

## Übungsaufgaben zum Energieerhaltungssatz – Lösungsblatt-

$$1.a) 1,8 \frac{m}{s} = 1,8 \frac{3600m}{3600s} = 1,8 \frac{3,6km}{1h} = 6,48 \frac{km}{h} \quad b) 63 \frac{km}{h} = 63 \frac{1000m}{3600s} = 63 \frac{m}{3,6s} = 17,5 \frac{m}{s}$$

$$c) 15 \frac{cm}{min} = 15 \frac{60cm}{60min} = 15 \frac{0,6m}{1h} = 9,0 \frac{m}{h} \quad d) 1,7 \frac{g}{cm^3} = 1,7 \frac{1000000g}{1000000cm^3} = 1,7 \frac{1000kg}{1m^3} = 1700 \frac{kg}{m^3} = 1,7 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

$$e) 46 \frac{DM}{kg} = 46 \frac{100Pf}{1000g} = 4,6 \frac{Pf}{g} \quad f) 70 \frac{mN}{cm^2} = 70 \frac{10000mN}{10000cm^2} = 70 \frac{10N}{1m^2} = 700 \frac{N}{m^2}$$

$$2.a) E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,035kg \cdot \left(12 \frac{cm}{min}\right)^2 = 0,0175kg \cdot \left(12 \frac{0,01 \cdot m}{60s}\right)^2 = 0,0175kg \cdot \left(0,002 \frac{m}{s}\right)^2 = 0,0175kg \cdot 0,000004 \frac{m^2}{s^2} \\ = 0,00000007 \frac{kgm^2}{s^2} = 0,00007mJ = \underline{\underline{0,07\mu J}}$$

$$b) E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 145000kg \cdot (3,5kn)^2 = 72500kg \cdot \left(3,5 \cdot \frac{1852m}{3600s}\right)^2 = 130540,2778...J = 130,54...kJ \approx \underline{\underline{0,13MJ}}$$

$$3.a) E_{sp} = \frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2} \cdot 800 \frac{N}{m} (0,035m)^2 = 400 \frac{N}{m} \cdot 0,001225m^2 = 0,49 \frac{Nm^2}{m} = 0,49Nm = 0,49J$$

$$E_h = E_{sp}; E_h = mgh \Rightarrow h = \frac{E_h}{mg} = \frac{E_{sp}}{mg} = \frac{0,49J}{0,025kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg}} = \frac{0,49Nm}{0,24525N} = 1,99796...m \approx \underline{\underline{2,0m}}$$

$$b) E_{kin} = E_h; E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2E_{kin}}{m} = \frac{2E_h}{m} = \frac{2 \cdot 0,49J}{0,025kg} = 39,2 \frac{kgm^2}{s^2kg} = 39,2 \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow v = \sqrt{39,2 \frac{m^2}{s^2}} = 6,260... \frac{m}{s} \approx \underline{\underline{6,3 \frac{m}{s}}}$$

$$c) E_{sp} = E_{h2} + E_{kin2} \Rightarrow E_{kin2} = E_{sp} - E_{h2} = 0,49J - mgh_2 = 0,49J - 0,025kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 0,80m = 0,49J - 0,1962Nm = 0,2938J$$

$$E_{kin2} = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow v_2^2 = \frac{2E_{kin2}}{m} = \frac{2 \cdot 0,2938Nm}{0,025kg} = \frac{0,5876kgm \cdot m}{0,025kg \cdot s^2} = 23,504 \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow v_2 = 4,84809... \frac{m}{s} \approx \underline{\underline{4,8 \frac{m}{s}}}$$

(a) Die Kugel erreicht nicht mehr die Höhe 2,0 m, da sie im höchsten Punkt immer noch Bewegungsenergie besitzt. D.h.  $E_{kin}$  wird nicht vollständig in Höhenenergie umgewandelt.

(b) Die Landegeschwindigkeit bleibt gleich. Die Kugel besitzt auch jetzt keine Höhenenergie mehr. Die kinetische Energie beim Landen entspricht wieder der Spannenergie vom Anfang.

(c) Die Geschwindigkeit in 80 cm Höhe bleibt gleich (sofern die Kugel nicht so schräg abgeschossen wird, dass sie gar nicht 80 cm hoch kommt!), da die Höhenenergie in 80 cm Höhe unabhängig vom Abschusswinkel ist.

$$4.a) \text{ ohne Reibung: } E_{gesamt,oben} = E_{gesamt,unten} \Rightarrow E_{kin,o} + E_{h,o} = E_{kin,u} + E_{h,u} \Rightarrow E_{kin,u} = E_{h,o} + E_{kin,o} - E_{h,u}$$

$$E_{kin,u} = mgh_o - mgh_u + \frac{1}{2}mv_o^2 = mg(h_o - h_u) + \frac{1}{2}mv_o^2 = 85kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 28m + \frac{1}{2}85kg \cdot (23,6111 \frac{m}{s})^2 = 47040,89...J$$

$$E_{kin,u} = \frac{1}{2}mv_u^2 \Rightarrow v_u^2 = \frac{2E_{kin,u}}{m} = \frac{2 \cdot 47040,89...J}{85kg} = 1106,84... \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow v = 33,269... \frac{m}{s} \approx \underline{\underline{33 \frac{m}{s}}}$$

übrigens: massenunabhängig, weil:  $\frac{1}{2}mv_u^2 = mg(h_o - h_u) + \frac{1}{2}mv_o^2 \xrightarrow{:\cdot m} \frac{1}{2}v_u^2 = g(h_o - h_u) + \frac{1}{2}v_o^2$

b) Es bleiben noch 65% der pot. Energie, die in kin. Energie umgewandelt werden.

$$E_{kin,u} = 0,65 \cdot mg(h_o - h_u) + \frac{1}{2}mv_o^2 \Rightarrow v_u = \sqrt{2 \cdot 0,65 \cdot g(h_o - h_u) + v_o^2} = 30,24... \frac{m}{s} \approx \underline{\underline{30 \frac{m}{s}}}$$

$$c) \text{ Reibarbeit } W_r = F_r \cdot s; (\text{mit } s: \text{ Flugstrecke}); \text{ ges.: } F_r; v_o = v_u \Rightarrow E_{kin,o} = E_{kin,u}; W_r = \Delta E_{gesamt} = E_{ges,nach} - E_{ges,vor}$$

$$W_r = E_{kin,u} + E_{h,u} - (E_{h,o} + E_{kin,o}) = E_{h,u} - E_{h,o} = mg(h_u - h_o) = -23347,8J = F_r \cdot s \Rightarrow F_r = -389,13N \approx \underline{\underline{-0,39kN}}$$

$$5.a) [\text{wie 4a}] E_{gesamt,oben} = E_{gesamt,unten} \Rightarrow v_u^2 = 2g(h_o - h_u) + v_o^2 = 2 \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 1,2m + (4,5m)^2 \Rightarrow v_u = 6,617... \frac{m}{s} \approx \underline{\underline{6,6 \frac{m}{s}}}$$

$$b) W_r = E_{kin,u} + E_{h,u} - (E_{h,o} + E_{kin,o}) = \frac{1}{2}m(v_u^2 - v_o^2) + mg(h_u - h_o) = \frac{1}{2} \cdot 0,4kg \left[ \left(6,2 \frac{m}{s}\right)^2 - \left(4,5 \frac{m}{s}\right)^2 \right] + 0,4kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot (-1,2m)$$

$$W_r = 3,638J - 4,7088J = -1,0708J \approx -1,1J \quad W_r = F_r \cdot s \Rightarrow F_r = \frac{W_r}{s} = \frac{-1,0708J}{7m} = -0,1529...N \approx \underline{\underline{-0,15N}} \quad [\text{wie 4b)]}$$

Durch  $W_r$  wird dem Wagen (Skispringer...) mech. Energie entzogen – darum negativ.

$F_r$  ist negativ, weil entgegen der Bewegungsrichtung.  $h_o > h_u$  darum  $-1,2m$ .

W.K.