

Tentamen

TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering
1 november, 2013, 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. Utgå från borstmodellen för ett drivande hjul med konstant normaltryck $dF_z/dx = 35 \text{ kN/m}$ i kontaktytan och där friktionskoefficienten mellan väg och däck är $\mu = 0.8$. Antag att vilo- och glidzonen är 8 cm resp. 6 cm långa. Bestäm den longitudinella kraften F_x . (6 poäng)
2. Figuren visar de krafter som verkar på en bil vid en acceleration.

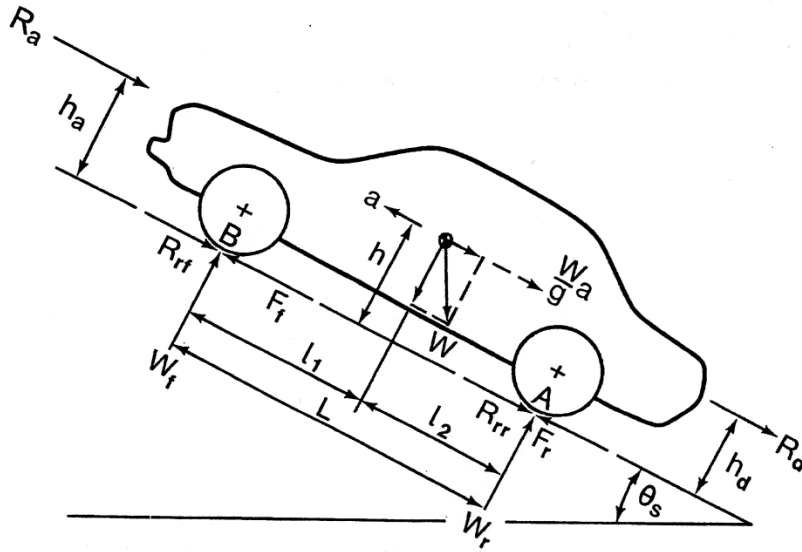
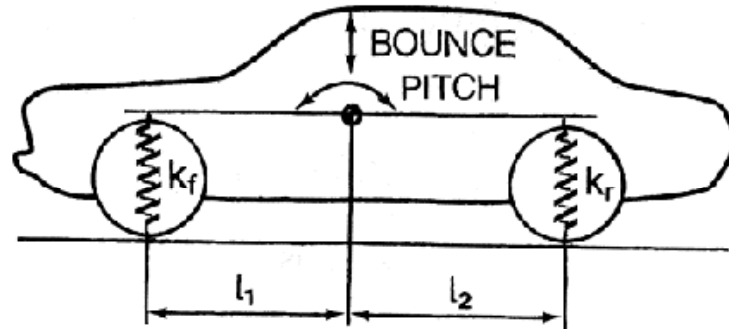


Fig. 3.1 Forces acting on a two-axle vehicle.

Bilen har massan 1800 kg och kör på en plan väg. Axelavståndet är 2.8 m och tyngdpunkten ligger 1.3 m bakom framaxeln. Vi antar att $h_a = h_d = h = 0.5 \text{ m}$ och att $R_a + R_d = 300 \text{ N}$. Det totala rullmotståndet är $R_r = R_{rf} + R_{rr} = 200 \text{ N}$ och friktionskoefficienten mellan däck och underlag är $\mu = 0.9$.

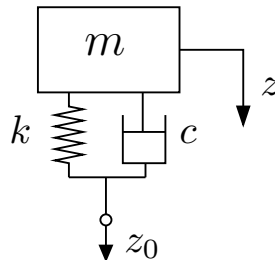
- a) Antag att den framåtdrivande kraften $F = F_f + F_r$ är känd. Bestäm normalkrafterna W_f och W_r som en funktion av F . (2 poäng)
- b) Bestäm maximal acceleration om bilen är bakhjulsdriven. (4 poäng)

3. 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 $I_y = 3600 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

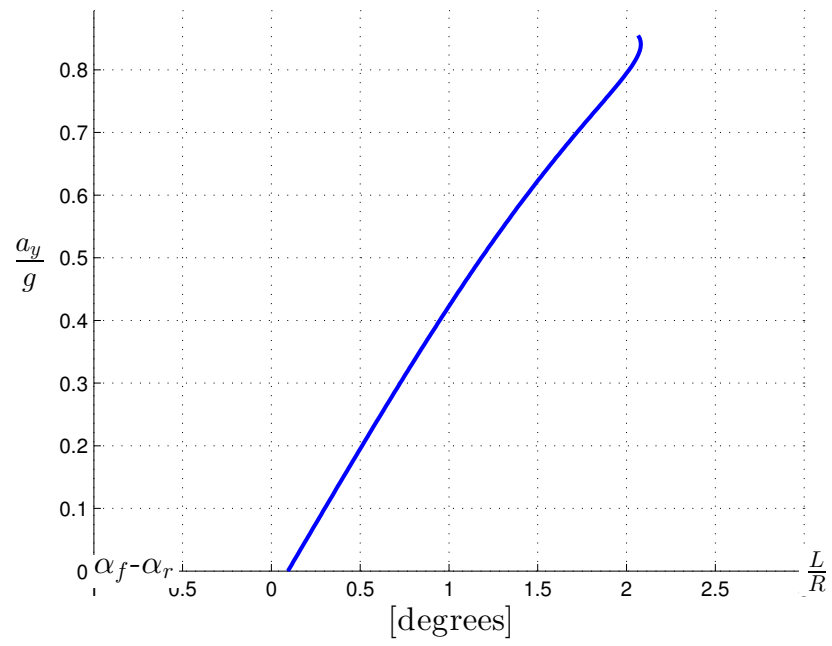
- a) Ställ upp differentialekvationerna som beskriver bilens rörelser. (3 poäng)
 b) En naturlig frekvens är $\omega_n = 6.6477 \text{ rad/s}$. Bestäm var centrum för oscillationen är placerad för motsvarande egenmod. (3 poäng)
4. Figuren i Bilaga 1 visar hur skillnaden mellan avdriftsvinklarna $\alpha_f - \alpha_r$ beror av a_y/g vid stationära förhållanden.
- a) Antag att bilen håller konstant hastighet 60 km/h och att axelavståndet är 2.8 m . Rita in en hjälplinje i figuren så att styrvinkeln δ_f kan avläsas givet a_y/g . (3 poäng)
 b) Vad är styrvinkeln om kurvradien är 100 m ? Markera var i figuren du läser av värdet och glöm inte att lämna in bilagan. (3 poäng)
5. Betrakta en kvartbilsmodell med en fjädrad massa $m_s = 400 \text{ kg}$, en fjäder med styvhet $k = 30 \text{ kN/m}$ och en dämpare med dämpkoefficient $c = 2 \text{ kNs/m}$.



Bilen färdas med hastigheten 50 km/h på en sinusformad väg med våglängd 15 m och amplitud på 10 mm . Bestäm amplituden på den fjädrade massan. (6 poäng)

6. Betraktar en dragbil med semitrailer. Dragbilen väger 5000 kg och tyngdpunkten ligger mitt mellan fram- och bakaxeln. Semitrailern väger 15000 kg och tyngdpunkten ligger 6 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 $2C_{\alpha_f} = 2C_{\alpha_r} = 3.2 \cdot 10^5 \text{ N/rad}$ och för $2C_{\alpha_s} = 6.4 \cdot 10^5 \text{ N/rad}$ för semitrailerns hjulpar. Avgör om man riskerar "jackknifing" eller "trailer swing" vid stationär kurvtagning och, om så är fallet, vid vilken hastighet detta sker i så fall. (6 poäng)
7. Betraktar en bil med axelavstånd 2.8 m och med tyngdpunkten 1.3 m bakom främre hjulaxel och 0.5 m ovanför marken. Vad är kortast möjliga bromssträcka om glidzonen ej får vara större än 80% av kontaktytan för något däck och hur skall bromskraften fördelas för att uppnå denna bromssträcka? Använd borstmodellen med konstant tryck i kontaktytan där kontaktytans längd är 15 cm och friktionskoefficienten mellan däck och underlag är 0.8. Bilen håller initialt hastigheten 25 km/h och lutning, rull- och luftmotstånd försummas. (7 poäng)
8. Betraktar en bakhjulsdriven bil som kör rakt fram på ett halt underlag med olika friktionskoefficienter på höger resp. vänster sida. Bilens massa är 1800 kg . Axelavståndet är 2.7 m och tyngdpunkten ligger 1.3 m bakom framaxeln. Spårvidden är 1.5 m . Figuren i Bilaga 2 visar hur longitudinell och lateral kraft varierar som funktion av longitudinellt slipp resp. avdriftsvinkel.
- Antag att bilen har ett traction control system som kan ge maximal kraft på båda bakhjulen vid en acceleration. Vilket håll och hur mycket måste föraren korrigera styrvinkeln initialt för att bilen inte ska börja vrida sig vid en maximal acceleration?
- Longitudinell lastförskjutning kan försummas. Markera var i figuren ni läser av värden och glöm inte att lämna in bilagan. (7 poäng)

Bilaga 1



Bilaga 2

