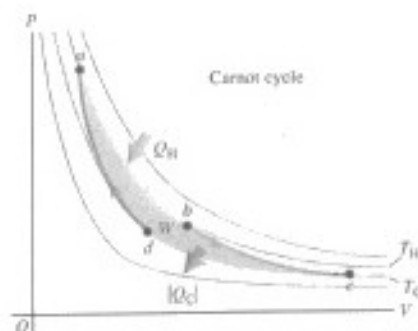


1. Näennäinen paino. Opiskelija, jonka paino on  $700N$  seisoo va'an päällä hississä. Kun hissi lähtee liikkeelle, vaaka näyttää lukemaa  $550N$ . (a) Mikä on hissien kiihtyvyys (itseisarvo ja suunta)? Piirrä tilanteesta vapaakappalekuva. (b) Mikä on kiihtyvyys, kun lukema on  $970N$ ? (c) Jos lukema on nolla, pitäisikö opiskelijan olla huolissaan? Perustele vastauksesi.

2. Luoti, jonka massa on  $5.00g$ , ammutaan vaakasuorassa suunnassa puiseen palikkaan ( $m = 1.20kg$ ), joka lepää vaakasuoralla pinnalla. Palikan ja pinnan välinen kineettinen kitkakerroin on  $0.20$ . Luoti uppoo ja jää palikkaan, joka liikkuu alustalla  $0.230m$  ennen pysähtymistään. Mikä oli luodin alkunopeus?

3. Kuvassa on esitetty kiertoprosessi, joka kuvaa erään lämpökoneen toimintaa. Oletetaan, että systeemi ottaa kierroksen aikana lämpöä määrän  $Q_H = 2880J$  vakioämpötilassa  $T_H = 500K$  ja luovuttaa lämpöä määrän  $Q_C = 2016J$  lämpötilassa  $T_C = 350K$ .

(a) Mikä on systeemin ottama nettolämpö kierroksen aikana? Mikä on systeemin tekemä työ? (b) Mikä on hyötysuhde? (c) Paljonko systeemin entropia muuttuu lämpötilassa  $T_H$ , lämpötilassa  $T_C$  ja koko kierroksen aikana?



Tehtävä 3.

4. Vakiotilavuudessa toimiva kaasulämpömittari. Kokeilija käyttää kaasulämpömittaria, ja toteaa, että veden kolmoisasteessa ( $T = 0.01^\circ C$ ) kaasun paine on  $4.80 \times 10^4 Pa$ . Normaalissa veden kiehumispisteessä ( $T = 100^\circ C$ ) kaasun paine on  $6.50 \times 10^4 Pa$ .

(a) Olettaen, että paine käyttäytyy lineaarisesti, etsi (graafisesti tai analyttisesti) näiden kahden pisteen avulla lämpötila, jossa paine menisi nolaksi. Tämä on siis absoluuttinen nolalämpötila Celsius-asteina. (b) Noudattaako kaasulämpömittari yhtälöä  $T_1/T_2 = p_1/p_2$  täsmällisesti (Huom! T on absoluuttinen lämpötila)? Jos yhtälö pitäisi täsmälleen paikkansa ja paine lämpötilassa  $T = 100^\circ C$  olisi  $6.50 \times 10^4 Pa$ , mikä olisi tällöin paine lämpötilassa  $T = 0.01^\circ C$ ?

5. DVD-levy pyörii kulmanopeudella  $262.6 \text{ rev/min}$ . (a) mikä on kulmanopeus radiaaneina sekunnissa? (b) DVD-levyn halkaisija on  $12.0 \text{ cm}$ . Mitä ovat lineaarinen nopeus ja keskihakukiihtyvyys levyn ulkoreunalla?

(c) Jos levyn pysähtymiseen kuluu aikaa  $2.6 \text{ s}$ , mikä on keskimääräinen kulmakiihtyvyys? (d) Jos oletat tasaisen kulmakiihtyvyyden, montako radiaania (tai kierrosta) levy ehtii pyörähtää ennen pysähtymistään?

**Kaavoja, joita saatat tarvita.** Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä. Umpinaisen pallon hitausmomentti  $I = \frac{2}{5}MR^2$ , tangon hitausmomentti keskipisteen suhteen  $I = \frac{1}{12}ML^2$ , Umpinaisen sylinterin hitausmomentti  $I = \frac{1}{2}MR^2$ , Onton sylinterin hitausmomentti  $I = MR^2$ .

Ympyrän pinta-ala  $A = \pi R^2$ , pallon pinta-ala  $A = 4\pi R^2$ , Maapallon säde  $R = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$ , maapallon massa  $M = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

$1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ ,  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ,

$0^\circ C = 273 \text{ K}$ ,  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$ ,  $k = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  $R = 8.315 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$ ,  $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$ .

$\mathbf{v} = \frac{dx}{dt}$ ,  $\mathbf{a} = \frac{dv}{dt}$ ,  $x = x_0 + \int_0^t v dt$ ,  $v = v_0 + \int_0^t a dt$ ,  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $v = v_0 + at$ ,  $a_{\text{rad}} = \frac{v^2}{R}$ ,  $v = \frac{2\pi R}{T}$ ,  
 $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{J} = \Delta\mathbf{p}$ ,  $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$ ,  $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$ ,  $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$ ,  $K = \frac{1}{2}mv^2$ ,  $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}$ ,  $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U$ ,  
 $W_{\text{tot}} = \Delta K$ ,  $J = F_{\text{ave}} \Delta t$ ,  $\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$ ,  $K = \frac{1}{2}I\omega^2$ ,  $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$ ,  $\vec{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$ ,  $\tau = I\alpha$ ,  
 $\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2$

$$v_{ax} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_x, \quad v_{bx} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_x, \quad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad U_g = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

$H = A\sigma T^4$ ,  $dQ = mc dT = nC dT$ ,  $Q = mL_{f,c}$ ,  $dW = p dV$ ,  $dS = dQ/T$ ,  $S = k \ln w$ ,  $pV^\gamma = \text{vakio}$ ,  
 $TV^{\gamma-1} = \text{vakio}$ ,  $\gamma = C_p/C_V$ ,  $C_V = \frac{5}{2}R$ ,  $C_p = C_V + R$ ,  $pV = nRT$ ,  $dU = nC_V dT$ .