ و $\sin \theta = \frac{3}{2} \frac{Gm}{r^3} (I_3 - I_1)$ است و جهت آن در امتداد $\vec{\omega} \times \vec{L}$ است.

در رابطی اخیر G ثابت گرانش، m جرم ماه (یا خورشید)، r فاصله ماه تا زمین (یا خورشید تا زمین)،

I_3 اینرسی دورانی زمین حول محور قطبی و I_1 اینرسی دورانی آن حول محوری است که از صفحه استوایی آن



می‌گذرد (مطابق شکل مقابل).

الف - سرعت زاویه‌ای تقدیمی ناشی از ماه را به دست آورید.

$$r_{\text{زمین-ماه}} = 3.8 \times 10^5 \text{ km}, \quad m_{\text{ماه}} = 7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$G = 6.7 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}, \quad \frac{I_3 - I_1}{I_3} = 0.0033, \quad \theta = 23.5^\circ$$

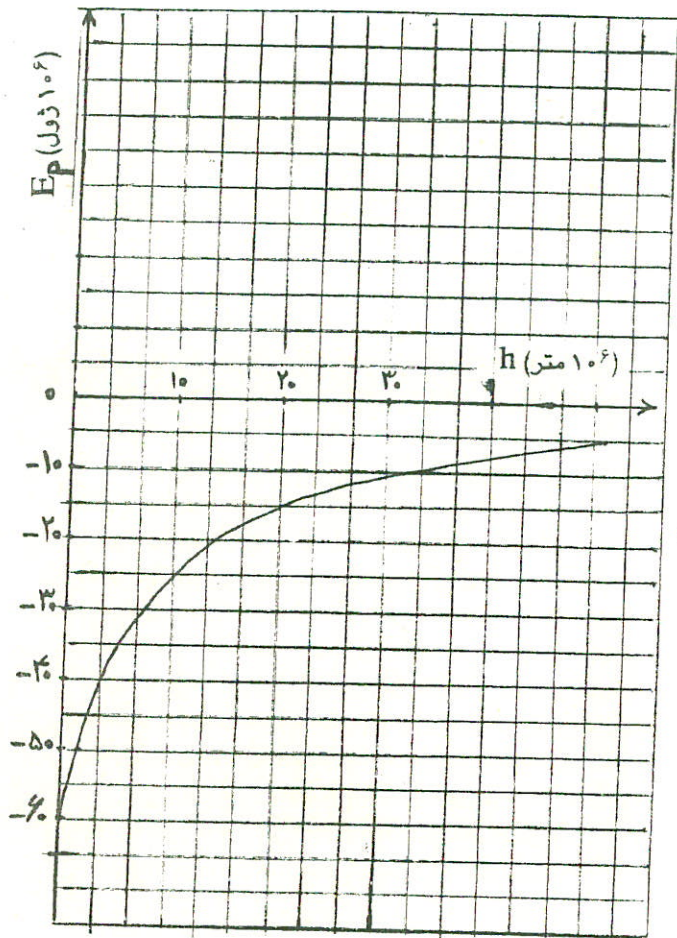
ب - سرعت زاویه‌ای تقدیمی ناشی از خورشید را به دست آورید.

$$m_{\text{خورشید}} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}, \quad r_{\text{زمین-خورشید}} = 1.5 \times 10^8 \text{ km}$$

ج - در عمل هم ماه و هم خورشید مؤثراند. سرعت زاویه‌ای تقدیمی مجموع آنها را به دست آورید و از روی آن

زمان یک دور چرخش محور زمین به دور محور z را تعیین کنید.

مسئله ۴



جسم به جرم 1 kg در نظر می‌گیریم نمودار انرژی پتانسیل (E_p) این جسم بر حسب ارتفاع از سطح زمین (h) به صورت شکل مقابل است. مقادیر روی نمودار بر حسب متر اول و ثانیه است ($1 \text{ M} = 10^7$).

این جسم را با سرعت $8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. با فرض اینکه هوا در برابر حرکت جسم مقاومتی نداشته باشد.

الف - جسم حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟

ب - سرعت جسم در ارتفاع 5000 km از سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟

ج - جسم را حداقل با چه سرعتی در راستای قائم به طرف بالا پرتاب کنیم تا دیگر به زمین نرسد؟ (سرعت فرار = ؟)

موفق باشید