

# 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  $1800 \text{ kg}$ .

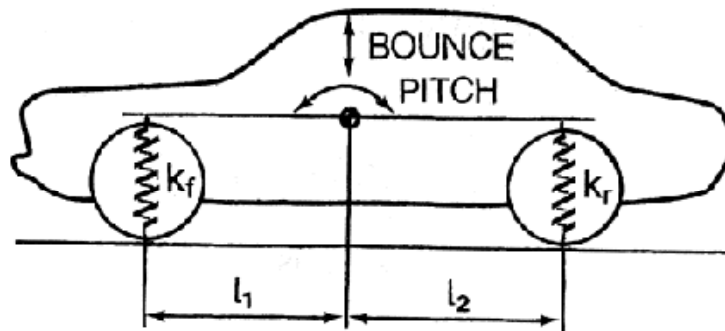
Bestäm styrvinkeln. Markera i figuren vilka värden du läser av och glöm inte att lämna in figuren. (6 poäng)

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)

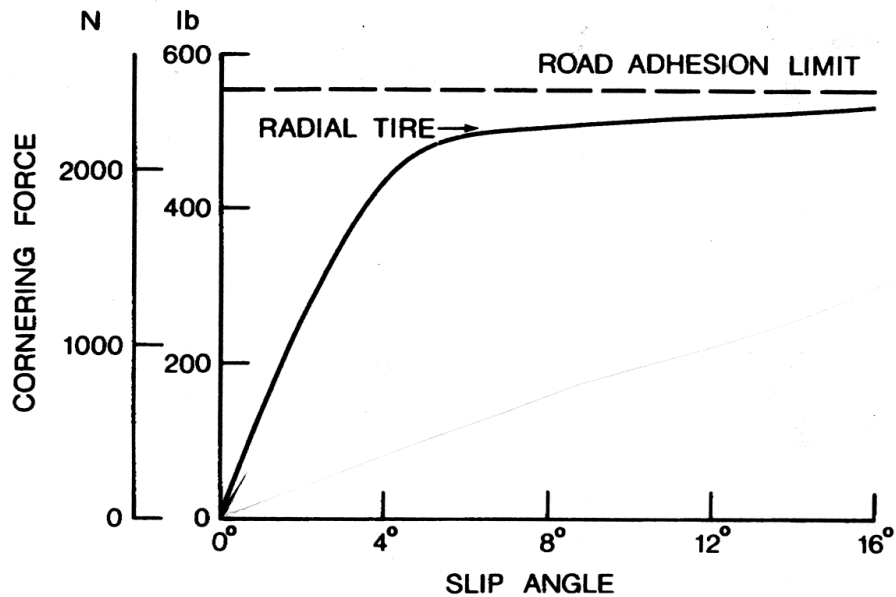
b) Beräkna den laterala accelerationen  $a_y$  om bilen håller hastigheten  $60 \text{ km/h}$  med styrvinkeln  $\delta_f = 3^\circ$ . (3 poäng)

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)

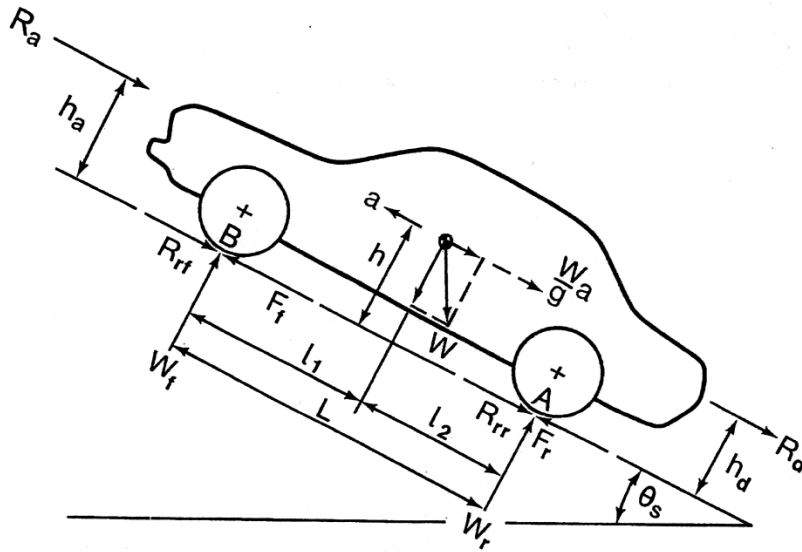


5. Sidkraften för ett fritt rullande däck som en funktion av avdriftsvinkeln ges av följande figur

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

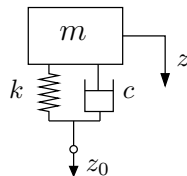
6. Figuren visar de krafter som verkar på en bil vid en acceleration.

Bilen har massan  $1800\text{ kg}$  och kör på en plan väg. Axelavståndet är  $2.7\text{ m}$  och tyngdpunkten ligger  $1.3\text{ m}$  bakom framaxeln. Givet är:  $h_a = h_d = h = 0.5\text{ m}$ ,  $R_a + R_d = 350\text{ N}$  och rullmotståndet försummas. Friktionskoefficienten mellan däck och underlag är  $\mu = 0.4$ . Bestäm maximal acceleration om bilen är framhjulsdriven. (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 med hastigheten  $5 \text{ km/h}$  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:

