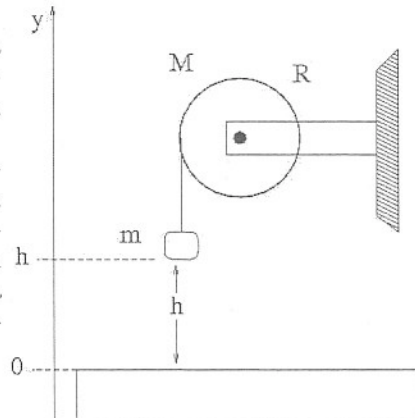


1. Oheisessa kuvassa langassa roikkuu kappale, jonka massa on m . Lanka on kierretty kitkatta pyörivän kiinteään akseliin kiinnitetyn kiekon kiekon ympärille. Kiekon massa on M ja säde on R .

(a) Mikä on kappaleen ja kiekon yhteenlaskettu kineettinen energia lankaan kiinnitetyn kappaleen nopeuden funktiona? (b) Jos lankaan kiinnitetyn kappaleen alkunopeus korkeudella $y = h$ on $v_0 = 0$, mikä on kappaleen nopeus kun se on pudonnut korkeudelle $y = 0$? (c) Vertaa kohdan (b) tulosta vapaasti putoavan kappaleen nopeuteen. Mistä ero johtuu?

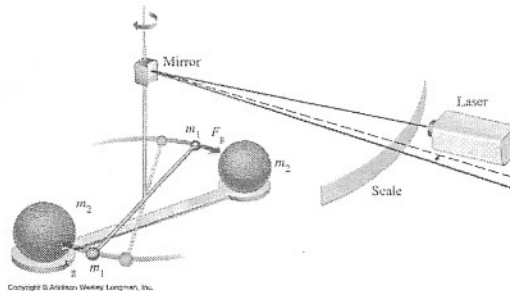
Vihje: kiekon hitausmomentti $I = 1/2MR^2$.



Tehtävä 1.

2. Cavendishin vaa'alla tehdyssä kokeessa havaitaan, että 0.400kg -massainen pallo vetää puoleensa palloa, jonka massa on 0.00300kg voimalla, jonka suuruus on $8.00 \times 10^{-10}\text{N}$, kun pallojen keskipisteiden etäisyys on 0.0100m .

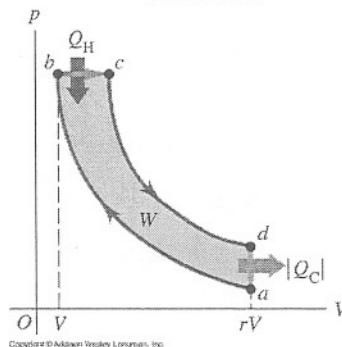
(a) Johda tästä arvo gravitaatiovakiolle G .
 (b) Maan pinnalla gravitaatiokiihtyvyys on 9.80m/s^2 ja maan säde on 6380km . Laske näistä tiedoista maan massa.



Tehtävä 2.

3. Tarkastele oheista diesel-moottorin kiertoprosessin pV -diagrammia. Pisteessä a lämpötila on $T = 300\text{K}$ ja paine on $p = 1.013 \times 10^5\text{Pa}$. Tilavuus $V_a = 15V_b$

(a) Pisteiden a ja b välillä tapahtuu adiabaattinen puristus. Mikä on paine ja lämpötila pisteessä b ?
 (b) Lämpöä otetaan välillä $b \rightarrow c$ määrä $Q_H = 4600\text{J}$ ja luovutetaan välillä $d \rightarrow a$ määrä $Q_L = 1840\text{J}$. Mikä on moottorin kierroksen aikana tekemä työ W ?
 (c) Jotta moottori toimisi 20.0kW :n teholla, kuinka monta kertaa prosessi olisi tehtävä sekunnin aikana? Huom. Käytä adiabaattivakiota $\gamma = 1.40$.



Tehtävä 3.

4. Laske vesihöyryn ominaislämpökapasiteetti vakiotilavuudessa. Vesihöyry koostuu kolmiatomisista (ei-lineaarisista) H_2O -molekyyleistä, joille voit olettaa kolme translaati vapausastetta (kolme riippumatonta liikesuuntaa), sekä kolme rotaati vapausastetta (kolme riippumatonta kiertoakselia), mutta molekyylin värähtelyllä ei ole vaikutusta. Veden moolimassa on 18.0g/mol . (b) Vesihöyryn todellinen ominaislämpökapasiteetti matalassa paineessa on noin $2000\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Laske vesihöyryn ominaislämpökapasiteetista molekyylin todellinen aktiivisten vapausasteiden lukumäärä.

5. Kuparikappale ($m = 3.50\text{kg}$, alkulämpötila $T = 100.0^\circ$) pudotetaan veteen ($m = 0.800\text{kg}$, alkulämpötila $T = 0.0^\circ$). (a) Mikä on tämän systeemin loppulämpötila? (b) Paljonko systeemin entropia muuttuu?

Kaavoja, joita saatat tarvita. Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä.

$$g = 9.80\text{m/s}^2, G = 6.67 \times 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2, 0^\circ\text{C} = 273\text{K}.$$

$$k = 1.381 \cdot 10^{-23}\text{J/K}, R = 8.315\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol}), N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{kpl/mol}.$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}, \mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}, x = x_0 + \int_0^t v dt, v = v_0 + \int_0^t a dt, a_{\text{rad}} = \frac{v^2}{R}, v = \frac{2\pi R}{T},$$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}, \sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba},$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2, W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U, W_{\text{tot}} = \Delta K, \mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt,$$

$$K = \frac{1}{2}I\omega^2, \mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}, \vec{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}, L = I\omega, \sum \vec{\tau} = \frac{d\mathbf{L}}{dt},$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, U_g = -G \frac{m_1 m_2}{r},$$

$$dQ = mc dT = nC dT, Q = mL_{f,c}, dW = pdV, dS = dQ/T, S = k \ln w,$$

$$pV^\gamma = \text{vakio}, TV^{\gamma-1} = \text{vakio}, \gamma = C_p/C_V, C_V = \frac{5}{2}R, C_p = C_V + R, pV = nRT, dU = nC_V dT.$$