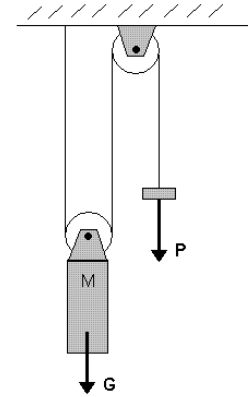


Tehtävä 1. Liisa harjoittaa lihaksiaan viereisen kuvan mukaisessa laitteessa. Painopakkaan kiinnitetty talja pääsee liikkumaan vapaasti vaijerista vedettäessä. Energian säilymlakia hyväksi käyttäen osoita, että voima P on puolet voimasta G . Vaijeri ja taljat oletetaan massattomiksi. (Vihje: Liisan tekemä työ on F_s . Mikä on pakalle tehty työ?)



Tehtävä 2. Benji-hyppytornin korkeus on 80 metriä. Hurjapää hyppääjämme ilmoittaa haluavansa molskahtaa veteen niin, että hiukset juuri kastuvat. Hyppyköysi voidaan ajatella ideaaliseksi jouseksi, jolla on jousivakio k . Järjestäjillä on vain yhdenlaista köyttä, jonka jousivakio $k = 125 \text{ N/m}$. Kuinka pitkä on köyden oltava, jotta hyppääjän toive toteutuisi? Voit olettaa hyppääjän massakeskipisteeksi johon köysi kiinnittyy (ei siis tarvitse ottaa huomioon hyppääjän kääntymistä ilmassa). Hyppääjän massa on 75 kg.

Tehtävä 3. Ranskan ympäriajon aikana kilpailija syö paljon. Jos kilpailijan vuorokauden aikana syömän ravinnon energia poltettaisiin, se vapauttaisi energiaa $8,0 \times 10^6 \text{ cal}$. Kolmen kilpailuviikon aikana ajajan massan muutos on häviävän pieni, alle 1 %. Energian saannin täytyy siis olla tasapainossa kulutuksen kanssa.

Tarkastellaan ensin mekaanista työtä. Polkupyörän hyötysuhde on hämmästyttävän hyvä. Energia, joka katoaa pyörän sisäisten kitkojen ansiosta lämmöksi, renkaiden kitka mukaanlukien, on merkityksetön. Ilmanvastusta vastaan tehty työ sitä vastoin on merkityksellinen, numeerisesti noin 10 MJ päivässä.

- a) Vertaa ravinnosta saatua energiamäärää, $8,0 \times 10^6 \text{ cal}$, ilmanvastuksen voittamiseksi tehtyyn työhön, 10 MJ. Jokin ei täsmää! Voisiko jäljelle jäänyt energia kulua päivittäisiin korkeusvaihteluihin?

Riippumatta siitä mitä vastasit a):han, kuvittele yhtä kilpailupäivää, jonka aikana ei ole lainkaan korkeusvaihteluita. Ratkaisua ylimääräisen energian kohtaloon pitää siis etsiä muualta. Tähän mennessä olemme unohtaneet yhden energian olomuodon, ajaja luovuttaa koko ajan ympäristöönsä lämpöä. Osa lämmöstä häviää lämpösäteilynä, ja osa menee sisäänhengitetyn ilman lämmittämiseen. Valtaosa menee kuitenkin johonkin ihan muualle.

Ajaja juo päivän aikana paljon vettä. Hän ei tarvitse tätä vettä aineenvaihduntaansa – itse asiassa ravintoaineiden palaminen *synnyttää* koko ajan vettä. Lähes kaikki ajajan nauttima vesi poistuu elimistöstä vesihöyryinä. Veden haihduttamiseen tarvittava energiamäärä $Q_{\text{vesi}} = 2,3 \times 10^9 \text{ J/m}^3$.

- b) Kuinka paljon ajajan täytyisi juoda, jotta energiatasapaino toteutuisi? Onko vastaus mahdollinen?
- c) Palataan nyt takaisin päivittäin tehtyyn mekaaniseen työhön, joka oli 10 MJ. Ilmanvastus on liikesuunnassa vastustava voima, jonka suuruus $F_{\text{ilma}} = Bv^2$, missä B on jokin vakio. Tuulitunnelissa mitattu arvo B :lle on $1,5 \text{ kgm}^{-1}$. Jos teemme yksinkertaistuksen ja ajattelemme, että kilpailija ajaa päivän aikana 6 tuntia vakionopeudella, kuinka suuri on tämä keskinopeus? Onko vastaus järkevä?

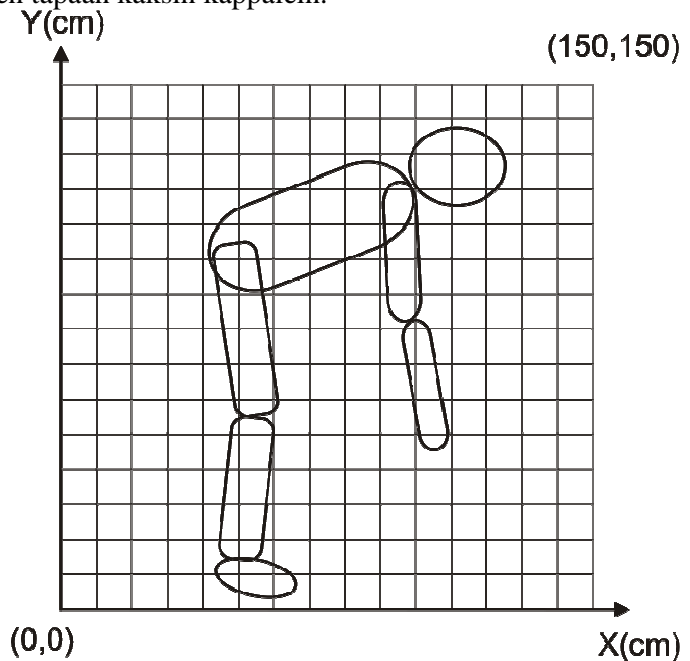
Tehtävä 4. Jalkapalloilija puskee voimalla palloa, joka lentää suoraan puskijan otsaa kohti. Pallon massa $m_{\text{pallo}} = 0,450 \text{ kg}$ ja pään $m_{\text{pää}} = 7 \text{ kg}$. Tarkastelemme törmäystä pään koordinaatistossa, jolloin pään nopeus on nolla ja pallon nopeus $v_{\text{pallo}} = 28 \text{ m/s}$.

- a) Laske pallon ja pään nopeudet törmäyksen jälkeen?
- b) Mikä on pallon ja pään nopeuksien erotus törmäyksen jälkeen?
- c) Pään nopeus maanpinnan koorinaatistossa ennen törmäystä oli 11 m/s. Mikä on sen uusi nopeus?

Tehtävä 5. Alapuolen olevassa kuvassa on yksinkertaistettu malli ihmiskehosta. Laske kehon massakeskipisteen paikka, kun segmenttien massat on annettu taulukossa. Voit olettaa käsiä ja jalkoja olevan tavalliseen tapaan kaksin kappalein.

Taulukko1. Kehon elementtien massat

Elementti	m(kg)
Pää	6.8
Olkavarsi	4.1
Kyynärvarsi	2.7
Keskivartalo	14.3
Reisi	8.8
Sääri	6.8
Jalkaterä	1.0

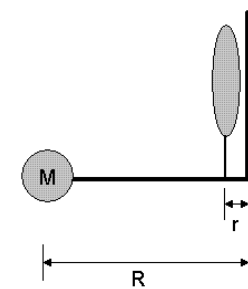
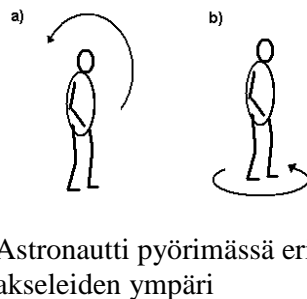
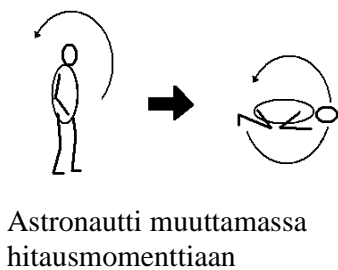


Tehtävä 6. Päiväntasaajalle on rakennettu 1 kilometrin korkuinen torni. Sen huipulta, 1 metrin etäisyydeltä tornin reunasta, pudotetaan kivi. Kuinka kaukana tornista kivi osuu maahan? Ilmanvastusta ei tarvitse ottaa huomioon. Käytä maan säteelle arvoa $6\,400\text{ km}$ ja gravitaatiokiihtyvyydelle arvoa $9,81\text{ m/s}^2$.

Tehtävä 7. Painottomassa tilassa oleva astronautti (johon ei vaikuta mitään ulkoisia voimia) demonstroi, kuinka hän pystyy muuttamaan pyörimisnopeuttaan vaihtamalla kehonsa hitausmomenttia (kuva alla). Alussa astronautti pyörii vartalo ojennettuna massakeskipisteensä ympäri nopeudella $0,17\text{ kierr/s}$. Sen jälkeen hän käpertyy sikiöasentoon.

- Mikä on saavutettu uusi kierrostaajuus? Oleta, että hitausmomentti vartalo ojennettuna on 18 kgm^2 ja sikiöasennossa $5,5\text{ kgm}^2$.
- Mikä on pyörimisliikkeen kineettisessä energiassa tapahtuva muutos?
- Mistä kineettisen energian muutos on peräisin?

Tehtävä 8. Kuvassa 3 on yksinkertainen kyynärnivelen malli. Henkilö supistaa lihaksiaan isometrisesti ja pitää paikallaan painoa $M = 20\text{ kg}$. Mikä on painon aikaansaama vääntömomentti kyynärnivleessä? Entä voima jonka hauislihas joutuu tuottamaan, jotta tasapaino säilyisi? $R = 0.35\text{ m}$ ja $r = 0.04\text{ m}$.



Kyynärnivelen malli