

Tentamen

TSFS 02 Fordonsdynamik med reglering
20 augusti, 2007, kl. 8–12

Hjälpmedel: Miniräknare.

Ansvarig lärare: Per Öberg, 282369.

Totalt 50 poäng.

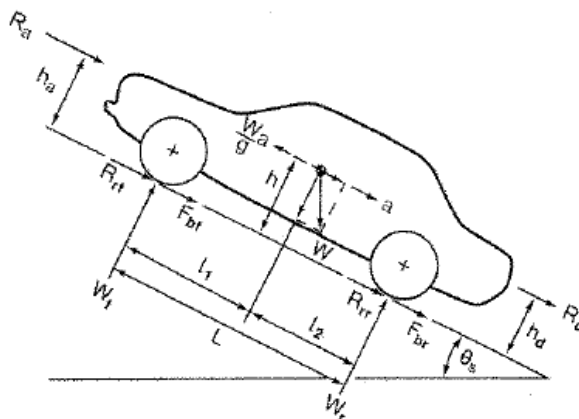
Betygsgränser:

Betyg 3: 23 poäng

Betyg 4: 33 poäng

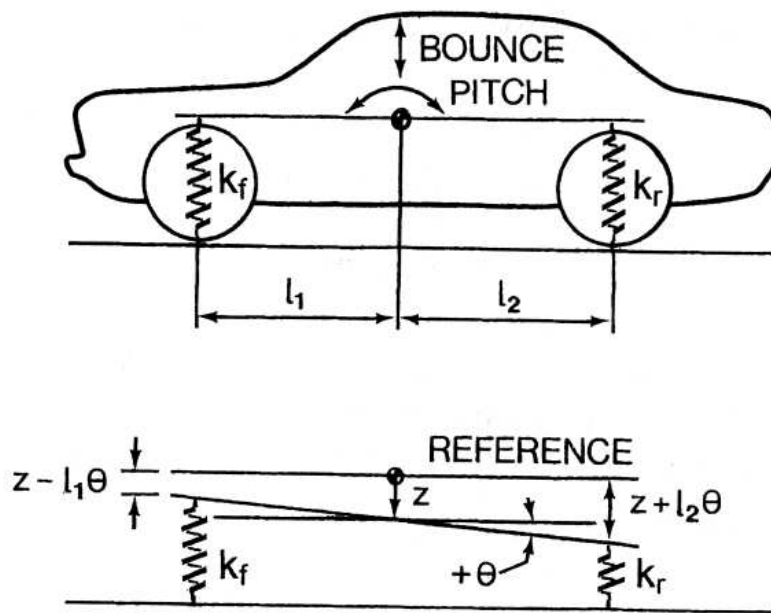
Betyg 5: 43 poäng

- En bil med massa 1800 kg kör i en uppförsbacke med lutning 3° och med en motvind på 5 m/s . Rullmotståndskoefficienten är $f_r = 0.014$ och luftmotståndet ges av $R_a = \rho C_D A_f V_r^2 / 2$, där $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$, $A_f = 2.0 \text{ m}^2$ och $C_D = 0.35$.
 - Bestäm bilens stationära hastighet om den framåt drivande kraften från hjulen är $F_x = 2000 \text{ N}$. (3 poäng)
 - Bestäm bromssträckan om bilen bromsas med en konstant kraft $F_b = 10000 \text{ N}$ om bilen initialt håller samma hastighet som i a)-uppgiften och luft- och rullmotstånd försummas. (4 poäng)
- Betrakta en bil med massa 1600 kg , axelavstånd 2.7 m och med tyngdpunkten 1.3 m bakom främre hjulaxeln. Sidkraftskoefficienterna är $C_{\alpha f} = C_{\alpha r} = 4.5 \cdot 10^4 \text{ N}$
 - Beräkna understyrningsgradienten K_{us} . (2 poäng)
 - Beräkna girhastigheten om bilen håller hastigheten 50 km/h med styrvinkeln $\delta_f = 3^\circ$. (3 poäng)
 - Kommer girhastigheten öka eller minska om en extra massa placeras ovanför bakaxeln och hastigheten och styrvinkeln hålls konstant? Motivera ditt svar. (2 poäng)
- Figuren visar krafterna som verkar på en bil under inbromsning.



- Bestäm normalkrafterna W_f och W_r givet att W , l_1 , l_2 och $F_b = F_{bf} + F_{br}$ är kända och att vi försummar rullmotståndet och antar att $h_a = h_d = h$. (3 poäng)
- Antag att $l_1 = 1.3 \text{ m}$, $l_2 = 1.4 \text{ m}$, $W = 18 \text{ kN}$, $h = 0.5 \text{ m}$ och att friktionskoefficienten mellan däck och underlag är $\mu = 0.9$. Bestäm fördelningen mellan bromskraften fram och bromskraften bak så att bakhjulen och framhjulen låser sig samtidigt. (3 poäng)

4. Figuren i bilagan visar hur $\alpha_f - \alpha_r$ beror av a_y/g . Bilen kör i en cirkel med konstant kurvradie $R = 100 \text{ m}$ och axelavståndet är 3 m .
- Rita in en hjälplinje så att styrvinkeln δ_f kan avläsas i figuren. (2 poäng)
 - Vad är styrvinkeln om bilen håller hastigheten 50 km/h ? Markera var i figuren du läser av värdet och lämna in bilagan. (2 poäng)
 - Är bilen under- eller överstyrd vid hastigheten 50 km/h ? (2 poäng)
5. Förklara hur friktionsellipsen konstrueras och används. (6 poäng)
6. Figuren visar en modell med två frihetsgrader för att studera hopp- och nickrörelser.



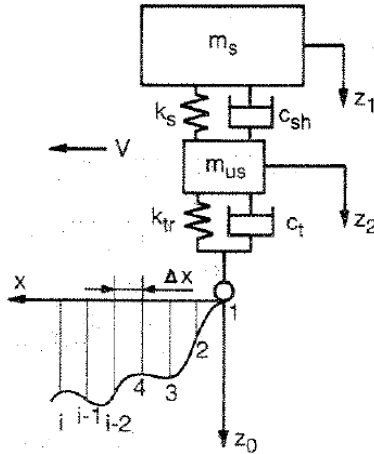
Givet är $k_f = 35 \text{ kN/m}$, $k_r = 38 \text{ kN/m}$, $l_1 = 1.3 \text{ m}$, $l_2 = 1.5 \text{ m}$, bilens massa $m_s = 2100 \text{ kg}$ och bilens tröghetsmoment $I_y = 3700 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Differentialekvationerna som beskriver bilens rörelser är

$$m_s \ddot{z} + k_f(z - l_1\theta) + k_r(z + l_2\theta) = 0$$

$$I_y \ddot{\theta} - k_f l_1(z - l_1\theta) + k_r l_2(z + l_2\theta) = 0$$

- Bestäm de naturliga frekvenserna. (3 poäng)
- Bestäm var oscillationscentrum ligger för de två frekvenserna. (3 poäng)

7. Figuren visar en kvartsbilsmodell med en fjädrad och en ofjädrad massa.



- a) Ställ upp differentialekvationerna för z_1 och z_2 , givet att funktionen z_0 är känd. (3 poäng)
- b) Antag att z_0 harmonisk svängning med amplitud Z_0 och vinkelhastighet ω . Bestäm förstärkningen Z_1/Z_0 där Z_1 är den fjädrade massans amplitud och dämpningen försummas. (3 poäng)
8. I boken antas att normaltrycket i kontaktytan är konstant. Antag nu istället att tryckfördelningen är parabelformad, d.v.s.

$$\frac{dF_z}{dx} = ax^2 + bx + c$$

och att normaltrycket är noll i början och slutet av kontaktytan. Givet är normalkraften $W = 4000 \text{ N}$, längden på kontaktytan $l_t = 12 \text{ cm}$, sidstyvheten $k_t = 15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, friktionskoefficienten $\mu_p = 0.9$ och det longitudinella slippet $i = 2\%$.

- a) Bestäm längden på vilozonen. (3 poäng)
- b) Bestäm den longitudinella kraften F_x . (3 poäng)

Bilaga

