Übungen zur Experimentalphysik, Modul A
WS 2006/2007
Lösungsvorschlag

Aufgabe 1: (7 Punkte)

a)

$$
\begin{aligned}
&\text{Güterzug:}\\
v_G(t) &= v_{G,0} = const.\\
s_G(t) &= \int v_{G,0}\,dt = v_{G,0}t \text{ , weil } s(t=0)=0\\
&\text{Personenzug:}\\
a_P &= a_{P,0} - \frac{a_{P,0}}{t_1}t \text{ für } t \le t_1\\
a_P &= 0 \text{ für } t > t_1\\
v_P &= \int (a_{P,0} - \frac{a_{P,0}}{t_1}t)\,dt = a_{P,0}t - \frac{a_{P,0}}{2t_1}t^2 \text{ , weil } v_{P,0}=0\\
v_P &= const. = v_1(t=t_1) = \frac{a_{P,0}}{2}t_1 \text{ für } t > t_1\\
s_P &= \int v_P\,dt = \int (a_{P,0}t - \frac{a_{P,0}}{2t_1}t^2)\,dt\\
&= \frac{a_{P,0}}{2}t^2 - \frac{a_{P,0}}{6t_1}t^3\\
s_P(t=t_1) &= \frac{a_{P,0}}{2}t_1^2 - \frac{a_{P,0}}{6}t_1^2 = \frac{1}{3}a_{P,0}t_1^2\\
s_P(t>t_1) &= v_1(t-t_1) + s_P(t_1)\\
&= \frac{a_{P,0}}{2}t_1(t-t_1) + \frac{1}{3}a_{P,0}t_1^2 = \frac{a_{P,0}}{2}t_1\left(t - \frac{t_1}{3}\right)\\
&\text{Für Vorbeifahrt gilt:}\\
s_G(t_2) &= s_P(t_2)\\
v_{G,0}t_2 &= \frac{a_{P,0}}{2}t_1\left(t_2 - \frac{t_1}{3}\right)\\
t_2 &= \frac{t_1}{3(1-\frac{v_{G,0}}{a_{P,0}t_1})} = 213\text{s}
\end{aligned}
$$

b) $s_2 = s_G(t_2) = v_{G,0}t_2 = 3,2\,\text{km}$

c) $\Delta v(t_2) = v_1 - v_0 = v_P(t_2) - v_G(t_2) = v_P(t_1) - v_{G,0} = \frac{a_{P,0}t_1}{2} - v_{G,0} = 18\,\text{kmh}^{-1}$

Aufgabe 2: (Punkte)

a) Drehimpulserhaltung:

$$\begin{aligned} L_1 &= L_2 \\ J\omega_1 + mR^2\omega_1 &= J\omega_2 \\ \omega_2 &= \frac{J+mR^2}{J}\omega_1 \\ N_2 &= \frac{J+mR^2}{J}N_1 \\ N_2 &= 10\,\mathrm{Umin}^{-1} = \frac{1}{6}\,\mathrm{s}^{-1} = 0,167\,\mathrm{s}^{-1} \end{aligned}$$

b) allg.: Rotationsenergie(1) + Arbeit = Rotationsenergie(2)

$$\begin{aligned} E^{(1)}_{rot,Scheibe} + E_{rot,Mann} + W &= E^{(2)}_{rot,Scheibe} \\ \frac{J}{2}\omega_1^2 + \frac{mR^2}{2}\omega_1^2 + W &= \frac{J}{2}\omega_2^2 \\ W &= \frac{4\pi^2}{2}\left[JN_2^2 - \left(J+mR^2\right)N_1^2\right] \\ W &= \frac{4\pi^2}{2}\left[\frac{120}{36} - (120+80)0,01\right] \\ W &= 26,3\,\mathrm{Nm} \end{aligned}$$

Aufgabe 3: (Punkte)

$$\begin{aligned} \frac{p_1V_1}{T_1} &= nRT_1 \\ p_1 &= \frac{nRT_1}{V_1} \\ &= \frac{1\,\mathrm{kmol}\,8,31\,\mathrm{Jmol}^{-1}\mathrm{K}^{-1}\,300\,\mathrm{K}}{3\,\mathrm{m}^3} = 8,31\,\mathrm{kPa} \\ W &= \int_{V_1}^{V_2} p\,dV \;\text{ mit } p_1 = p_2 = p = const. \\ &= p\int_{V_1}^{V_2} dv = p(V_2 - V_1) \\ V_2 &= V_1 + \frac{W}{p} = V_1 + \frac{WV_1}{nRT_1} = 4\,\mathrm{m}^3 \\ T_2 &= \frac{V_2}{V_1}T_1 = \frac{4}{3}T_1 = 400\,\mathrm{K} \end{aligned}$$

Aufgabe 4: (7 Punkte)

$$
\begin{aligned}
W_1 &= W_2 \\
m_1 q_V + m_1 c(T_1 - T_M) &= m_2 c(T_M - T_2) \\
q_V &= \frac{m_2 c(T_M - T_2)}{m_1} - c(T_1 - T_M) \\
q_V &= \frac{200\mathrm{g}\,1\mathrm{cal}\,(68-25)\mathrm{K}}{15,1\mathrm{g}} - 1\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g\,K}}(100-68)\mathrm{K} \\
q_V &= (569,5-32)\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}} \\
q_V &= 537,5\frac{\mathrm{cal}}{\mathrm{g}} \\
q_V &= 2250,4\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g}}
\end{aligned}
$$