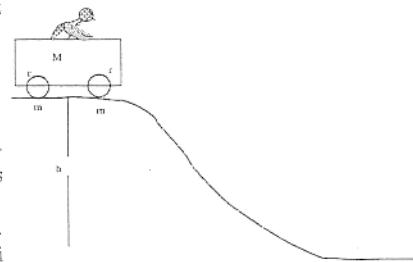


1. Jalkapallomaalivahti torjuu laukauksen, jossa pallo ($m = 0.420\text{kg}$) tulee häntä kohti vauhdilla 10m/s . (a) Mitkä ovat pallon liikemäärä ja kineettinen energia? (b) Oleta, että maalivahti joustaa käsillään torjuessaan siten, että kädet antavat myöten 15.0cm pallon liikesuuntaan. Jos maalivahti kohdistaa palloon vakiovoiman, kuinka suuri tämä voima on? Olettaen edelleen vakiovoima, monessako sekunnissa pallon liike on pysähtynyt? Tarkastele pesäpalloa ($m = 0.140\text{kg}$), jolle on lyöty vauhti 30.0m/s . (c) Mitkä ovat pallon liikemäärä ja kineettinen energia? (d) Ulkokenttäpelaaja koppaa pallon joustaan siten, että hänen kätensä antaa myöten pallolle sen liikesuunnassa. Oleta, että hän kohdistaa palloon vakiovoiman. Jos pallon liike pysähtyy ajassa 0.03s , mikä on tämä vakiovoima? Olettaen edelleen tämä sama vakiovoima, kuinka pitkällä matkalla pallon liike pysähtyy?

2. Mäkiauton massa kuljettajan kanssa on M . Siinä on neljä pyörää, joiden kunkin massa on m ja säde r . Jokaisen pyörän hitausmomentti on (suurin piirtein) $I = \frac{1}{2}mr^2$. (a) Jos mäkiauto etenee vauhdilla v ja sen pyörät vierivät liukumatta, osoita, että sen kineettinen energia on

$$K = \frac{1}{2}Mv^2 \left(1 + 4\frac{m}{2M}\right).$$

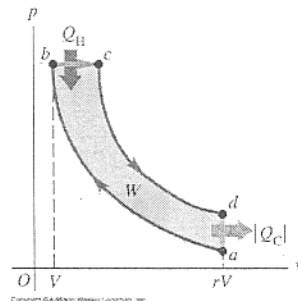
(b) Mäkiauto lähtee alamäkeen korkeudelta h . Johda lauseke auton vauhdille mäen alla. Oletetaan, että ilmanvastus ja pyörien vierimiskitka voidaan jättää huomiotta. (c) Kaksi kilpailijaa laskee samanlaisella mäkiautolla. Kumpi saa suuremman vauhdin, painavampi vai kevyempi kilpailija? Perustelee vastauksesi.



Tehtävä 2.

3. Harry L. ($m = 100\text{kg}$) istuu maailmanpyörässä (säde $R = 10\text{m}$) vaa'an päällä. Maailmanpyörä pyörittää kaksi kierrosta minuutissa. Oleta, että maailmanpyörän akseli on vaakasuorassa ja, että Harry L. istuu täysin pystyasennossa. (a) Piirrä vapaakappalekuva Harrystä, kun hän on suoraan akselin yläpuolella ja kun hän on akselin alapuolella. (b) Mitä vaaka näyttää, kun Harry L. on suoraan akselin alapuolella? Entä suoraan akselin yläpuolella?

4. 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 4.

5. Hengitykseen liittyvä lämmönvaihto. Kylmässä ilmassa ihmiskeho menettää merkittävällä teholla energiaa sisäänhengittävän ilman lämmittämiseen. (a) kohtalaisen kylmänä talvipäivänä lämpötila on -20°C . Mikä lämpömäärä tarvitaan 0.50l :n ilmamäärän lämmittämiseen ruumiinlämpöiseksi (37°C)? Tämä ilmamäärä vaihtuu keuhkoissa joka hengityskerralla. Oleta ilmalle lämpökapasiteetti $1020\text{J/kg} \cdot \text{K}$ ja moolimassa 29.1g/mol . Yhden moolin tilavuudeksi voit olettaa 22.4l . (b) Paljonko energiaa kuluu tunnissa, jos hengitystahti on 20 kertaa minuutissa?

Kaavoja, joita saatat tarvita. Osa niistä toimii vain erikoistapauksissa, eivätkä siis ole yleispäteviä.
 $g = 9.80\text{m/s}^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2$, $0^\circ\text{C} = 273\text{K}$, $k = 1.381 \cdot 10^{-23}\text{J/K}$, $R = 8.315\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$,
 $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\text{kpl/mol}$.
 $v = \frac{dx}{dt}$, $a = \frac{dv}{dt}$, $x = x_0 + \int_0^t v dt$, $v = v_0 + \int_0^t a dt$, $a_{rad} = \frac{v^2}{R}$, $v = \frac{2\pi R}{T}$,
 $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$, $\sum \mathbf{F} = \frac{dp}{dt}$, $\mathbf{F}_{ab} = -\mathbf{F}_{ba}$,
 $K = \frac{1}{2}mv^2$, $W = \int_1^2 \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = -\Delta U$, $W_{tot} = \Delta K$, $J = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$,
 $K = \frac{1}{2}I\omega^2$, $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$, $\vec{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $L = I\omega$, $\sum \vec{\tau} = \frac{dL}{dt}$, $F_g = G\frac{m_1m_2}{r^2}$, $U_g = -G\frac{m_1m_2}{r}$,
 $dQ = mcdT = nCdT$, $Q = mL_{f,c}$, $dW = pdV$, $dS = dQ/T$, $S = k \ln w$,
 $pV^\gamma = \text{vakio}$, $TV^{\gamma-1} = \text{vakio}$, $\gamma = C_p/C_V$, $C_V = \frac{5}{2}R$, $C_p = C_V + R$, $pV = nRT$, $dU = nC_V dT$.

0. 20.60