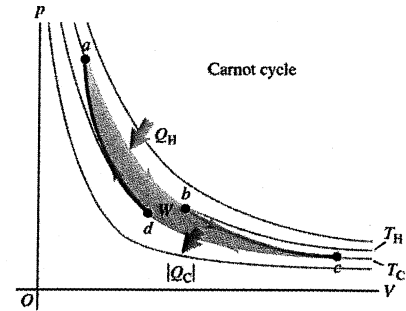


1. DVD-levy pyörii kulmanopeudella 262.6 rev/min . (a) mikä on kulmanopeus radiaaneina sekunnissa? (b) DVD-levyn halkaisija on 12.0 cm . Määritä lineaarinen nopeus ja keskihakukiihtyvyys levyn ulkoreunalla? (c) Jos levyn pysähtymiseen kuluu aikaa 2.6 s , mikä on keskimääräinen kulmakiihtyvyys? (d) Jos oletat tasaisen kulmakiihtyvyyden, montako radiaania (tai kierrosta) levy ehtii pyörähtää ennen pysähtymistään?

2. Kumipallo ($m = 0.250 \text{ kg}$) pudotetaan 2.0 m :n korkeudelta. (a) Mikä on pallon nopeus sen törmätessä lattiaan? (b) Pallo menettää kimmoissaan osan kineettisestä energiastaan, ja pomppaa vain 1.3 m :n korkeudelle. Mikä on pallon nopeus juuri kun se irtoaa lattiasta? (c) Kuinka suuri on pallon liikemäärän muutos törmäyksessä? Mikäli törmäys lattiaan kestää 0.05 s , mikä on lattian palloon kohdistama keskimääräinen voima?

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

(a) Mikä on systeemin ottama nettolämpö kierroksen aikana? Mikä on systeemin tekemä työ? (b) Mikä on hyötysuhde? (c) Kone tekee 240 kierrosta minuutissa. Millä teholla se tekee mekaanista työtä?

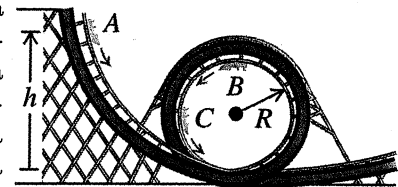


Tehtävä 3.

4. Hiilidioksidin CO_2 ominaislämpökapasiteetti vakio-tilavuudessa on $C_V = 28.46 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$.

(a) Montako energiavapausastetta tämän perusteella hiilidioksidimolekyylillä on? (b) Oleta, että CO_2 on ideaalikaasu. Laske ominaislämpökapasiteetti vakio-paineessa ja adiabaattivakio. Yksi litra hiilidioksidia pääsee laajenemaan *adiabaattisesti* paineesta $p_1 = 10 \text{ atm}$ tilavuuteen 10 l . Mikä on kaasun paine p_2 laajenemisen jälkeen. Jos alussa kaasun lämpötila oli $T_1 = 300 \text{ K}$, mikä on sen lämpötila T_2 laajenemisen jälkeen?

5. *Silmukka vuoristoradalla.* Vaunu huvipuiston vuoristoradalla ajaa kitkatta kuvan mukaista reittiä. Vaunu lasketaan vapaasti pisteestä A korkeudelta h ilman alkuvauhtia. (a) Mikä on minimikorkeus h (suhteessa säteeseen R), jolta päästettäessä vaunu kulkee silmukan ympäri, siten, että vaunu pääsee pisteeseen B *irtoamatta* raiteilta? (b) Oletetaan, että vaunu lasketaan korkeudelta $h = 3.50R$ kun $R = 20.0 \text{ m}$. Laske vaunun vauhti, säteittäinen kiihtyvyys ja tangentialinen kiihtyvyys pisteessä C, joka on täsmälleen korkeudella R . Piirrä kuvaan kiihtyvyyden komponentit



Tehtävä 5.

suurinpiirtein oikeassa mittakaavassa. (Vihje: tarvitsit mekaanisen energian säilymlakia ja Newtonin toista lakia. Lisävihje: vaunuun vaikuttavat voimat ovat gravitaatio ja radan tukivoima.)

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

Umpinaisen pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{5}MR^2$, ontton pallon hitausmomentti $I = \frac{2}{3}MR^2$, umpinaisen kiekon hitausmomentti $I = \frac{1}{2}MR^2$, ontton kiekon 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 $M = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$. $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, $g = 9.80 \text{ m/s}^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$. $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{J}}{\text{W} \cdot \text{m}^2}$. $k = R/N_A = 1.381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, $R = 8.315 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$, $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$.

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

$$v_{ax} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_x, v_{bx} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_x.$$

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

$H = Ae\sigma T^4$. $dQ = mc dT = nC dT$, $Q = mL_{f,c}$, $dW = pdV$, $dS = dQ/T$, $S = k \ln w$, $pV^\gamma = \text{vakio}$, $TV^{\gamma-1} = \text{vakio}$, $\gamma = C_p/C_V$, $C_V = \frac{f}{2}R$, $C_p = C_V + R$, $pV = nRT$, $dU = nC_V dT$. $\frac{1}{2}mv_{\text{rms}}^2 = \frac{3}{2}kT$.