

Tentamen

TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering
14 januari, 2023, 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. Studera borstmodellen för ett drivande hjul. Antar att tryckfördelningen är konstant 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 i vilozonen är $\mu_p = 0.8$ och i glidzonen är den $\mu_s = 0.6$

 - a) Bestäm hur den framåtdrivande kraften per längdenhet dF_x/dx varierar i kontaktytan. (3 poäng)
 - b) Bestäm den longitudinella kraften F_x . (3 poäng)
2. Figuren visar de krafter som verkar på en bil vid en acceleration.

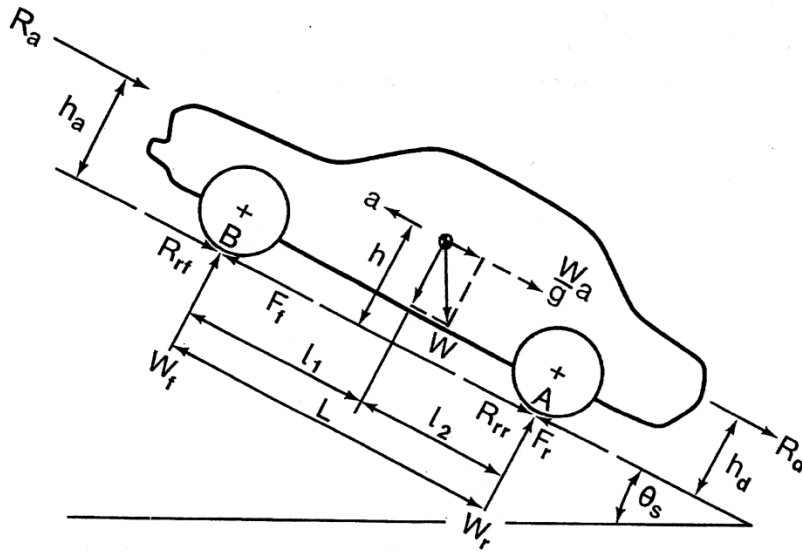
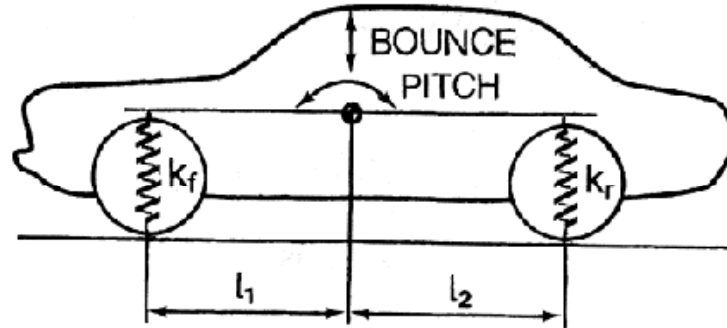


Fig. 3.1 Forces acting on a two-axle vehicle.

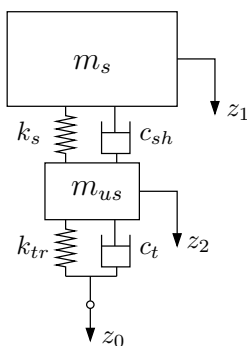
Bilen har massan 1800 kg och kör på en plan väg. Axelavståndet är 2.7 m och tyngdpunkten ligger 1.3 m bakom framaxeln. Givet är: $h_a = h_d = h = 0.5 \text{ m}$, $R_a + R_d = 350 \text{ N}$ och rullmotståndet försummas. Friktionkoefficienten mellan däck och underlag är $\mu = 0.9$. Bestäm maximal acceleration om bilen är bakhjulsdriven. (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)
4. En bil med massa 1800 kg kör i en uppförsbacke med lutning 2° och håller hastigheten 70 km/h . Följande är givet: Luftmotståndet $R_a = 300 \text{ N}$ och rullmotståndet kan försummas.
- a) Bestäm bilens acceleration om den framåt drivande kraften från hjulen är $F_x = 2000 \text{ N}$. (3 poäng)
- b) Bestäm bromssträcken om bilen bromsas med en konstant kraft $F_b = 9000 \text{ N}$ och luft- och rullmotstånd försummas. (3 poäng)
5. 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 axelsavståndet är 3 m . Rita in en hjälplinje i figuren så att styrvinkeln δ_f kan avläsas givet a_y/g . (3 poäng)
- b) Vad är styrvinkeln om $a_y/g = 0.5$? Markera var i figuren du läser av värdet och glöm inte att lämna in figuren. (3 poäng)

6. Betrakta en bil med massa 1800 kg , axelavstånd 2.7 m och med tyngdpunkten 1.3 m bakom främre hjulaxeln. Sidkraftskoefficienterna är $C_{\alpha f} = C_{\alpha r} = 4.8 \cdot 10^4 \text{ N}$
- Beräkna understyrningsgradienten K_{us} . (3 poäng)
 - Beräkna girhastigheten om bilen håller hastigheten 50 km/h med styrvinkeln $\delta_f = 2^\circ$. (3 poäng)
7. Betrakta en tvåhjulmodell där avståndet mellan tyngdpunkten och fram- resp. bakaxeln är $l_1 = 1.4 \text{ m}$ resp. $l_2 = 1.5 \text{ m}$. Sidkraftskoefficienterna är $2C_{\alpha f} = 90000 \text{ N}$ och $2C_{\alpha r} = 95000 \text{ N}$ och bilen håller hastigheten 60 km/h .
- Antag att bilen initialt kör rakt fram och att man sedan lägger på en lateral kraft $F_y = 4000 \text{ N}$ vid bakhjulet och att föraren direkt kompenserar genom att vrida ratten så att bilen inte börjar rotera. Bestäm bilens laterala hastighet efter ett kort insvängningsförlopp. Kan anta att samtliga vinklar är små. (7 poäng)
8. Betrakta följande kvartbilsmodell



där $k_{tr} = 180 \text{ kN/m}$, $k_s = 30 \text{ kN/m}$, $c_t = c_{sh} = 0$, $m_{us} = 50 \text{ kg}$ och $m_s = 500 \text{ kg}$. Antag att bilen kör på en plan väg och plötsligt kör över en skarp kant med höjd 2 cm . Vad blir acceleration för den fjädrade respektive den ofjädrade massan direkt efter stöten? Ledtråd: Använd begynnelsevärdessatsen: $f(0^+) = \lim_{s \rightarrow \infty} sF(s)$ (7 poäng)

Bilaga

