

## Klassinen mekaniikka, sl 2009

Harjoitus 10, 26. & 27.11.2009  
palautus 24.11.2009 kello 16 mennessä

1. Kappale, jonka päähitausmomentit ovat  $I_1$ ,  $I_1$  ja  $I_3$  (siis symmetrinen hyrrä), pyörii symmetria-akselilla olevan kiinteän pisteen ympäri siten, että kulmanopeus  $\omega$  ei aluksi ole minkään pääakselin suuntainen. Pyörimistä hidastaa kitkavoima, jonka momentti on  $-k\omega$  ( $k$  on vakio). Osoita, että  $\omega$  kääntyy joko symmetria-akselin suuntaiseksi tai sitä vastaan kohtisuoraan sen mukaan, onko  $I_1 < I_3$  vai  $I_1 > I_3$ . Miten käy, jos  $I_1 = I_3$ .
2. Oletetaan, että auton ovi on  $M$ -massainen homogeeninen suorakaide (sivut  $A$  ja  $B$ ), joka on kitkattomasti laakeroitu oven etureunaan kiinnitettyyn akseliin. Auto lähtee liikkeelle vakiokiihtyvyydellä  $a$  oven ollessa auki ja kohtisuorassa liikesuuntaa vastaan. Minkä ajan kuluttua ovi sulkeutuu? (Vihje: lähde ratkaisemaan yhtälöä  $d\mathbf{L}/dt = \mathbf{N}$ .)
3. Lähtien luennolla Eulerin kulmien avulla esitetystä rotaatiomatriisista  $\mathcal{R}$  laske kulmanopeusmatriisi lausekkeella  $\Omega = \mathcal{R} \cdot \dot{\mathcal{R}}^T$  ja totea, että saat samat kulmanopeuden komponentit kuin luennolla esitetyllä kuvankatselumenetelmällä.
4. Konstruoi pallohyrrä käyttämällä kuutta palloa (kunkin massa  $m$  ja säde  $a$ ) ja kolmea ohutta massatonta sauvaa (pituus  $b$ ). Mikä on hyrrän päähitausmomentti? Kaikki osat on käytettävä!