

Tentamen

TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering
15 mars, 2007, 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. Figuren visar de krafter som verkar på en bil.

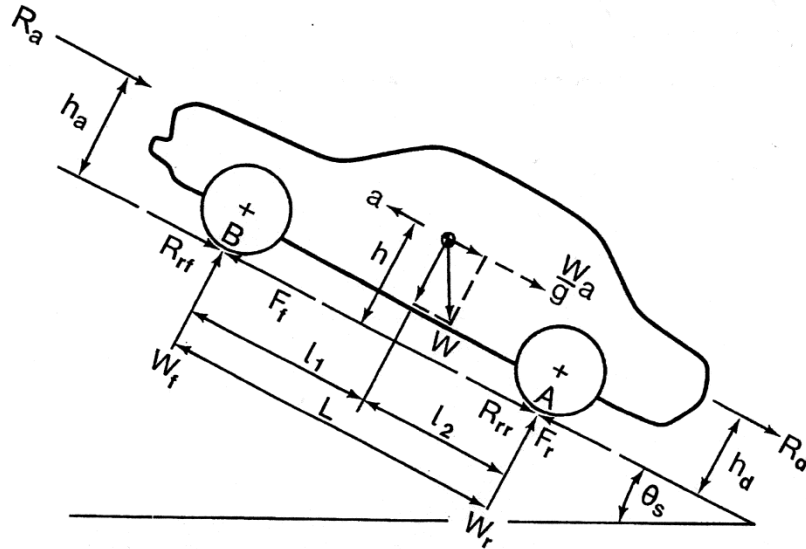


Fig. 3.1 Forces acting on a two-axle vehicle.

Bilen har massan 1700 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 $\mu = 0.8$.

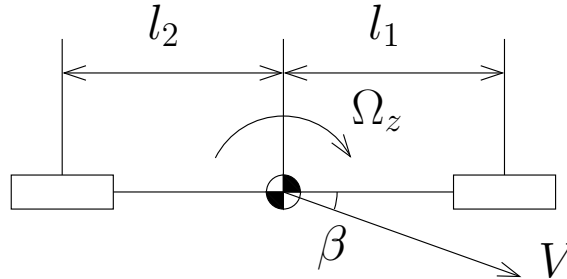
- Antag att den framåtdrivande kraften $F = F_f + F_r$ är känd. Bestäm normalkrafterna W_f och W_r . (3 poäng)
 - Bestäm maximal acceleration om bilen är bakhjulsdriven. (2 poäng)
 - Bestäm maximal acceleration om en massa på 100 kg placeras ovanför bakaxeln. (2 poäng)
2. En bil med massa 1800 kg kör i en uppförsbacke med lutning 1° och håller hastigheten 90 km/h . Antag att summan av rull- och luftmotstånd ges av

$$R_r + R_a = a + bV^2$$

där $a = 200 \text{ N}$ och $b = 0.45 \text{ N s}^2/\text{m}^2$. Hur mycket kommer bilens hastighet att minska på 100 m om man frikopplar? (6 poäng)

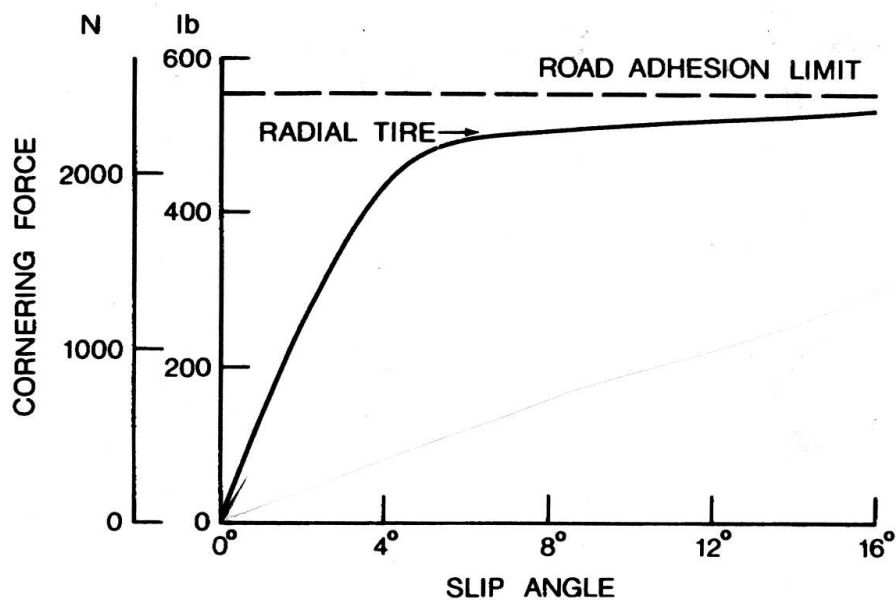
3. Betrakta en bil med massa 1500 kg , axelavstånd 2.7 m och med tyngdpunkten 1.2 m bakom främre hjulaxel.
- Beräkna understyrningsgradienten K_{us} om sidkraftskoefficienterna är $C_{\alpha f} = C_{\alpha r} = 4.5 \cdot 10^4 \text{ N}$. (2 poäng)
 - Beräkna kurvradien R om bilen håller hastigheten 80 km/h med styrvinkeln $\delta_f = 2^\circ$. (3 poäng)
 - Kommer kurvradien öka eller minska om hastigheten ökar och styrvinkeln hålls konstant? (2 poäng)
4. Studerar borstmodellen för ett drivande hjul. Antag att tryckfördelningen är konstant i kontaktytan och att det är olika friktionskoefficienter i viloresp. glidzonen. Givet är: kontaktytans längd $l_t = 14 \text{ cm}$, normalkraften $W = 4000 \text{ N}$, sidstyvheten $k_t = 15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, longitudinellt slipp $i = 3\%$, vilofriktion $\mu_p = 0.8$ och glidfriktion $\mu_s = 0.65$.
- Bestäm hur den framåt drivande kraften per längdenhet dF_x/dx varierar i kontaktytan. (3 poäng)
 - Bestäm den longitudinella kraften F_x . (3 poäng)
5. En bil kör rakt fram med styrvinkeln $\delta_f = 0$. Antag att understyrningskoefficienten K_{us} är känd och att en lateral kraft som verkar i tyngdpunkten läggs till. Redogör för hur bilens girhastighet kommer att ändras beroende på vad understyrningsgradienten K_{us} har för värde. (5 poäng)
6. Figuren i bilagan visar hur skillnaden mellan avdriftsvinklarna $\alpha_f - \alpha_r$ beror av a_y/g vid stationära förhållanden.
- Antag att bilen håller konstant hastighet 80 km/h och att axelsavståndet är 3 m . Rita in en hjälplinje i figuren så att styrvinkeln δ_f kan avläsas givet a_y/g . (3 poäng)
 - Vad är styrvinkeln om $a_y/g = 0.25$? Markera var i figuren du läser av värdet och glöm inte att lämna in figuren. (2 poäng)
 - Är bilen över- eller understyrd om $a_y/g = 0.25$? (1 poäng)

7. Betrakta följande tvåhjulmodell



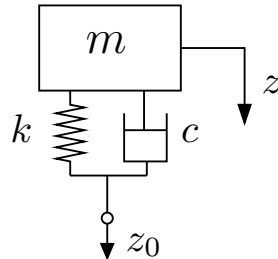
där vi har antagit att styrvinkeln δ_f är noll. Antag att $l_1 = 1.4 \text{ m}$, $l_2 = 1.6 \text{ m}$, girhastigheten Ω_z är noll och att vinkeln β mellan bilens symmetriaxel och hastighetsvektorn är 4 grader.

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. (4 poäng)
- Antag att bakhjulen bromsas med 75% av den maximala bromskraften. Använd friktionsellipsen för att beräkna vad $I_z \dot{\Omega}_z$ blir i detta fall. (3 poäng)

8. Betraktar en kvartbilsmodell med en fjädrad massa $m_s = 400 \text{ kg}$, en fjäder med fjäderkonstant $k = 22 \text{ kN/m}$ och en dämpare med dämpkonstant $c = 18 \text{ kNs/m}$.



Bilen håller hastigheten 90 km/h och kör på en sinusformad väg med våglängd 4 m och amplitud 2 mm . Är Janeways komfortkriterium uppfyllt för den fjädrade massan? (6 poäng)

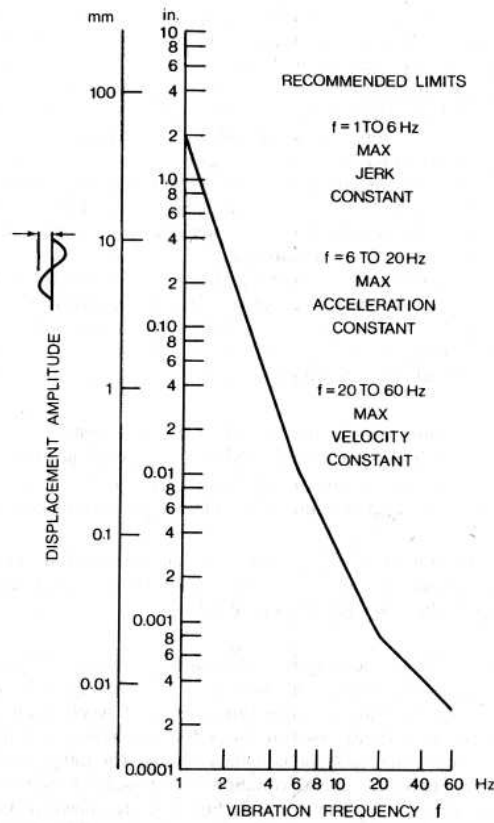


Fig. 7.1 Vertical vibration limits for passenger comfort proposed by Janeway. (Reproduced with permission of the Society of Automotive Engineers from reference 7.3.)

Bilaga

