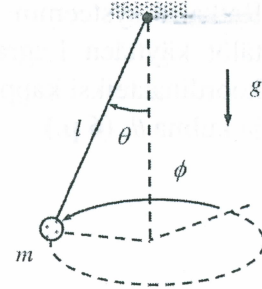


## Dynamiikka II

Huomaa, että tentti sisältää viisi kysymystä ja kysymyspaperissa on kaksi puolta!

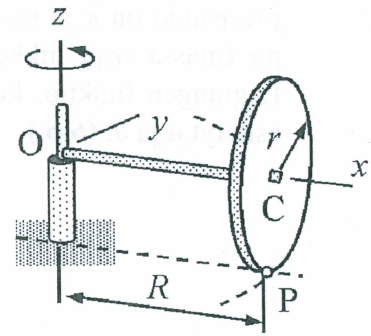
1.

Johda kuvan partikkelin (massa  $m$ ) liikeyhtälöt, kun partikkelin asemaa kuvataan kulmilla  $\theta$  ja  $\phi$ . Käytä yhtälöä  $\vec{F} = m\vec{a}$  pallokoordinaatistossa. Lanka, jonka pituus on  $l$ , on venymätön ja massaton. (6 p.)



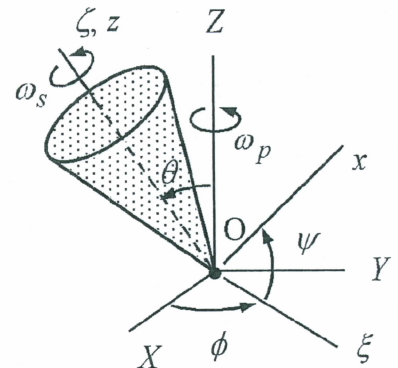
2.

Ohuesta kiekosta (säde  $r$ ) ja akselista OC (pituus  $R$ ) koostuva kappale on nivelöity pisteeseen O kuvan mukaisesti. Kiekko vierii liukumatta s.e. sen keskipiste C liikkuu vakiovauhdilla ja tekee täyden kierroksen  $z$ -akselin ympäri kuvan osoittamaan suuntaan ajassa  $T$ . Käyttäen jäykän kappaleen suhteellisen liikkeen kaavoja, määritä kiekon kulmanopeuden  $\vec{\omega}$  ja kulmakihtyvyyden  $\vec{\alpha}$  lausekkeet lausuttuina kuvan akseliin kiinnitetyn  $(x, y, z)$  koordinaatiston kannassa  $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ . (6 p.)



3.

Kuvan hyrrä on kiinnitetty pallonivelellä kiinteään origoon O. Kappale pyörii symmetria-akselinsa ympäri vakikulmanopeudella  $\omega_s$ . Määritä kappaleeseen vaikuttava pisteeseen O redusoitu momenttivektori (välikoordinaatiston kannassa), kun kappale kiertää  $Z$ -akselia vakikulmanopeudella  $\omega_p$  ja kulma  $\theta$  on vakio. Kappaleen hitausmomentit nivelen O suhteen ovat  $I_{\zeta\zeta} = I$ ,  $I_{\eta\eta} = I_{\xi\xi} = I_0$  (hitaustulot ovat nollija). (6 p.)



Huomaa, että tentti sisältää viisi kysymystä ja kysymyspaperissa on kaksi puolta!