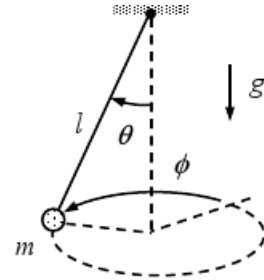


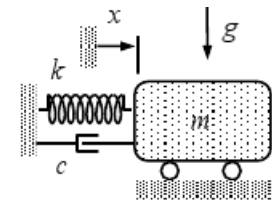
1.

Kirjoita kuvan partikkelin liikeyhtälöt, kun partikkelin asemaa kuvataan kulmilla θ ja ϕ . Käytä yhtälöä $\vec{F} = m\vec{a}$ pallokoordinaatistossa. Lanka on venymätön ja massaton.



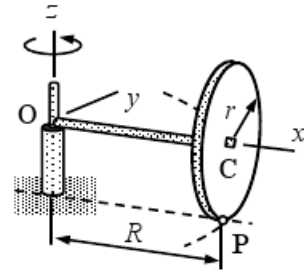
2.

Määritä lineaarisen vaimennetun värähtelijän liikeyhtälö Lagrangen menetelmällä, (muut menetelmät eivät kelpaa). Yleistettynä koordinaattina on partikkelin asema suhteessa jousen lepoasemaan (so. jousivoima häviää, kun $x = 0$).



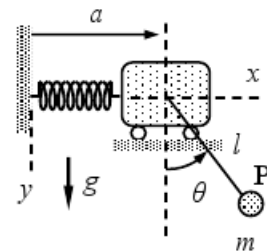
3.

Ohuesta kiekosta (säde r) ja akselistä koostuva kappale on nivelöity pisteeseen O kuvan mukaisesti. Kiekko vierii liukumatta s.e. sen keskipiste C liikkuu vakiovauhdilla ja tekee täyden kierroksen ω -akselin ympäri ajassa T . Määritä kiekon kulmanopeuden $\vec{\omega}$ ja kulmakihtyvyyden $\vec{\alpha}$ lausekkeet lausuttuina kuvan koordinaatiston kannassa $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. Käytä jäykän kappaleen suhteellisen liikkeen kaavoja.



4.

Muodosta painovoimasta johtuvat yleistettyjen voimien lausekkeet oheisen kuvan mukaiselle systeemille (yleistetyt koordinaatit a ja θ), jossa partikkeli P (massa m) on massattoman tangon päässä. Vaunu ja jousi oletetaan massattomiksi. Määritä myös systeemin liike-energian lauseke.



5.

Homogeeninen vauhtipyörä, jonka massa on m , asetetaan heilumaan kuvan esittämällä tavalla pystytasossa. Kirjoita vauhtipyörän liikeyhtälö käyttäen *Lagrangen menetelmää*, kun yleistettynä koordinaattina on kulma θ . Vauhtipyörän hitausmomentti pisteen A kautta kulkevan pyörää vastaan kohtisuoran akselin suhteen on vakio I_A . Käytä Lagrangen funktiota.

