

a) Kuvassa on esitetty ajoneuvon neljän vapausasteen laskentamalli. Korin massa on M ja sitä mallinnetaan jäykällä palkilla AB , jonka hitausmomentti massakeskiön G suhteen on I_G . Pyöräparin ja akselin massa on edessä m_E ja takana m_T , etujousituksen jousivakio on k_1 ja takajousituksen k_2 , eturengasparin jousivakio on k_3 ja takarengasparin k_4 , etuiskunvaimentimien vaimennusvakio on c_1 ja takaiskunvaimentimien c_2 sekä eturengasparin vaimennusvakio on c_3 ja takarengasparin c_4 . Määritä systeemin ominaisvärähtelyn liikeyhtälöt käyttäen kuvaan merkittyjä koordinaatteja, jotka mitataan staattisesta tasapainoasemasta lähtien. Käytä ratkaisussa apuna sivulla 2 esitettyjä alustavia vapaakappalekuvia. Palkin rotaatiokulma oletetaan pieneksi. Esitä liikeyhtälöt matriisimuodossa ja selvitä, millainen on liikeyhtälöiden kytkentä. **2 p**

b) Määritä systeemin ominaistaajuudet ja ominaisvektorit Mathcadin `genvals`- ja `genvecs`-funktioita hyväksikäyttäen. Piirrä ominaisvektoreita havainnollistavat kuvat ja selitä, millä tavoin ominaisvärähtely tapahtuu kullakin ominaistaajuudella. **2 p**

Käytä dokumentin tulostuksessa arvoja

$M = 1360 \text{ kg}$, $I_G = 2023 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $m_E = m_T = 244 \text{ kg}$, $c_1 = c_2 = 23 \text{ kNs/m}$
 $c_3 = c_4 = 48 \text{ kNs/m}$, $k_1 = k_2 = 146 \text{ kN/m}$, $k_3 = k_4 = 350 \text{ kN/m}$,
 $a = 1,372 \text{ m}$, $b = 1,067 \text{ m}$.



