

Tentamen

TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering
15 januari, 2022, kl. 14–18

Hjälpmedel: Miniräknare.

Ansvarig lärare: Jan Åslund, 0730886188.

Totalt 50 poäng.

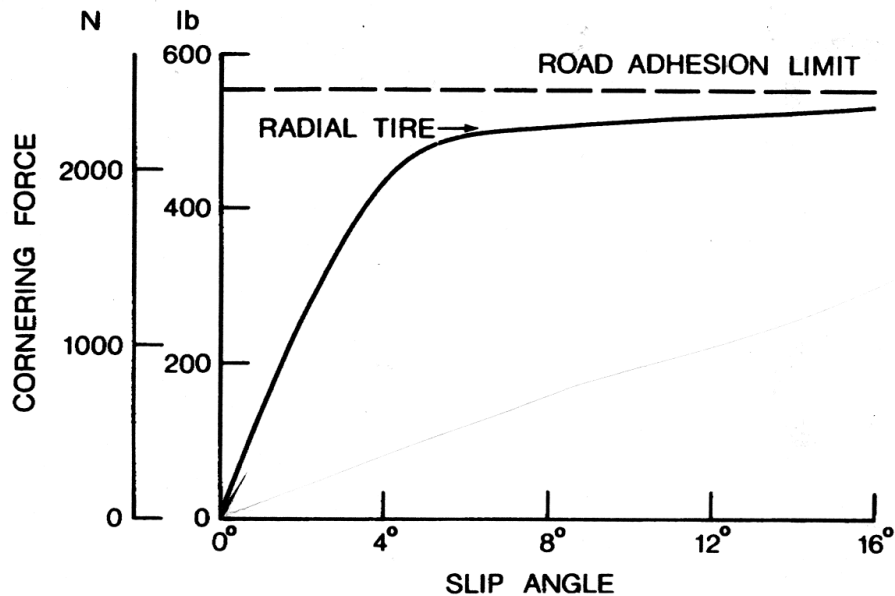
Betygsgränser:

Betyg 3: 23 poäng

Betyg 4: 33 poäng

Betyg 5: 43 poäng

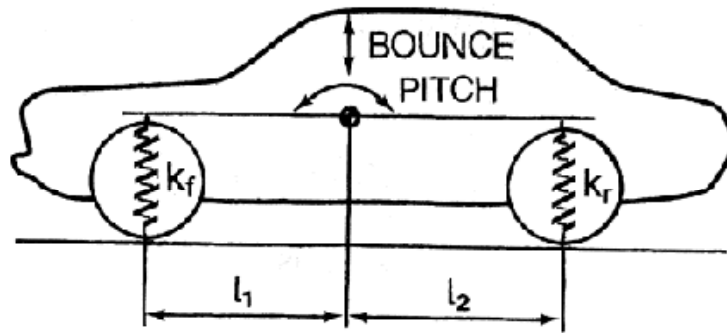
- Studerar borstmodellen för ett drivande hjul. Antar att tryckfördelningen är konstant i kontaktytan och att glid- och vilofriktion är olika. Givet är: kontaktytans längd $l_t = 15 \text{ cm}$, normalkraften $W = 5000 \text{ N}$, sidstyvheten $k_t = 15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, longitudinellt slipp $i = 1\%$, vilofriktion $\mu_p = 0.8$ och glidfriktion $\mu_s = 0.7$.
 - Bestäm hur den framåtdrivande kraften per längdenhet dF_x/dx varierar i kontaktytan. (3 poäng)
 - Bestäm den longitudinella kraften F_x . (3 poäng)
- Sidkraften för ett fritt rullande däck som en funktion av avdriftsvinkeln ges av följande figur



Den maximala longitudinella kraften när hjulet rullar rakt fram är 3000 N . Antag att avdriftsvinkeln är 4° och att bilen bromsas med kraften $F_x = 1000 \text{ N}$. Använd friktionsellipsen för att bestämma den laterala kraften. (6 poäng)

- Betraktar en bil med massa 1800 kg , axelavstånd 2.8 m och med tyngdpunkten 1.4 m bakom främre hjulaxeln. Sidkraftskoefficienterna är $C_{\alpha f} = C_{\alpha r} = 4.7 \cdot 10^4 \text{ N}$
 - Beräkna understyrningsgradienten K_{us} . (3 poäng)
 - Beräkna girhastigheten om bilen håller hastigheten 60 km/h med styrvinkeln $\delta_f = 2^\circ$. (3 poäng)

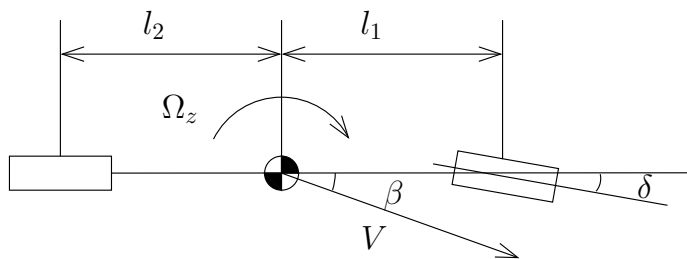
4. Figuren i bilagan visar hur skillnaden mellan avdriftsvinklarna $\alpha_f - \alpha_r$ beror av a_y/g vid stationära förhållanden.
- Antag att kurvradien är 80 m och att axelavståndet är 2.7 m . Rita in en hjälplinje i figuren så att styrvinkeln δ_f kan avläsas givet a_y/g . (3 poäng)
 - Vad är styrvinkeln bilens hastighet är 80 km/h ? Markera var i figuren du läser av värdet och glöm inte att lämna in figuren. (3 poäng)
5. En bil med massa 1800 kg kör i en uppförsbacke med lutning 3° och håller hastigheten 60 km/h . Följande är givet: Rullmotståndskoefficienten $f_r = 0.014$, luftmotståndet $R_a = 300\text{ N}$.
- Bestäm bilens acceleration om den framåt drivande kraften från hjulen är $F_x = 2000\text{ N}$. (3 poäng)
 - Bestäm bromssträckan om bilen bromsas med en konstant kraft $F_b = 12000\text{ N}$ och luft- och rullmotstånd försummas. (3 poäng)
6. Figuren visar en modell med två frihetsgrader för att studera hopp- och nickrörelser.



Givet är $k_f = 36\text{ kN/m}$, $k_r = 38\text{ kN/m}$, $l_1 = 1.4\text{ m}$, $l_2 = 1.5\text{ m}$, bilens massa $m_s = 2000\text{ kg}$ och bilens tröghetsmoment $I_y = 3600\text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

- Ställ upp differentialekvationerna som beskriver bilens rörelser. (3 poäng)
- En naturlig frekvens är $\omega_n = 6.01321\text{ rad/s}$. Bestäm var centrum för oscillationen är placerad för motsvarande egenmod. (3 poäng)

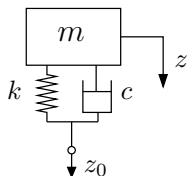
7. Betrakta följande tvåhjulmodell



där $l_1 = 1.4 \text{ m}$ $l_2 = 1.5 \text{ m}$. Sidkraftskoefficienterna är $2C_{\alpha f} = 90000 \text{ N}$ och $2C_{\alpha r} = 95000 \text{ N}$, och bilen håller hastigheten 50 km/h .

Antag att bilen initialt kör rakt fram med $\delta = 0$ och att man lägger på en lateral kraft $F_y = 3000 \text{ N}$ vid bakhjulet. Bestäm hur mycket man måste vrida framhjulet för att bilen inte skall börja rotera, efter ett kort insvängningsförlopp. Bestäm även bilens laterala hastighet. Kan anta att samtliga vinklar är små. (7 poäng)

8. Följande figur visar en kvartsbilsmodell:



Antag att den fjädrade massan är $m = 500 \text{ kg}$, fjädern har fjäderkonstanten $k = 25 \text{ kN/m}$. Dämpkonstanten c är lika med noll. Bilen kör på en sinusformad väg med våglängd $\lambda = 20 \text{ m}$ och amplitud $A = 2 \text{ cm}$.

Vad är den högsta hastigheten bilen kan hålla utan att tappa kontakten med vägen? (7 poäng)

Bilaga

