a) Es gelten die Anfangsbedingungen für die Fahrzeuge A und B

$$x_A(t=0) = x_B(t=0) = 0$$

$$v_A(t=0) = v_B(t=0) = 0$$

mit den angegebenen Beschleunigungen

$$a_A = a_0 = 3{,}1\,ms^{-2} \quad \text{und} \quad a_B = k \cdot t = 1{,}5\,ms^{-3} \cdot t$$

erhält man nach zweimaliger Integration:

$$v_A = a_0 \cdot t \quad , \quad x_A = \frac{1}{2} a_0 \cdot t^2$$

$$v_B = \frac{1}{2} k \cdot t^2 \quad , \quad x_B = \frac{1}{6} k \cdot t^3$$

am gemeinsamen Ort x_1 nach t_1 Sekunden gilt:

$$\frac{1}{2} a_0 \cdot t_1^2 = \frac{1}{6} k t_1^3 \Rightarrow \underline{t_1 = 3 \frac{a_0}{k}} = \underline{6{,}2\,s}$$

$$\underline{x_1} = \frac{1}{2} a_0 \cdot t_1^2 = \underline{59{,}6\,m}$$

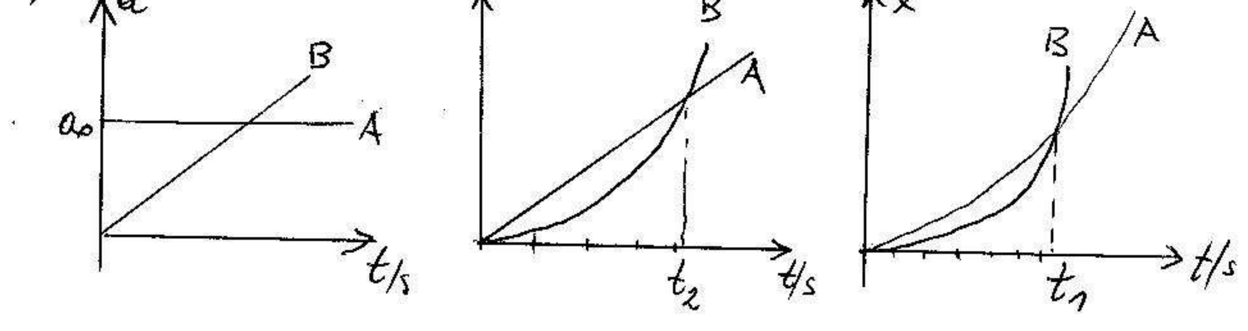
b) Für die Geschwindigkeiten nach t_1 Sekunden erhält man:

$$\underline{v_A(t_1)} = a_0 \cdot t_1 = \underline{19{,}22\,m/s} \quad , \quad \underline{v_B(t_1)} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot t_1^2 = \underline{28{,}83\,m/s}$$

c) Gleichsetzen der Geschwindigkeiten nach t_2 Sekunden gibt:

$$a_0 \cdot t_2 = \frac{1}{2} k \cdot t_2^2 \Rightarrow \underline{t_2 = \frac{2 a_0}{k}} = \underline{4{,}13\,s}$$

d)



a) Für den Massenpunkt gilt der Energieerhaltungssatz:

$$E_{pot}(1) = E_{kin}(2) \quad , \quad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v_1^2$$

mit $h = l(1 + \sin 35°) \rightarrow \underline{v_1} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \underline{4{,}97\,m/s}$

b) Die kinetische Energie in (2) wird vollständig in Federspannarbeit umgewandelt: $\frac{1}{2} k \cdot s_1^2 = \frac{1}{2} m v_1^2$

$$\rightarrow \underline{s_1} = v_1 \sqrt{\frac{m}{k}} = \underline{2{,}98\,cm}$$

c) Die maximale Beschleunigung von m tritt bei der max. Stauchung der Feder auf: $F_{max} = k \cdot s_1$

$$\underline{a_{max}} = \frac{F_{max}}{m} = \frac{k \cdot s_1}{m} = \underline{828{,}3\,m s^{-2}} \approx 84 \cdot g!$$

d) Eine genaue Untersuchung des Vorgangs wird durch die Beschreibung der Drehung der Stange um D erreicht.

- Energieerhaltung: $E_{pot}(1) = E_{rot}(2) = \frac{1}{2} J_{Ges} \cdot \omega^2$
  mit dem Massenträgheitsmoment $J_{Ges} = m l^2 + \frac{1}{3} m_{st} \cdot l^2$
- Mit der Winkelgeschwindigkeit ω erhält man die Auftreffgeschwindigkeit $v_2 = l \cdot \omega$
- analog zu b) berechnet man die Federstauchung s_2
  $(s_2 > s_1)$

a) Für die reibungsfreie, freie Drehschwingung gilt:

$$\underline{\ddot{\beta} + \frac{k^*}{J}\cdot\beta = 0}\quad, \text{ mit } \omega_0 = \sqrt{\frac{k^*}{J}} = 13{,}1\ s^{-1}$$

daraus folgt $\underline{T_0} = \frac{2\pi}{\omega_0} = \underline{13{,}1 s}$

Das Massenträgheitsmoment J ist gleich der Summe von

$J_{Scheibe} + J_{Würfel}$: $J = \frac{1}{2} m_z \cdot r_S^2 + m_W \cdot r_W^2 = 7 \cdot 10^{-3}\ kgm^2$

b) In den Umkehrpunkten der Drehschwingung wirkt die maximale Trägheitkraft auf den Würfel:

$$F_T = m_W \cdot a_{max} = m_W \cdot r_W \cdot \ddot{\beta}_{max} = m_W \cdot r_W \cdot \omega_0^2 \cdot \hat{\beta}_{Krit}$$

Gleichsetzen mit der Haftreibungskraft $F_R = \mu \cdot m_W \cdot g$ gibt:

$m_W \cdot r_W \cdot \omega_0^2 \cdot \hat{\beta}_{Krit} = \mu \cdot m_W \cdot g$ gibt für $\hat{\beta}_{Krit}$:

$$\underline{\hat{\beta}_{Krit}} = \frac{\mu \cdot g}{r_W \cdot \omega_0^2} = \underline{0{,}49\ rad\quad (28°)}$$

c) Die Drehwinkelamplitude nimmt exponentiell ab:

$$\frac{\beta(5\cdot T_0)}{\beta_0} = e^{-\delta \cdot 5 \cdot T_0} = 0{,}7 \qquad (T_d \approx T_0)$$

daraus folgt $\ln 0{,}7 = -5 \cdot \delta \cdot T_0$ und $\delta = 0{,}149\ s^{-1}$

und der Dämpfungsgrad $\underline{D} = \frac{\delta}{\omega_0} = \underline{0{,}0113}$

a) Im Abstand $r_1 = 100\,m$ gilt für den Schallpegel:

$$L_1 = 75\,dB = 10\,dB \cdot \lg \frac{I_1}{10^{-12}\,W \cdot m^{-2}}$$

auflösen nach I_1 gibt: $\underline{I_1 = 3{,}16 \cdot 10^{-5}\,W \cdot m^{-2}}$

b) 5 Sekunden später hat das Auto den Weg $s = v_A \cdot 5\,s = 80\,m$ zurückgelegt. Es befindet sich dann im Abstand $r_2 = 20\,m$ vom Empfänger.

Für die Schallintensitäten gilt dann („Punktquelle"):

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \quad \text{und} \quad \underline{I_2 = 7{,}9 \cdot 10^{-4}\,W \cdot m^{-2}}$$

Der Schallintensitätspegel in r_2 ist dann:

$$\underline{L_2 = 10\,dB \cdot \lg \frac{I_2}{I_0} = 89\,dB}$$

c) Beim Dopplereffekt mit bewegtem Sender gilt:

$$f = f_0 \frac{1}{1 - v/c},$$

die Frequenz ist also um $\underline{\frac{f}{f_0}} = \frac{1}{1 - \frac{16}{340}} = \underline{1{,}049}$ erhöht