

Tentamen

TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering
22 oktober, 2009, kl. 14–18

Hjälpmedel: Miniräknare.

Ansvarig lärare: Jan Åslund, 281692.

Totalt 50 poäng.

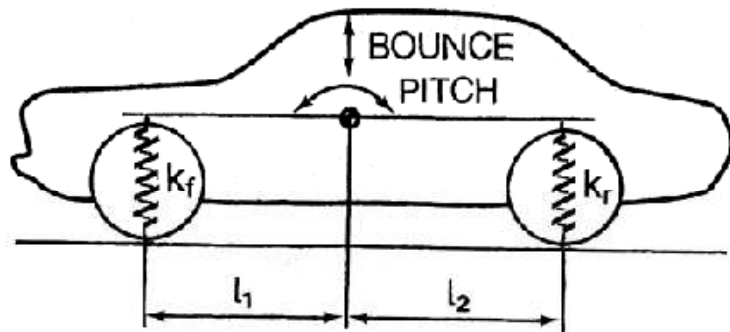
Betygsgränser:

Betyg 3: 23 poäng

Betyg 4: 33 poäng

Betyg 5: 43 poäng

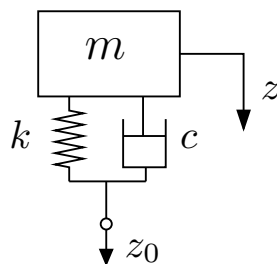
1. Utgå från borstmodellen för ett drivande hjul med konstant normaltryck $dF_z/dx = 30 \text{ kN/m}$ i kontaktytan. Antag att vilozonen är 4 cm resp. 12 cm långa, att vilofriktionen är $\mu_p = 0.9$ och glidfriktionen är $\mu_s = 0.8$. Bestäm den longitudinella kraften F_x . (6 poäng)
2. En bil med massa 1800 kg kör i en uppförsbacke med lutning 2° och håller hastigheten 70 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 $C_D = 0.33$. Friktionskoefficienten mellan däck och underlag är $\mu = 0.9$. Bestäm bromssträckan om bilen bromsas med optimal bromskraftfördelning. (6 poäng)
3. Figuren i bilagan visar hur skillnaden mellan avdriftsvinklarna $\alpha_f - \alpha_r$ beror av a_y/g vid stationära förhållanden.
 - a) Antag att bilen håller konstant hastighet 70 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 . (2 poäng)
 - b) Vad är styrvinkeln om kurvradien är 100 m ? Markera var i figuren du läser av värdet och glöm inte att lämna in figuren. (2 poäng)
 - c) För vilka värden på a_y/g är bilen över- resp understyrd? (2 poäng)
4. 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) Bestäm de naturliga frekvenserna. (3 poäng)

5. Betraktar en dragbil med semitrailer. Dragbilen väger 5000 kg och tyngdpunkten ligger mitt mellan fram- och bakaxeln. Semitrailern väger 30000 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 $C_{\alpha_f} = C_{\alpha_r} = 3.2 \cdot 10^5 \text{ N/rad}$ 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)
6. Betraktar en kvartbilsmodell med en fjädrad massa $m = 450 \text{ kg}$, en fjäder med fjäderkonstant $k = 25 \text{ kN/m}$ och en dämpare med dämpkonstant $c = 2 \text{ kNs/m}$.



Bilen kör på en sinusformad väg med våglängd 20 m och amplitud 5 cm och håller hastigheten 60 km/h . Vilka värden kommer kraften mellan däck och väg att variera mellan?(6 poäng)

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

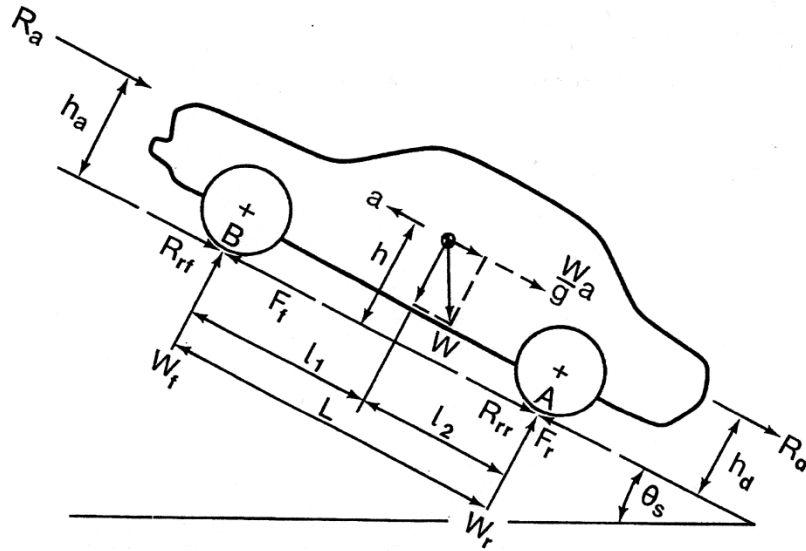
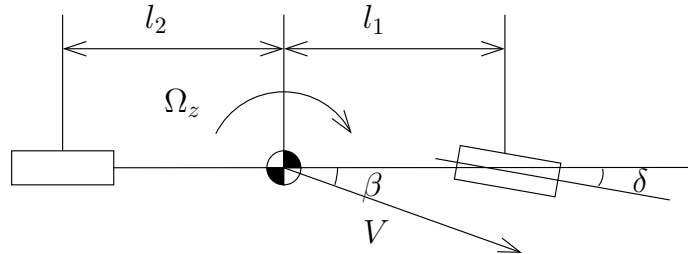


Fig. 3.1 Forces acting on a two-axle vehicle.

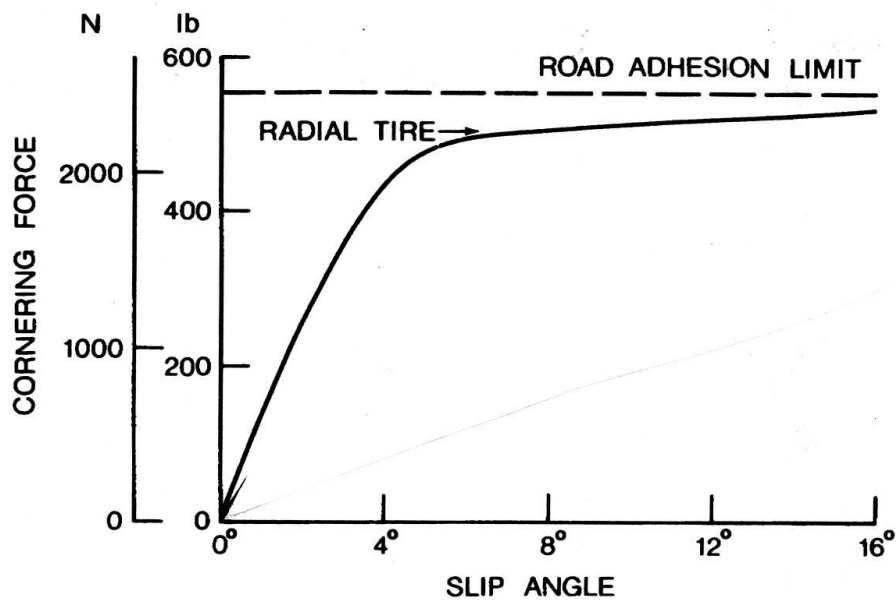
Bilen har massan 1800 kg och kör på en plan väg. Axelavståndet är 2.7 m och tyngdpunkten ligger 1.3 m bakom framaxeln. Givet är: $h_a = h_d = h = 0.5 \text{ m}$, $R_a + R_d = 300 \text{ N}$ och $R_r = R_{rf} + R_{rr} = 250 \text{ N}$. Bilen är framhjulsdreven och friktionskoefficienten på höger resp. vänster framdäck är $\mu_h = 0.7$ resp. $\mu_v = 0.9$. Antag att det är möjligt att reglera momentet på framhjulen individuellt. Bestäm maximal acceleration. (7 poäng)

8. Betrakta följande tvåhjulmodell vid ett transient förlopp



Antag att styrvinkeln δ är 8 grader, $l_1 = 1.4 \text{ m}$, $l_2 = 1.6 \text{ m}$, hastighet 70 km/h , girhastigheten Ω_z är 0.2 rad/s och att vinkeln β 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 $I_z \dot{\Omega}_z$ om samtliga hjul rullar fritt. (7 poäng)

Bilaga

