

Musterlösung der Abschlussprüfung 2006 Teil 1

$$1.1 \quad F = m \cdot a = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \cdot \frac{v_A}{\Delta t} = 40 \text{ kg} \cdot \frac{2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,90 \text{ s}} = 102 \frac{2}{9} \text{ N} \approx \underline{\underline{1,0 \cdot 10^2 \text{ N}}}$$

1.2 Für die beschleunigende Kraft F gilt:

$$F = F_H$$

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$a = g \cdot \sin \alpha = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 35^\circ \approx \underline{\underline{5,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$1.3 \quad E_{\text{Ges,A}} = E_{\text{Ges,D}}$$

$$E_{\text{kin,A}} + E_{\text{pot,A}} = E_{\text{kin,D}} + \underbrace{E_{\text{pot,D}}}_0$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + mgh = \frac{1}{2} m v_D^2$$

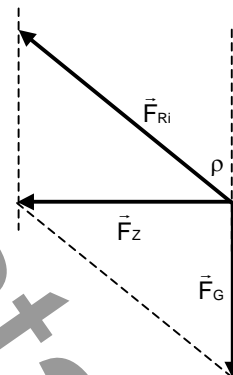
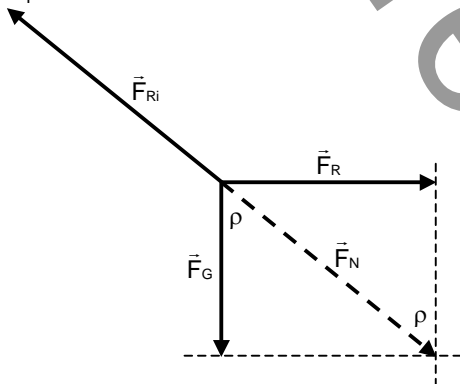
$$v_D = \sqrt{v_A^2 + 2gh}$$

$$v_D = \sqrt{\left(2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,6 \text{ m}} = 10,731 \dots \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{11 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

1.4.1 Im mitbewegten Bezugssystem gilt: Im ruhenden Bezugssystem gilt:

$$\sum_i \vec{F}_i = 0 \Rightarrow \vec{F}_R + \vec{F}_G + \vec{F}_{Ri} = 0$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_Z = \vec{F}_{Ri} + \vec{F}_G$$



$$1.4.2 \quad F_R = m \cdot \frac{v_D^2}{r}$$

$$\tan \rho = \frac{F_R}{F_G} = \frac{m \frac{v^2}{r}}{mg} = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \rho = \arctan \frac{v^2}{rg} = \arctan \frac{\left(11 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{10 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx \underline{\underline{51^\circ}}$$

$$F_N^2 = F_{\text{Res}}^2 = F_G^2 + F_R^2 \Rightarrow F_N = \sqrt{F_G^2 + F_R^2} = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mv^2}{r}\right)^2}$$

$$F_N = \sqrt{\left(40 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)^2 + \left(\frac{40 \text{ kg} \cdot \left(11 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{10 \text{ m}}\right)^2} = 623,084 \dots \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{0,62 \text{ kN}}}$$

Alternativ:

$$\cos \rho = \frac{F_G}{F_N} \Rightarrow F_N = \frac{F_G}{\cos \rho} = \frac{mg}{\cos \rho} = \frac{40 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\cos 51^\circ} = 623,5297 \dots \text{ N} \approx \underline{\underline{0,62 \text{ kN}}}$$

1.5 Für die Fallzeit t_{Fall} gilt: $h = \frac{1}{2}gt_{\text{Fall}}^2 \Rightarrow t_{\text{Fall}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \dots \approx 0,32\text{s}$

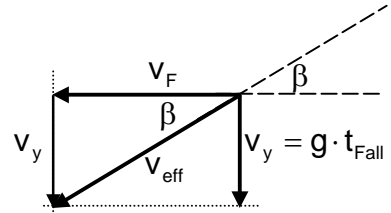
Für den in der Zeit t_{Fall} zurückgelegten (horizontalen) Weg s gilt:

$$s = v_F \cdot t_{\text{Fall}} = v_F \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,50\text{m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 3,512 \dots \text{m} \approx \underline{\underline{3,5\text{m}}} \quad (3,52\text{m})$$

Für den Auftreffwinkel β gilt:

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_F} = \frac{g \cdot t_{\text{Fall}}}{v_F} = \frac{g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}}{v_F} = \frac{\sqrt{2hg}}{v_F}$$

$$\Rightarrow \beta = \arctan \frac{\sqrt{2hg}}{v_F} = \arctan \frac{\sqrt{2 \cdot 0,50\text{m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}{11 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 15,89 \dots^\circ \approx \underline{\underline{16^\circ}}$$



2.1 Für ein außenstehendes Bezugssystem gilt:

Die für die Kreisbahn erforderliche Zentralkraft \vec{F}_z wird gerade durch die Coulombkraft \vec{F}_c , die der Atomkern (Proton) auf das Elektron ausübt, aufgebracht.

Das Elektron fällt nicht in den Kern, weil die Coulombkraft gerade ausreicht, das Elektron auf der Kreisbahn zu halten.

2.2 Mit $Q = q = e$ folgt:

$$F_{z_1} = F_{el_1}$$

$$m_e \cdot \frac{v_1^2}{r_1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_1^2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot m_e \cdot r_1}}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{(1,602 \cdot 10^{-19} \text{C})^2}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{kg} \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}}} = 2,1858 \dots \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \underline{\underline{2,2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Einheitenvergleich:

$$\left[\sqrt{\frac{\text{C}^2}{\frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}}} = \sqrt{\frac{\text{C}^2}{\text{F} \cdot \text{kg}}} = \sqrt{\frac{(\text{As})^2}{\frac{\text{As}}{\text{V}} \cdot \text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{VAs}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$\text{ODER: } \left[\sqrt{\frac{\text{C}^2}{\frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}}} = \sqrt{\frac{\text{A}^2 \text{s}^2 \text{V}}{\text{As} \cdot \text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{VAs}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

2.3

$$F_{Z_n} = F_{el_n}$$

$$m_e \cdot \frac{v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$$

$$v_n = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot m_e \cdot r_n}} = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot m_e \cdot r_1 \cdot n^2}} = \underbrace{\sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot m_e \cdot r_1}}}_{=v_1} \cdot \frac{1}{n} = v_1 \cdot \frac{1}{n}$$

$$E_{kin_n} = \frac{1}{2} m_e v_n^2 = \frac{1}{2} m_e v_1^2 \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$E_{kin_n} = \frac{1}{2} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \left(2,2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \cdot \frac{1}{n^2} = 2,204 \dots \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1}{n^2} \approx \underline{\underline{2,2 \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1}{n^2}}}$$

ODER:

$$F_{Z_n} = F_{el_n}$$

$$m_e \cdot \frac{v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot \frac{v_n^2}{r_n} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_n^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_1} \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$E_{kin_n} = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_1} \cdot \frac{1}{n^2} = \dots \approx 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1}{n^2}$$

2.4.1 Eine Äquipotentialfläche ist eine Fläche gleichen Potentials.

2.4.2

$$\rho_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e}{r_n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e}{r_1} \cdot \frac{1}{n^2} \quad \text{mit } r_n = r_1 \cdot n^2$$

$$\rho_n = \frac{1}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}} \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}} \cdot \frac{1}{n^2} = 27,1667 \dots \text{ V} \cdot \frac{1}{n^2} \approx \underline{\underline{27 \text{ V} \cdot \frac{1}{n^2}}}$$

2.5.1 Für die Gesamtenergie auf der ersten Kreisbahn gilt:

$$E_{Ges_1} = E_{kin_1} + E_{pot_1} = E_{kin_1} - e \cdot \rho_1$$

$$E_{Ges_1} = 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ J} - 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 27 \text{ V} = -2,1254 \cdot 10^{-18} \text{ J} \approx \underline{\underline{-2,1 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad (-13,3 \text{ eV})}}$$

2.5.2 Für die Ionisierungsenergie E_{ion} für ein Wasserstoffatom gilt:

$$E_{ion} = E_{Ges_\infty} - E_{Ges_1} = \underbrace{E_{kin_\infty}}_0 + \underbrace{E_{pot_\infty}}_0 - E_{Ges_1} = -E_{Ges_1} = \underline{\underline{2,1 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad (13,3 \text{ eV})}}$$