27. PHYSIKOLYMPIADE DES LANDES THÜRINGEN 2017/2018
LÖSUNGEN Endrunde - KLASSENSTUFE 11 -

Lösung 27.3.11.1

Geschwindigkeit v_1 vor dem elastischen Stoß:

$$W = E_{Feder} = E_{kin/K} = \frac{m_K}{2} v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2\cdot W}{m_K}} = \sqrt{\frac{1\,J}{1\,kg}} = 1\frac{m}{s} \qquad \textbf{(2)}$$

Geschwindigkeiten nach dem elastischen Stoß:

Körper: $u_K = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\cdot v_1 = \frac{0{,}8}{1{,}2} v_1 = \frac{2}{3} v_1 = 0{,}67\frac{m}{s}$ **(1)**

Pendel: $u_P = \frac{2\cdot m_1}{m_1 + m_2}\cdot v_1 = \frac{2}{1{,}2} v_1 = \frac{5}{3} v_1 = 1{,}67\frac{m}{s}$ **(1)**

Höhe des Pendels:

$$E_{kin} = E_{pot} \qquad \frac{1}{2} m_P \cdot u_P^2 = m_P \cdot g \cdot h \Rightarrow h_{max} = \frac{u_P^2}{2\cdot g} = \underline{\underline{0{,}14\,m}} \qquad \textbf{(2)}$$

Horizontale Auslenkung:

$$\cos\alpha_P = \frac{\ell - h_{max}}{\ell} \Rightarrow \alpha_P = 21{,}7° \qquad x = \ell \cdot \sin\alpha_P = \underline{\underline{0{,}74\,m}} \qquad \textbf{(2)}$$

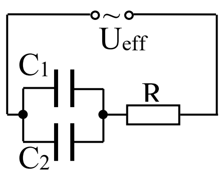
Zeit bis zum Auftreffen des Körpers auf dem Boden: $t = \sqrt{\frac{2\cdot y}{g}} = 0{,}378\,s$

Wurfweite: $x = u_K \cdot t = 0{,}67\frac{m}{s}\cdot 0{,}378 s = \underline{\underline{25\,cm}}$ **(1)**

Auftreffgeschwindigkeit: $v = \sqrt{u_K^2 + g^2 \cdot t^2} = \underline{\underline{3{,}8\frac{m}{s}}}$ **(1)**

Lösung 27.3.11.2

a) Ersatzschaltbild



$$\frac{U_R}{R} = \frac{U_{eff}}{Z} \Rightarrow Z = \frac{R\cdot U_{eff}}{U_R} = \frac{30k\Omega \cdot 50{,}0V}{47{,}0V} = 31{,}9\,k\Omega \qquad \textbf{(2)}$$

$$X_C = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(31{,}9\,k\Omega)^2 - (30\,k\Omega)^2} = 10{,}9\,k\Omega \qquad \textbf{(1)}$$

$$C = \frac{1}{\omega\cdot X_C} = \frac{1}{2\pi\cdot f\cdot X_C} = \frac{1\cdot s\cdot}{2\pi\cdot 350\cdot 10^3\cdot 10{,}9\cdot 10^3\Omega} = 41{,}7\,pF \qquad \textbf{(2)}$$

$$C = C_1 + C_2 \quad \Rightarrow \quad C = \frac{\varepsilon_0\cdot a(a-h)}{d} + \frac{\varepsilon_0\cdot\varepsilon_r\cdot a\cdot h}{d} \qquad \text{(I)} \qquad \textbf{(1)}$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{\varepsilon_r - 1}\left(\frac{C\cdot d}{\varepsilon_0\cdot a} - a\right) \Rightarrow h = \frac{1}{4{,}3-1}\left(\frac{41{,}7\cdot 10^{-12}As\cdot 0{,}483m\cdot Vm}{8{,}854\cdot 10^{-12}As\cdot V\cdot 0{,}775m} - 0{,}775m\right) = \underline{\underline{65{,}5\,cm}} \qquad \textbf{(2)}$$

b) aus (I) folgt $C = \frac{\varepsilon_0\cdot a^2 + \varepsilon_0\cdot a\cdot h(\varepsilon_r - 1)}{d} \Rightarrow \Delta C = \frac{\varepsilon_0\cdot a\cdot \Delta h(\varepsilon_r - 1)}{d} \Rightarrow \Delta C \sim \Delta h$ **(2)**

Lösung 27.3.11.3

a) $m_{Gly} = 1{,}255\,kg$ $\qquad m_{Öl} = 0{,}855\,kg$ **(1)**

Der Metallkörper gibt an das Glyzerin die Wärme $Q = m_M \cdot c_M \cdot \Delta\vartheta_M = m_M \cdot c_M \cdot 55{,}16\,K$ ab. **(1)**

Diese Wärme führt zur Erwärmung des Glyzerins und beträgt

somit auch $Q = m_{Gly} \cdot c_{Gly} \cdot \Delta\vartheta_{Gly} = 1{,}255\,kg \cdot 2{,}47 \dfrac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 4{,}84\,K = 15{,}00\,kJ$ **(1)**

$\Rightarrow\ m_M \cdot c_M \cdot 55{,}16\,K = 15{,}00\,kJ$ (I)

An das Öl gibt der Metallkörper die Wärme $Q = m_M \cdot c_M \cdot 54{,}80\,K$ ab und das Öl erhält

$Q = m_{Öl} \cdot c_{Öl} \cdot \Delta\vartheta_{Öl} = 0{,}855\,kg \cdot c_{Öl} \cdot 5{,}20\,K$.

$\Rightarrow\ m_M \cdot c_M \cdot 54{,}80\,K = 0{,}855\,kg \cdot 5{,}20\,K \cdot c_{Öl}$ (II)

aus (II) : (I) folgt $c_{Öl} = \dfrac{\frac{54{,}80}{55{,}16} \cdot 15{,}00\,kJ}{0{,}855\,kg \cdot 5{,}20\,K} = \underline{3{,}35 \dfrac{kJ}{kg \cdot K}}$ (III) **(3)**

b) Gleichung (I) wird zu $m_M \cdot c_M \cdot 55{,}16\,K = 15{,}00\,kJ + K \cdot 4{,}84\,K$ (IV)

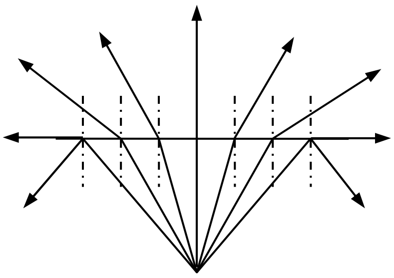
Gleichung (II) zu $m_M \cdot c_M \cdot 54{,}80\,K = 0{,}855\,kg \cdot 5{,}20\,K \cdot c_{Öl} + K \cdot 5{,}20\,K$ (V) **(2)**

aus (V) : (IV) folgt $c_{Öl} = \dfrac{\frac{54{,}80}{55{,}16} \cdot (15{,}00\,kJ + K \cdot 4{,}84\,K) - K \cdot 5{,}20\,K}{0{,}855\,kg \cdot 5{,}20\,K}$ (VI)

vergleicht man (III) mit (VI) so ergibt sich nun ein kleinerer Wert für c **(2)**

Hinweis: Die Lösung kann auch verbal erfolgen.

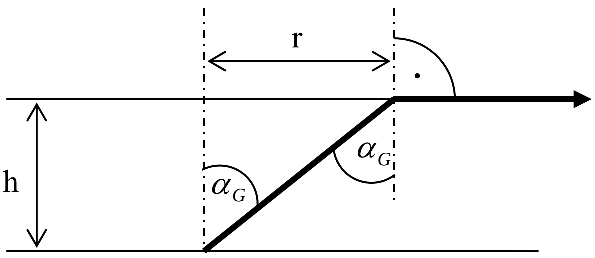
Lösung 27.3.11.4



a) Form: Kreisfläche **(1)**

Begründung: Licht kann nur bis zum Grenzwinkel der Totalreflexion austreten. Die Form ergibt sich aus der Rotationssymmetrie der Brechung. **(2)**

Skizze mit mindestens 3 wesentlichen Strahlen **(3)**



(1)

b) $\sin\alpha_G = \dfrac{1}{n_W}$

(1)

$\tan\alpha_G = \dfrac{\sin\alpha_G}{\cos\alpha_G}$; $\cos\alpha_G = \sqrt{1 - \sin^2\alpha_G}$

$\tan\alpha_G = \dfrac{\frac{1}{n_W}}{\sqrt{1 - \frac{1}{n_W^{\,2}}}}$

für $n_w = 1{,}33 \Rightarrow r = h \cdot \tan\alpha_G = \underline{\underline{0{,}91m}}$ **(2)**

oder: $n_w = 1{,}33 \Rightarrow \alpha_G = 48{,}75° \Rightarrow r = h \cdot \tan\alpha_G = \underline{\underline{0{,}91m}}$