

# Tentamen

**TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering**  
**13 januari, 2024, kl. 14–18**

Hjälpmedel: Miniräknare.

Ansvarig lärare: Jan Åslund, 0730886188.

Totalt 50 poäng.

Betygsgränser:

Betyg 3: 23 poäng

Betyg 4: 33 poäng

Betyg 5: 43 poäng



1. En bil med massa  $2000 \text{ kg}$  kör i en uppförsbacke med lutning  $1^\circ$  och håller hastigheten  $80 \text{ km/h}$ . Antag att summan av rull- och luftmotstånd ges av

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

där  $a = 250 \text{ N}$  och  $b = 0.5 \text{ N s}^2/\text{m}^2$ . Hur mycket kommer bilens hastighet minska på  $80 \text{ m}$  om man frikopplar? (6 poäng)

2. 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  $1800 \text{ kg}$ .

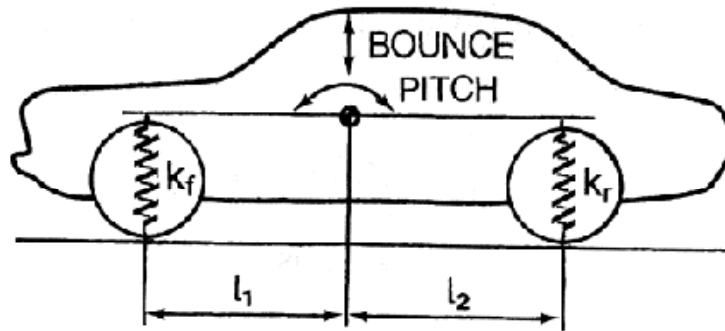
Bestäm styrvinkeln. Markera i figuren vilka värden du läser av och glöm inte att lämna in figuren. (6 poäng)

3. Betraktar en bil med massa  $1800 \text{ kg}$ , axelavstånd  $2.7 \text{ m}$  och med tyngdpunkten  $1.4 \text{ m}$  bakom främre hjulaxeln. Sidkraftskoefficienterna är  $C_{\alpha_f} = C_{\alpha_r} = 4.5 \cdot 10^4 \text{ N}$

a) Beräkna understyrningsgradienten  $K_{us}$ . (3 poäng)

b) Beräkna den laterala accelerationen  $a_y$  om bilen håller hastigheten  $60 \text{ km/h}$  med styrvinkeln  $\delta_f = 3^\circ$ . (3 poäng)

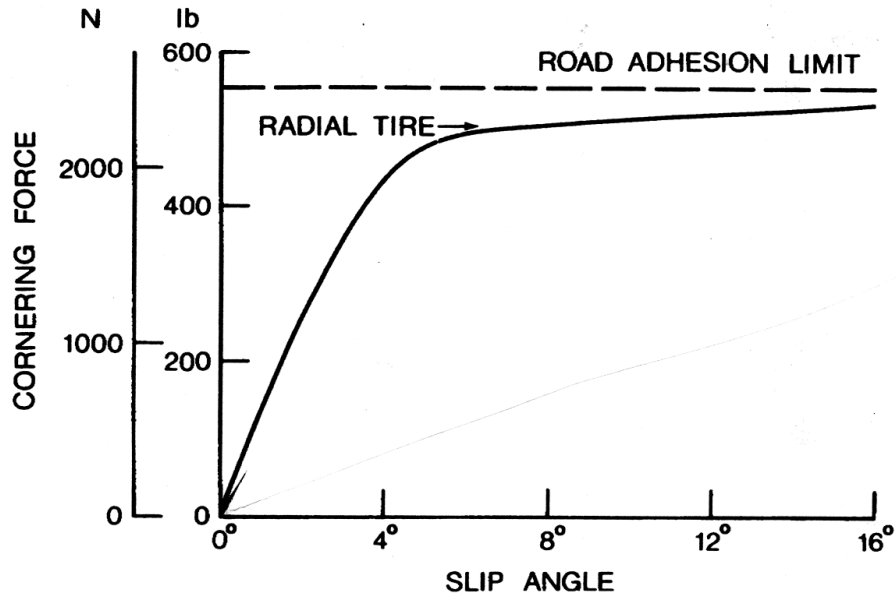
4. Figuren visar en modell med två frihetsgrader för att studera hopp- och nickrörelser.



(a) Ställ upp differentialekvationerna som beskriver bilens rörelser, givet att massa  $m_s$ , tröghetsmoment  $I_y$  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)

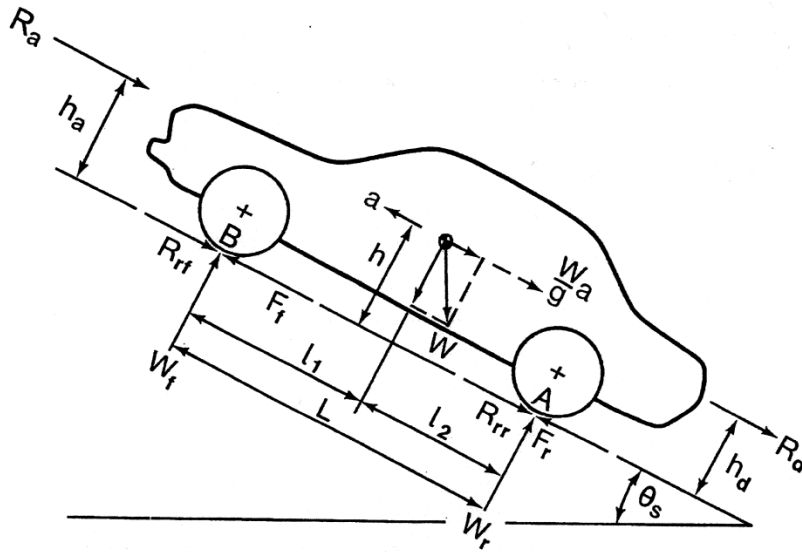
5. Sidkraften för ett fritt rullande däck som en funktion av avdriftsvinkeln ges av följande figur



Den maximala longitudinella kraften när hjulet rullar rakt fram är 3500 N. Antag att avdriftsvinkeln är 6° och att bilen bromsas med kraften  $F_x = 1000$  N. Använd friktionsellipsen för att bestämma den laterala kraften. (6 poäng)

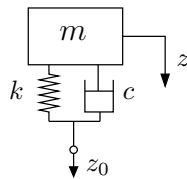
6. Figuren visar de krafter som verkar på en bil vid en acceleration.

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:  $h_a = h_d = h = 0.5$  m,  $R_a + R_d = 350$  N och rullmotståndet försummas. Friktionskoefficienten mellan däck och underlag är  $\mu = 0.4$ . Bestäm maximal acceleration om bilen är framhjulsdreven. (6 poäng)



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

7. Studera borstmodellen för ett drivande hjul. Antag att tryckfördelningen är parabelformad i kontaktytan. Givet är: kontaktytans längd  $l_t = 14 \text{ cm}$ , normalkraften  $W = 4500 \text{ N}$ , sidstyvheten  $k_t = 14 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ , longitudinellt slipp  $i = 5\%$ . Friktionkoefficienten är  $\mu_p = 0.8$ .
- Bestäm hur den framåt drivande kraften per längdenhet  $dF_x/dx$  varierar i kontaktytan. (3 poäng)
  - Bestäm den longitudinella kraften  $F_x$ . (4 poäng)
8. Följande figur visar en kvartsbilsmodell:



Antag att den fjädrade massan är  $m = 500 \text{ kg}$ , fjädern har fjäderkonstanten  $k = 25 \text{ kN/m}$  och dämparen dämpkonstanten  $c = 2 \text{ kNs/m}$ . Bilen kör på en plan väg men vid tiden  $t = 0$  kommer den fram till en ramp med lutning  $4^\circ$ . Bestäm acceleration  $\ddot{z}$  direkt efter att den har kommit fram.

Ledtråd: Använd begynnelsevärdessatsen:  $f(0^+) = \lim_{s \rightarrow \infty} sF(s)$  och att en ramp ges av  $z_0 = A/s^2$  för någon konstant  $A$ . (7 poäng)



## Bilaga

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

