

# Tentamen

**TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering**  
**14 januari, 2010, kl. 8–12**

Hjälpmedel: Miniräknare.

Ansvarig lärare: Jan Åslund, 281692.

Totalt 50 poäng.

Betygsgränser:

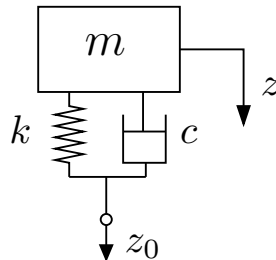
Betyg 3: 23 poäng

Betyg 4: 33 poäng

Betyg 5: 43 poäng

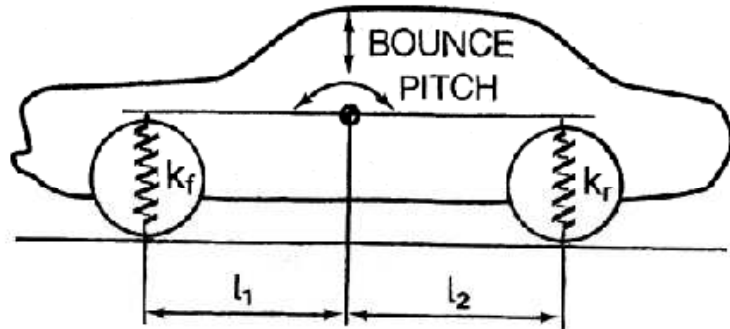


1. Studerar borstmodellen för ett drivande hjul. Antar att tryckfördelningen är konstant i kontaktytan. Givet är: kontaktytans längd  $l_t = 13 \text{ cm}$ , normalkraften  $W = 4000 \text{ N}$ , sidstyvheten  $k_t = 15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ , longitudinellt slipp  $i = 4\%$  och friktionkoefficienten  $\mu = 0.8$ .
  - a) Bestäm hur den framåt drivande kraften per längdenhet  $dF_x/dx$  varierar i kontaktytan. (3 poäng)
  - b) Bestäm den longitudinella kraften  $F_x$ . (3 poäng)
2. Figuren i bilagan visar hur  $\alpha_f - \alpha_r$  beror av  $a_y/g$ . Bilen kör i en cirkel med konstant kurvradie  $R = 80 \text{ m}$  och axelavståndet är  $3 \text{ m}$ .
  - a) Rita in en hjälplinje så att styrvinkeln  $\delta_f$  kan avläsas i figuren. (2 poäng)
  - b) Vad är styrvinkeln om bilen håller hastigheten  $80 \text{ km/h}$ ? Markera var i figuren du läser av värdet och lämna in bilagan. (4 poäng)
3. Bilen har massan  $1900 \text{ kg}$  kör i en uppförsbacke med lutning  $2^\circ$  och håller hastigheten  $60 \text{ km/h}$ . Rullmotståndskoefficienten är  $f_r = 0.014$  och luftmotståndet ges av  $R_a = \rho C_D A_f V_r^2 / 2$ , där  $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$ ,  $A_f = 2.0 \text{ m}^2$  och  $C_D = 0.33$ . Hur långa sträcka tar det att retardera bilen till  $50 \text{ km/h}$  om man frikopplar? (6 poäng)
4. Betraktar en kvartbilsmodell med en fjädrad massa  $m_s = 450 \text{ kg}$ , en fjäder med fjäderkonstant  $k = 25 \text{ kN/m}$  och en dämpare med dämpkonstant  $c = 2 \text{ kNs/m}$ .



Bilen håller hastigheten  $80 \text{ km/h}$  och kör på en sinusformad väg med våglängd  $12 \text{ m}$  och amplitud  $4 \text{ mm}$ . Bestäm den fjädrade massans amplitud. (7 poäng)

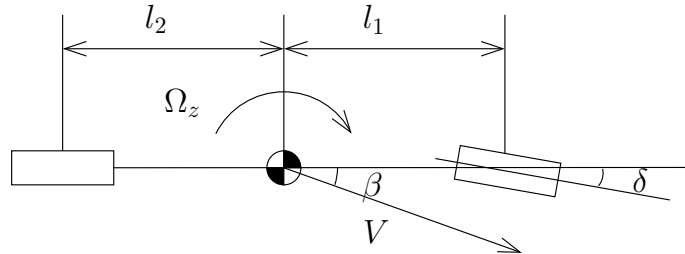
5. Figuren visar en modell med två frihetsgrader för att studera hopp- och nickrörelser.



Givet är  $k_f = 36 \text{ kN/m}$ ,  $k_r = 38 \text{ kN/m}$ ,  $l_1 = 1.3 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1.4 \text{ m}$ , bilens massa  $m_s = 1900 \text{ kg}$  och bilens tröghetsmoment  $I_y = 3500 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .

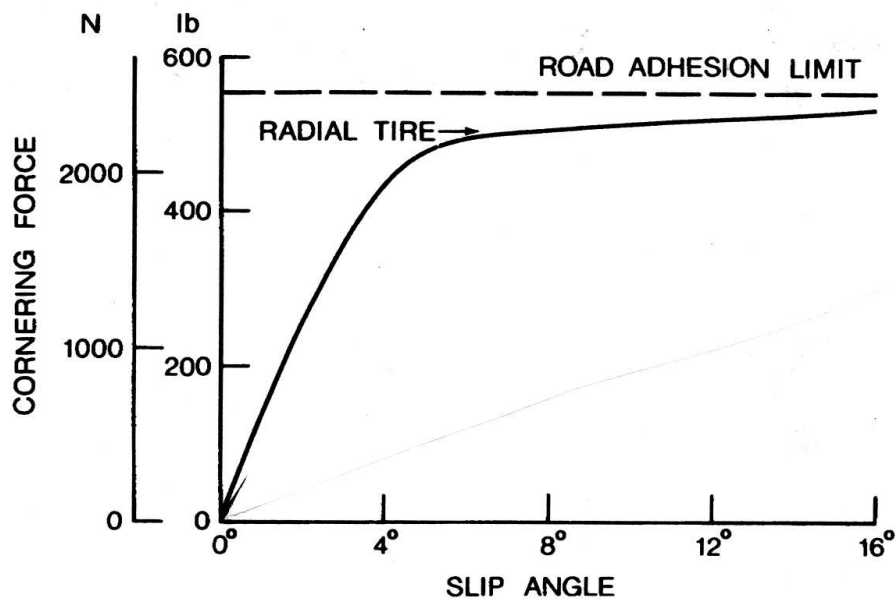
- a) Ställ upp differentialekvationerna som beskriver bilens rörelser. (3 poäng)
- b) En naturlig frekvens är  $\omega_n = 6.0265 \text{ rad/s}$ . Bestäm var centrum för oscillationen är placerad för motsvarande egenmod. (3 poäng)
6. Betraktar en dragbil med semitrailer. Dragbilen väger  $4500 \text{ kg}$  och tyngdpunkten ligger mitt mellan fram- och bakaxeln. Semitrailern väger  $25000 \text{ kg}$  och tyngdpunkten ligger  $6 \text{ m}$  bakom dragbilens bakaxel. Avståndet mellan dragbilens axlar är  $L_t = 4 \text{ m}$  och avståndet mellan dragbilens och semitrailerns bakaxlar är  $L_s = 9 \text{ m}$ . Sidkraftskoefficienterna för dragbilens hjulpar är  $C_{\alpha_f} = C_{\alpha_r} = 3.2 \cdot 10^5 \text{ N/rad}$  och för  $C_{\alpha_s} = 6.4 \cdot 10^5 \text{ N/rad}$  för semitrailerns hjulpar. Avgör om man riskerar "jackknifing" eller "trailer swing", samt vid vilken hastighet detta sker i så fall. (6 poäng)

7. Betrakta följande tvåhjulmodell vid ett transient förlopp



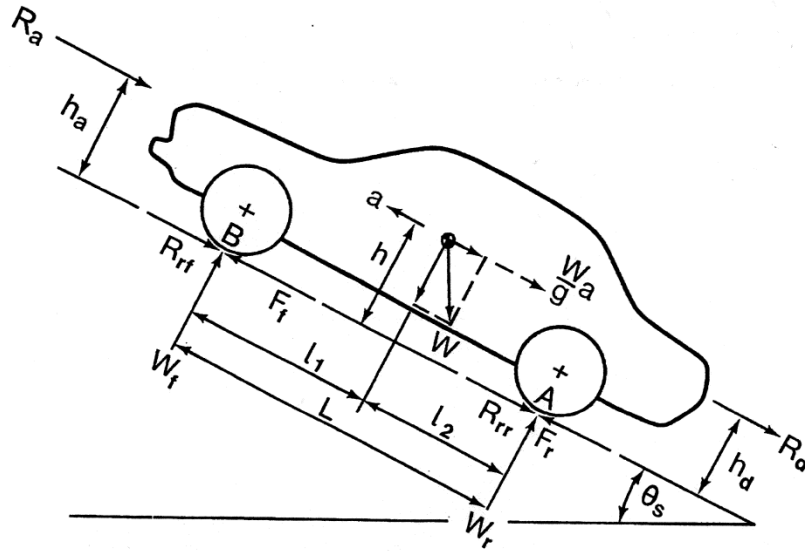
Antag att styrvinkeln  $\delta$  är 6 grader,  $l_1 = 1.4 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1.6 \text{ m}$ , hastighet  $70 \text{ km/h}$ , girhastigheten  $\Omega_z$  är  $0.3 \text{ rad/s}$  och att vinkeln  $\beta$  mellan bilens symmetriaxel och hastighetsvektorn är 3 grader.

Sidkraften för ett däck (en bil har fyra) som funktion av avdriftsvinkeln ges av följande figur:



- Beräkna avdriftsvinklarna för fram- och bakhjulen (3 poäng)
- Beräkna  $I_z \dot{\Omega}_z$  om samtliga hjul rullar fritt. (4 poäng)

8. Figuren visar de krafter som verkar på en bil vid en acceleration.



**Fig. 3.1** Forces acting on a two-axle vehicle.

Bilen har massan  $1800 \text{ kg}$  och kör på en plan väg. Axelavståndet är  $2.7 \text{ m}$  och tyngdpunkten ligger  $1.3 \text{ m}$  bakom framaxeln. Givet är:  $h_a = h_d = h = 0.5 \text{ m}$ ,  $R_a + R_d = 350 \text{ N}$  och  $R_r = R_{rf} + R_{rr} = 250 \text{ N}$ . Bilen är fyrhjulsdreven och friktionskoefficienten för samtliga däck är  $\mu = 0.8$ . Antag att det är möjligt att reglera momenten på fram- och bakhjulen individuellt. Bestäm hur momenten skall fördelas för att ge maximal acceleration. (7 poäng)

# Bilaga

