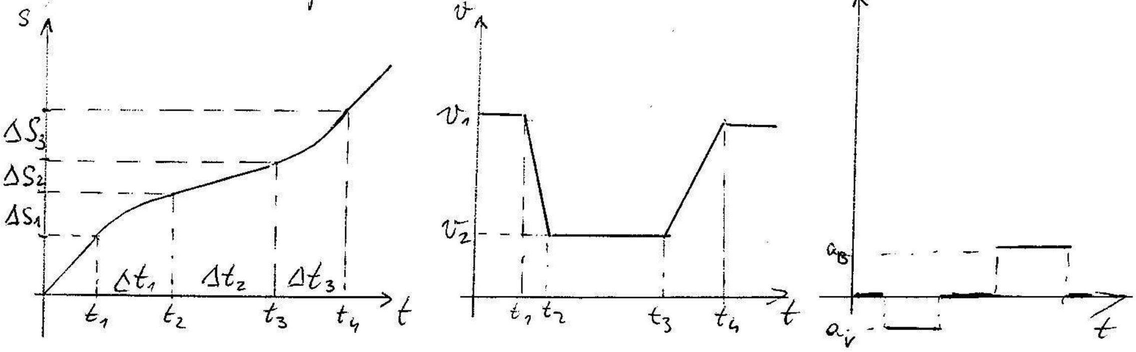
Lösungsvorschlag: A1

a) Kinemat. Diagramme (qualitativ):



b) für die 3 Zeitschritte mit Baustelle gilt mit $v_1 = 26{,}39\,m/s$
$v_2 = 8{,}\dot{3}\,m/s$

$$\Delta t_1 = \frac{v_2 - v_1}{a_V} = 51{,}6\,s, \quad \Delta t_2 = \frac{350\,m}{v_2} = 42\,s$$

$$\Delta t_3 = \frac{v_1 - v_2}{a_B} = 72{,}3\,s \quad \Rightarrow \Delta t = 165{,}9\,s$$

ohne Baustelle mit Geschwindigkeit v_1 gilt:

$$\Delta S_1 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot a_V} = 895{,}6\,m, \quad \Delta S_3 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 a_B} = 1253{,}8\,m$$

$$\Delta S_2 = 350\,m \quad \Rightarrow \Delta S = 2499{,}4\,m$$

damit $\Delta t' = \frac{\Delta s}{v_1} = 94{,}7\,s$; Verspätung: 71,2 s

---

Lösungsvorschlag A2

a) $P_{el} = 1{,}5\,MW = 0{,}59 \cdot P_{mech} = 0{,}59 \cdot \frac{1}{2}\dot{m} \cdot v^2 = 0{,}59 \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \underbrace{A}_{r^2\pi} \cdot v \cdot \frac{v^2}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow r = \left(\frac{2 \cdot P_{el}}{0{,}59} \cdot \frac{1}{\rho \cdot \pi \cdot v^3}\right)^{1/2} = \frac{3 \cdot 10^6\,W}{0{,}59 \cdot 1{,}25\,kg\,m^{-3} \cdot \pi \cdot 8{,}\dot{3}^3\,m^3} \frac{s^3}{} = \underline{\underline{45{,}9\,m}}$$

b) Volumenstrom: $\underline{\underline{\dot{V} = A \cdot v}} = \underline{\underline{54{,}56 \cdot 10^3\,m^3/s}}$

Lösungsvorschlag A3

a) $E_{rot,0}$ von Scheibe plus Auto ruhend: $E_{rot,0} = \frac{1}{2} J \omega_0^2$

$J = J_{Scheibe} + m_A \cdot r^2 = 0{,}22\,kgm^2$ (Auto ist Punktmasse)

$\underline{E_{rot,0}} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}22\,kgm^2 \left(2\pi \frac{1}{4{,}5\,s}\right)^2 = \underline{0{,}214\,J}$

b) Kein äußeres Drehmoment $\Rightarrow$ Drehimpuls erhalten (konst.)

$L_{Scheibe+Auto}\big|_{vor} = (L_{Scheibe} + L_{Auto})_{nach}$

da ω_1 von Auto größer $\rightarrow$ muss ω_A von Scheibe kleiner sein

c) Gleichsetzen der Drehimpulse vor und nach Einschalten:

$(J_S + m_A \cdot r^2) \cdot \frac{2\pi}{T_0} = J_S \cdot \omega_{S1} + m_A r^2 \cdot \frac{2\pi}{T_1}$

$0{,}22\,kgm^2 \cdot 1{,}4\,s^{-1} = 0{,}2\,kgm^2 \cdot \omega_{S1} + 0{,}08\,kg \cdot 0{,}25\,m^2 \cdot \frac{2\pi}{1{,}5\,s}$

$\longrightarrow \underline{\omega_{S1} = 1{,}116\,s^{-1}}$

d) Die kinet. Energie "nach" ist:

$\underline{E_{rot,1}} = \frac{1}{2} J_S \omega_{S1}^2 + \frac{1}{2} J_A \cdot \omega_{A,1}^2 = \underline{0{,}3\,J} > E_{rot,0}$

Lösungsvorschlag A4

a) Kinet. Energie: $\underline{E_{kin}} = E_{trans} + E_{rot} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J_S \omega^2 = \frac{1}{2} m \dot{y}^2 + \frac{1}{4} m r^2 \left(\frac{\dot{y}}{r}\right)^2 =$

$= \underline{\frac{1}{2} m \dot{y}^2 + \frac{1}{2} m \dot{y}^2 = \frac{3}{4} m \dot{y}^2}$

potent. Energie (Feder): $\underline{E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y^2}$

b) Energieerhaltung: $E_{kin} + E_{pot} = E_{Ges} = \text{konst.}$

$\frac{d}{dt}(E_{ges}) = \frac{3}{4} m \cdot 2 \cdot \dot{y} \cdot \ddot{y} + \frac{1}{2} k \cdot 2 \cdot y \cdot \dot{y} = 0 \Rightarrow \underline{\ddot{y} + \frac{2k}{3m} \cdot y = 0}$

d) ohne Rollen (gleiten): $\underline{T_G} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \underline{2{,}565\,s}$

c) $\omega_0^2 = \frac{2k}{3m} = 4\,s^{-2}$, $\underline{T_R = \pi\,s}$

Lösungsvorschlag: A5

a) Die Intensität der ebene Ultraschallwelle

$$\underline{\underline{I}} = \frac{1}{2}\rho\cdot\hat{y}^2\cdot\omega^2\cdot c = w\cdot c = 0{,}03\,J\cdot m^{-3}\cdot 340\,ms^{-1} = \underline{\underline{10{,}2\,Wm^{-2}}}$$

b) Daraus erhält man die Amplitude

$$\underline{\underline{\hat{y}}} = \sqrt{\frac{2\cdot w}{\rho\cdot\omega^2}} = \underline{\underline{1{,}144\cdot 10^{-6}\,m}}$$

die maximale Schnelle $\underline{\underline{\hat{v}}} = \omega\cdot\hat{y} = 2\pi\cdot 3\cdot 10^4\,Hz\cdot\hat{y} = \underline{\underline{0{,}2156\,ms^{-1}}}$

c) Mit der Wellenlänge $\underline{\underline{\lambda}} = \frac{c}{f} = \frac{340\,ms^{-1}}{30\cdot 10^3\,Hz} = \underline{\underline{0{,}0113\,m}}$

gilt für die positiver Richtung laufende Welle:

$$\underline{y(x,t) = 1{,}144\cdot 10^{-6}\,m\cdot\cos\left(6\pi\cdot 10^4\,s^{-1}\cdot t - \frac{2\pi}{0{,}0113\,m}\cdot x\right)}$$

d) Doppler-Effekt, Sender bewegt:

$$f_E = \underline{2\cdot 10^4\,Hz} = f_S\cdot\left(1+\frac{v_S}{c}\right)^{-1} = \underline{\frac{3\cdot 10^4}{1+\frac{v_S}{340\,m/s}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{v_S = 170\,m/s}}$$