

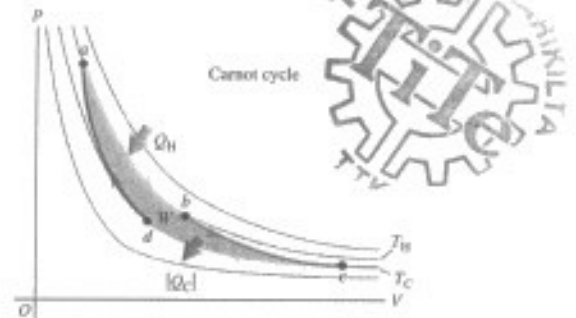
Välikoetehtävät 1-5, tenttitehtävät 3-7. Molemmat 1-7.

Merkitse vastauspaperiisi oletko valinnut välikokeen, tentin vai molemmat. huomaa vakiot ja kaavat kääntöpuolella!

1. Uimahyppääjä hyppää lankulta kädet ja jalat ojennettuina, jolloin hänen hitausmomenttinsa on  $18 \text{ kgm}^2$ . Kun hän menee kerälle, hänen hitausmomenttinsa pienenee arvoon  $3.6 \text{ kgm}^2$ . Kun hän on kerällä, hän tekee kaksi kokonaista pyörähdystä 1.0s:n aikana. (a) Mikä on kerällä olevan uimahyppääjän kulmanopeus? (b) Mikä on tällöin hänen kulmaliikemääränsä (eli pyörimismääränsä)? Entä pyörimisen liike-energia? (c) Uimahyppääjään ei vaikuta mitään merkittävää ulkoista väntömomenttia. Jos hän ei olisi mennyt kerälle, olisiko hänellä sama kulmaliikemäärä, liike-energia tai molemmat? Ellei hän olisi mennyt kerälle, montako kierrosta hän olisi pyörähtänyt 1.0s:n aikana?

2. Kuvassa on esitetty kiertoprosessi, joka kuvaa erään lämpökoneen toimintaa. Oletetaan, että systeemi ottaa kierroksen aikana lämpöä määrän  $Q_H = 2880 \text{ J}$  vakioämpötilassa  $T_H = 500 \text{ K}$  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) Paljonko systeemin entropia muuttuu lämpötilassa  $T_H$ , lämpötilassa  $T_L$  ja koko kierroksen aikana?



Tehtävä 2.

3. Mallinna (kaljua ja parratonta) päätä pallona, jonka säde on  $0.12 \text{ m}$ . Oleta myös, että sen emissiviteetti on  $e = 1$ . (a) Jos ihon pintalämpötila on  $30^\circ \text{ C}$ , millä teholla pää säteilee lämpösäteilyä? (b) Jos kyseinen pää säteilee bussikatoksen alla pakkasessa, ja ympäristön lämpötila on  $-20^\circ \text{ C}$ , millä nettoteholla pää menettää lämpöenergiaa?

4. Hiilidioksidin  $\text{CO}_2$  ominaislämpökapasiteetti vakioilavuudessa on  $C_V = 28.46 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ .

(a) Montako energiavapausastetta tämän perusteella hiilidioksidimolekyylillä on? (b) Oleta, että  $\text{CO}_2$  on ideaalikaasu. Laske ominaislämpökapasiteetti vakioaineessa ja adiabaattivakio.

Yksi litra hiilidioksidia pääsee laajenemaan adiabaattisesti paineesta  $p_1 = 10 \text{ atm}$  tilavuuteen  $10 \text{ l}$ . 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. Tarkastele kahta liukumatta vierivää kappaletta kaltevilla tasolla. Voit kirjoittaa hitausmomentin muotoon  $I = cMR^2$ , missä  $M$  on kappaleen massa ja  $R$  on sen säde. Vakio  $c$  on kappaleen muotoon liittyvä suure.

(a) Osoita, että liukumatta vierivälle kappaleelle voidaan kirjoittaa kineettinen energia muotoon

$$K = \frac{1}{2} Mv^2(1 + c).$$

(b) Jos kappale lähtee liikkeelle korkeudelta  $h$ , mikä on sen nopeuden lauseke korkeudella 0 (ks. kuva)?

(c) Kumpi kappale vierii nopeammin umpinainen pallo vai umpinainen kiekko? Perustele.



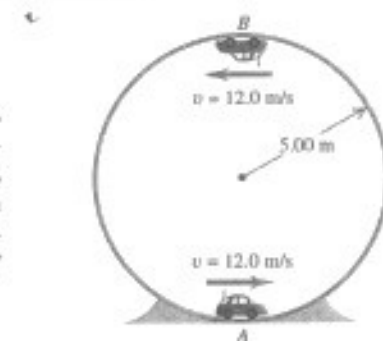
Tehtävä 5.

## tenttitehtävät

6. Näennäinen paino. Opiskelija, jonka massa on  $56.0\text{ kg}$  seisoo vaajan päällä hississä. (a) Mikä on opiskelijan paino, kun hissi on paikallaan?

(a) Kun hissi lähtee liikkeelle, vaaka näyttää lukemaa  $45.9\text{ kg}$ . Mikä on vastaava paino? Mikä on hissien kiihtyvyys (itseisarvo ja suunta)? (b) Mikä on kiihtyvyys, kun lukema on  $68.3\text{ kg}$ ? (c) Mitä on tapahtumassa, jos lukema on  $0.0\text{ kg}$ ? Piirrä vapaakappalekuva opiskelijasta hississä.

7. Kauko-ohjattu auto ( $m = 1.60\text{ kg}$ ), ajaa vakiovauhdilla ( $v = 12.0\text{ m/s}$ ) pystysuoraa ympyrää metallisen sylinterin sisällä (säde  $5.00\text{ m}$ ). (a) Mikä on auton keskeiskiihtyvyys? (b) Mikä on sylinterin seinien autoon kohdistama voima kohdassa A eli kehän pohjalla ja kohdassa B eli kehän huipulla? (c) Mikä on auton kulmanopeus sylinterin keskipisteen suhteen ja kierrosaika? Ks. oheinen kuva.



Tehtävä 7.

**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  $I = \frac{1}{2}ML^2$ .  
 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  $M = 5.97 \times 10^{24}\text{ kg}$ .

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

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

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

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

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

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