Klasse 11, Physik, 24.3.2020

Lösungen der Aufgaben S.61-62 (soweit ich mich nicht verrechnet habe). Bitte mit den eigenen Lösungen vergleichen und Unterschiede prüfen.

1. (a) geg.: $v_A = 0, \quad v_E = v_0 = 50\frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad t_E - t_A = 0,015\text{s}, \quad m = 20\text{g} = 0,020\text{kg}$
   ges.: F

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \\ &= m \cdot \frac{v_E - v_A}{t_E - t_A} \\ &= 0,020\text{kg} \cdot \frac{50\frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,015\text{s}} \\ &= 66,67\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

   Die mittlere Kraft beträgt 67N.

   (b) geg.: siehe a)
   ges.: E_{kin}

$$\begin{aligned} E_{kin} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,020\text{kg} \cdot (50\frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \\ &= 25\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

   Die kinetische Energie unmittelbar nach dem Schlag ist 25J.

   (c) Da der Ball vorher in Ruhe war, handelt es sich um 25J Arbeit, denn so viel Energie hat er jetzt mehr als vorher.

2. geg.: $m = 100\text{g} = 0,100\text{kg}, \quad D = 150\frac{\text{N}}{\text{m}}, \quad s_A = 3\text{cm} = 0,03\text{m}, \quad s_E = 0, \quad h_A = 0$
   ges.: max. Höhe h_E
   abgeschlossenes System $\Longrightarrow$ Energieerhaltung innerhalb des Systems

$$\begin{aligned} E_{Spann,A} + E_{Lage,A} &= E_{Spann,E} + E_{Lage,E} \\ \frac{1}{2} \cdot D \cdot s_A^2 + m \cdot g \cdot h_A &= \frac{1}{2} \cdot D \cdot s_E^2 + m \cdot g \cdot h_E \\ \frac{1}{2} \cdot 150\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,03\text{m}^2 + 0,100\text{kg} \cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0 &= \frac{1}{2} \cdot 150\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0^2 + 0,100\text{kg} \cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot h_E \\ 0,0675\text{N} \cdot \text{m} &= 0,981\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot h_E \\ 0,0688\text{m} &= h_E \end{aligned}$$

   Die Feder erreicht maximal eine Höhe von 7cm.

3. geg.: $m = 2,0\text{kg}, \quad h_A = h_0 = 0,20\text{m}$ über der Feder, $\quad s_A = 0, \quad D = 1,2 \cdot 10^3\frac{\text{N}}{\text{m}}$
   ges.: s_E
   abgeschlossenes System $\Longrightarrow$ Energieerhaltung innerhalb des Systems

$$
\begin{aligned}
E_{Spann,A} + E_{Lage,A} &= E_{Spann,E} && + E_{Lage,E} \\
\frac{1}{2}\cdot D\cdot s_A^2 + m\cdot g\cdot h_A &= \frac{1}{2}\cdot D\cdot s_E^2 && + m\cdot g\cdot h_E \\
\frac{1}{2}\cdot 1,2\cdot 10^3\frac{\text{N}}{\text{m}}\cdot 0\text{m}^2 + 2,0\text{kg}\cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 0,20\text{m} &= \frac{1}{2}\cdot 1,2\cdot 10^3\frac{\text{N}}{\text{m}}\cdot s_E^2 && + 2,0\text{kg}\cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot(-s_E) \\
3,924\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2} &= 600\frac{\text{N}}{\text{m}}\cdot s_E^2 && - 1,962\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}\cdot s_E \\
0 &= 600\frac{\text{N}}{\text{m}}\cdot s_E^2 && - 1,962\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}\cdot s_E && - 3,924\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2} \\
0 &= 600\cdot s_E^2 && - 1,962\text{m}\cdot s_E && - 3,924\text{m}^2
\end{aligned}
$$

Lösen der quadratischen Gleichung
$\Longrightarrow \quad s_E = 0,08252\text{m}$ oder $s_E = -0,07925\text{m} \longleftarrow$nicht die gesuchte Lösung (Feder nach oben ausgel.)
Die Feder wird maximal 8,3cm zusammengedrückt.

4. (a) Körper A beschleunigt nach oben, Körper B im gleichen Maße nach unten.

   (b) geg.: $s(t_A) = 1\text{m}, \quad s(t_E) = 1,5\text{m}, \quad v(t_A) = 0$
   ges.: $t_2 = t_E - t_A, \quad v_2 = v(t_E)$
   Die beiden Massen werden hier gemeinsam beschleunigt. Deshalb ist hierfür die Masse mit 3kg anzusetzen. Körper B wird von der Erde mit 2kg·9,81$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nach unten gezogen und von Körper A mit 1kg·9,81$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nach oben gezogen. Das ergibt netto 1kg·9,81$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Kraft nach unten. Entsprechendes gilt für Körper A, welcher mit einer Gesamtkraft von 1kg·9,81$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nach oben gezogen wird.

$$
\begin{aligned}
F &= m\cdot a \\
9,81\text{N} &= 3\text{kg}\cdot a \\
3,27\frac{\text{m}}{\text{s}^2} &= a
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
s(t_E) &= \frac{1}{2}\cdot a\cdot(t_E - t_A)^2 + v(t_A)\cdot(t_E - t_A) + s(t_A) \\
1,5\text{m} &= \frac{1}{2}\cdot 3,27\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot(t_E - t_A)^2 + 0 + 1\text{m} \\
0,533\text{s} &= t_E - t_A \ \ (= t_2)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
v(t_E) &= a\cdot(t_E - t_A) + v(t_A) \\
v(t_E) &= 3,27\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot(0,533\text{s}) + 0 \\
v(t_E) &= 1,81\frac{\text{m}}{\text{s}} \ \ (= v_2)
\end{aligned}
$$

   (c) Lösung der Gleichung:
   $1\text{kg}\cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 1\text{m} + 2\text{kg}\cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 1\text{m} = 1\text{kg}\cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 1,5\text{m} + 2\text{kg}\cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 0,5\text{m} + \frac{1}{2}\cdot 3\text{kg}\cdot v_E^2$

5. (a)

$$
\begin{aligned}
E_{kin,A} + E_{Lage,A} &= E_{kin,E} + E_{Lage,E} \\
\frac{1}{2}\cdot m\cdot v_A^2 + m\cdot g\cdot h_A &= \frac{1}{2}\cdot m\cdot v_E^2 + m\cdot g\cdot h_E \\
0 + m\cdot g\cdot(h_A - h_E) &= \frac{1}{2}\cdot m\cdot v_E^2 \\
m\cdot g\cdot h &= \frac{1}{2}\cdot m\cdot v_E^2 \\
\sqrt{2\cdot g\cdot h} &= v_E \\
\sqrt{2}\cdot\sqrt{g\cdot h} &= v_E
\end{aligned}
$$

(b) Einfach mit folgender Gleichung beginnen, denn die Reibungsarbeit W_R entspricht dem in Wärme umgewandelten Teil der Energie, und alles, was gegeben ist, schön einsetzen und dann nach v_E auflösen:

$$E_{kin,A} + E_{Lage,A} = E_{kin,E} + E_{Lage,E} + W_R$$

Man erhält dann $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{g \cdot h} = v_E$

6. (a) geg.: $\rho_{Wasser} = 1,0\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 1,0\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, $h_A = 600\mathrm{m}$, $A = 120\mathrm{km}^2 = 120000000\mathrm{m}^2$,
Niederschlagshöhe $h_{Nied} = 12\mathrm{mm} = 0,012\mathrm{m}$
ges.: $E_{Lage,A}$

$$\begin{aligned} m_{Wasser} &= Vol_{Wasser} \cdot \rho_{Wasser} \\ &= A \cdot h_{Nied} \cdot \rho_{Nied} \\ &= 120000000\mathrm{m}^2 \cdot 0,012\mathrm{m} \cdot 1,0\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \\ &= 1440000\mathrm{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{Lage,A} &= m \cdot g \cdot h_A \\ &= 1440000\mathrm{kg} \cdot 9,81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 600\mathrm{m} \\ &= 8475840000\frac{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} \end{aligned}$$

(b) geg.: $E_{Lage,A} = 8475840000\mathrm{J}$, $v_E = 6,0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, $v_A = 0$, $h_E = 0$, $m = 1440000\mathrm{kg}$
ges.: prozentualer Verlust an mechanischer Energie ΔE

$$\begin{aligned} \Delta E &= E_A - E_E \\ &= E_{kin,A} + E_{Lage,A} - (E_{kin,E} + E_{Lage,E}) \\ &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_A^2 + m \cdot g \cdot h_A - (\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_E^2 + m \cdot g \cdot h_E) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1440000\mathrm{kg} \cdot 0^2 + 8475840000\mathrm{J} - (\frac{1}{2} \cdot 1440000\mathrm{kg} \cdot (6,0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})^2 + 1440000\mathrm{kg} \cdot 9,81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0) \\ &= 8475840000\mathrm{J} - 25920000\mathrm{J} \\ &= 8449920000\mathrm{J} \end{aligned}$$

Das ergibt einen prozentualen Verlust an mechanischer Energie von $\frac{8449920000\mathrm{J}}{8475840000\mathrm{J}} = 0,9969419 = 99,69\%$, also fast 100%. Wo die Energie wohl hingeht...?

7. (a) geg.: $m = 1000\mathrm{kg}$, $v_E = 144\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 40\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, $v_A = 0$, $t_E - t_A = 12,0s$
ges.: Leistung P

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \\ &= \frac{E_E - E_A}{t_E - t_A} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_E^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_A^2}{t_E - t_A} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \cdot 1000\mathrm{kg} \cdot (40\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})^2 - 0}{12,0\mathrm{s}} \\ &= 66666,\bar{6}\frac{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^3} \end{aligned}$$

Die Leistung des Motors muss mindestens 66,7kW sein.