

# Tentamen

**TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering**  
**14 januari, 2017, kl. 8–12**

Hjälpmedel: Miniräknare.

Ansvarig lärare: Jan Åslund, 281692.

Totalt 50 poäng.

Betygsgränser:

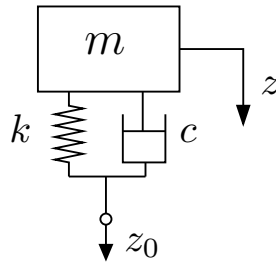
Betyg 3: 23 poäng

Betyg 4: 33 poäng

Betyg 5: 43 poäng

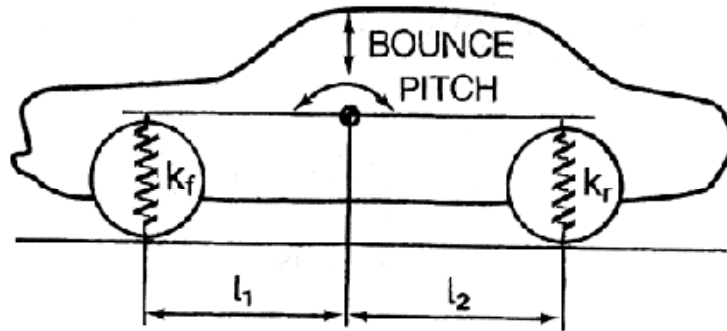


1. Utgå från borstmodellen för ett drivande hjul med konstant normaltryck  $dF_z/dx = 35 \text{ kN/m}$  i kontaktytan och där friktionskoefficienten mellan väg och däck är  $\mu = 0.8$ . Antag att vilo- och glidzonen är  $6 \text{ cm}$  resp.  $8 \text{ cm}$  långa. Bestäm den longitudinella kraften  $F_x$ . (6 poäng)
2. Betraktar en kvartbilsmodell med en fjädrad massa  $m_s = 400 \text{ kg}$ , en fjäder med fjäderkonstant  $k = 25 \text{ kN/m}$  och en dämpare med dämpkonstant  $c = 2 \text{ kNs/m}$ .

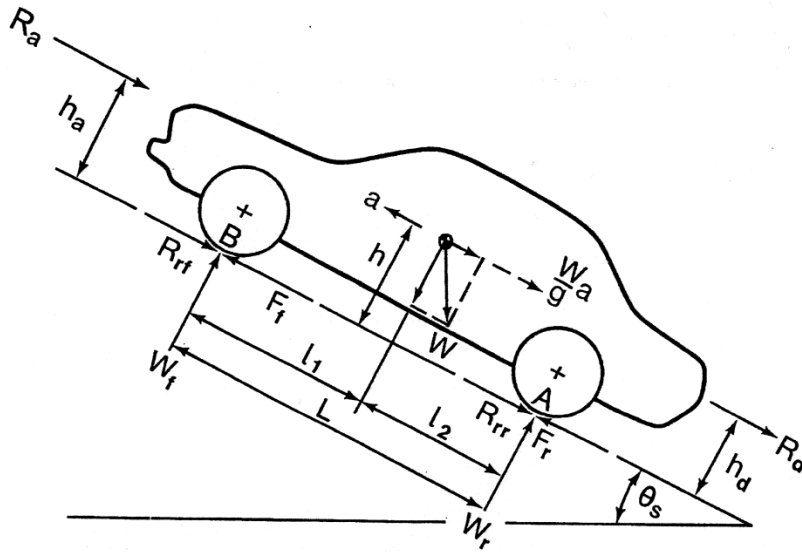


Bilen håller hastigheten  $90 \text{ km/h}$  och kör på en sinusformad väg med våglängd  $15 \text{ m}$  och amplitud  $3 \text{ mm}$ . Bestäm den fjädrade massans amplitud. (6 poäng)

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



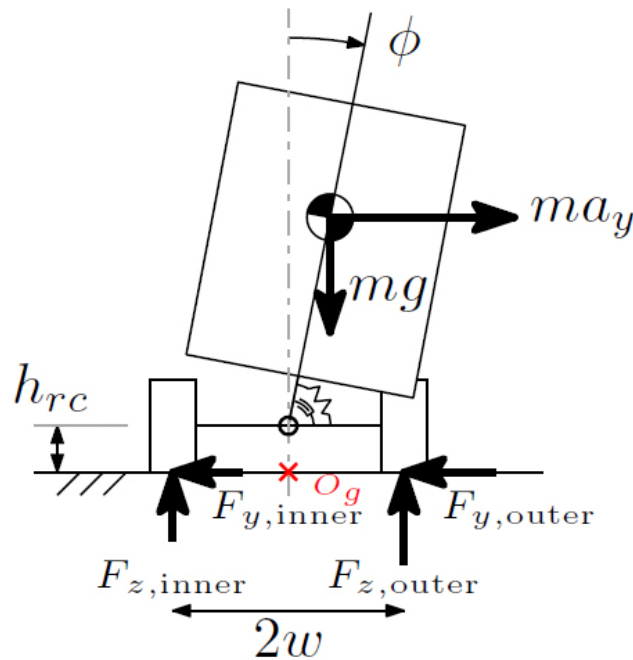
- (a) Ställ upp differentialekvationerna som beskriver bilens rörelser, givet att  $m$ ,  $I_y$  och alla konstanter i figuren är kända. (3 poäng)
- (b) Utgå från a)-uppgiften för att bestämma villkoret för att rörelsen ska kunna delas upp i en vertikal oscillation och en roterande oscillation med centrum i tyngdpunkten. (3 poäng)



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

4. Figuren visar de krafter som verkar på en bil vid en acceleration.  
 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:  $h_a = h_d = h = 0.5 \text{ m}$ ,  $R_a + R_d = 300 \text{ N}$  och rullmotståndet försummas. Friktionskoefficienten mellan däck och underlag är  $\mu = 0.8$ . Bestäm maximal acceleration om bilen är framhjulsdreven. (6 poäng)
5. En bil med massa  $1800 \text{ kg}$  kör i en uppförsbacke med lutning  $1^\circ$  och håller hastigheten  $100 \text{ km/h}$ . Antag att summan av rull- och luftmotstånd ges av  $R_r + R_a = a + bV^2$ , där  $a = 200 \text{ N}$  och  $b = 0.5 \text{ N s}^2/\text{m}^2$ . Hur mycket kommer bilens hastighet att minska på  $50 \text{ m}$  om man frikopplar? (6 poäng)
6. Betraktar en dragbil med semitrailer. Dragbilen väger  $5000 \text{ kg}$  och tyngdpunkten ligger mitt mellan fram- och bakaxeln. Semitrailern väger  $14000 \text{ kg}$  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  $2C_{\alpha f} = 2C_{\alpha r} = 5 \cdot 10^5 \text{ N/rad}$  och för  $2C_{\alpha s} = 1.0 \cdot 10^6 \text{ N/rad}$  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. Figuren i bilagan visar hur lateral kraft beror av avdriftsvinklarna för fram- resp. bakdäcken. Antag att bilen håller konstant hastighet  $70 \text{ km/h}$  och kör på en cirkel med radien  $80 \text{ m}$ . Axelavstånd är  $L = 2.8 \text{ m}$  och tyngdpunkten ligger  $1.3 \text{ m}$  bakom framaxeln. Bilens massa är  $1800 \text{ kg}$ .  
Bestäm styrvinkeln. Markera i figuren vilka värden du läser av och glöm inte att lämna in figuren. (7 poäng)
8. Betrakta följande modell av en lastbil sedd bakifrån vid en vänstersväng.



Den övre delen väger  $m = 1.7 \cdot 10^4 \text{ kg}$  och sitter ihop med den nedre delen i en led med en torsionfjädring som ger ett moment

$$T = K_\phi \phi + D_\phi \dot{\phi}$$

där  $K_\phi = 1.4 \cdot 10^6 \text{ Nm/rad}$ ,  $D_\phi = 1.28 \cdot 10^5 \text{ Nms/rad}$ . Massan för den nedre delen kan försummas. Vidare gäller att  $h_{rc} = 0.6 \text{ m}$ ,  $w = 1.0 \text{ m}$  i figuren och att tyngdpunkten ligger på höjden  $h_{cg} = 1.4 \text{ m}$  ovanför marken.

Antag stationär kurvtagning med en kurvradie  $R = 80 \text{ m}$ . Vad är den högsta hastigheten som lastbilen kan hålla utan att inre hjulet tappar kontakt med underlaget? Ni kan göra approximationerna  $\sin \phi \approx \phi$  och  $\cos \phi \approx 1$ . (7 poäng)



## Bilaga

Lateral kraft per däck, ej per däckpar, som funktion av avdriftsvinklarna:

