27. PHYSIKOLYMPIADE DES LANDES THÜRINGEN 2016/2017
LÖSUNGEN 2.Runde - KLASSENSTUFE **10**

Die besten Teilnehmer qualifizieren sich zur Endrunde am 12.04.2018 in Jena.

Lösung 27.2.10.1 (10 Punkte) **Schwimmer kommt!**

a) $s = t_{auf} \cdot v_{auf} = 7 \cdot v_{auf}$ $\quad v_{auf} = v_{See} - v_{Fluss}$ (I)

$s = t_{ab} \cdot v_{ab} = 5 \cdot v_{ab}$ $\quad v_{ab} = v_{See} + v_{Fluss}$ (II)

z.B. Gleichsetzen $5v_{See} + 5v_{Fluss} = 7v_{See} - 7v_{Fluss}$

$$12v_{Fluss} = 2v_{See}$$

$$v_{Fluss} = \frac{1}{6} v_{See} \quad \text{in (I)}$$

damit $s = t_{auf} \cdot \left(v_{See} - \frac{1}{6} v_{See} \right)$

daraus $\frac{s}{v_{See}} = t_{auf} \cdot \frac{5}{6}$ und da $\frac{s}{v_{See}} = t_{See}$ ist $t_{See} = 5{,}833\min = 5\min 50 sek$

das ist weniger als die Hälfte der Zeit

b) Mit t_{ab} :=x und t_{auf} :=y gilt x<y und nach obiger Rechnung allgemein

$$xv_{See} + xv_{Fluss} = yv_{See} - yv_{Fluss}$$

$$(x+y)v_{Fluss} = (y-x)v_{See}$$

$$v_{Fluss} = \frac{(y-x)}{(x+y)} v_{See}$$

$$s = y\left(v_{See} - \frac{(y-x)}{(x+y)} v_{See} \right) = yv_{See} \cdot \left(\frac{(x+y)}{(x+y)} - \frac{(y-x)}{(x+y)} \right) = yv_{See}\left(\frac{2x}{x+y} \right) = 2 \cdot \frac{x \cdot y}{x+y} v_{See}$$

$$\frac{s}{v_{See}} = 2 \cdot \frac{x \cdot y}{x+y} = 2 \cdot \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right)^{-1}$$

nun sollte t_{See} < (Mitte zwischen den Zeiten) sein, außerdem x<y und x, y positiv; daraus folgt

$$\frac{2}{\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right)} < \frac{1}{2}(y-x) + x = \frac{1}{2}(y+x)$$

$$4 < \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right)(y+x) = \frac{y}{x} + 1 + 1 + \frac{x}{y} = 2 + \frac{y}{x} + \frac{x}{y}$$

$$2 < \frac{y}{x} + \frac{x}{y} = \frac{y^2 + x^2}{x \cdot y}$$

$$2xy < y^2 + x^2$$

$0 < y^2 - 2xy + x^2 = (y-x)^2$ da $(y-x)^2 > 0$ und $y \neq x$ w.A., Annahme ist wahr

Lösung 27.2.10.2 (10 Punkte) **unter Dampf**

$$\Delta V_D = \frac{1}{3} V_0 + V_{WD} = \frac{1}{3} A \cdot l_0 + V_{WD} = \frac{1}{3}\frac{\pi}{4} d^2 \cdot l_0 + V_{WD}$$

mit V_{WD} – Volumen des verdampften Wassers

$m_{WD} = \Delta m_D$ und $\Delta m_D = \rho_D \cdot \Delta V_D$ und $\rho_W \cdot V_{WD} = m_{WD}$

daraus $\rho_W \cdot V_{WD} = \rho_D \cdot \Delta V_D$

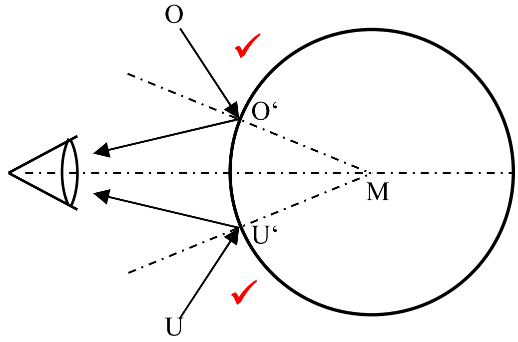
$$\rho_W \cdot V_{WD} = \rho_D \cdot \left(\frac{1}{3}\frac{\pi}{4} d^2 \cdot l_0 + V_{WD} \right)$$

$$V_{WD}=\frac{\rho_D\cdot\frac{1}{3}\frac{\pi}{4}d^2\cdot l_0}{\rho_W-\rho_D}=\frac{\rho_D\cdot\pi\cdot d^2\cdot l_0}{12(\rho_W-\rho_D)}=\frac{1{,}12\frac{kg}{m^3}\cdot\pi\cdot 0{,}2^2m^2\cdot 0{,}6m}{12\left(950\frac{kg}{m^3}-1{,}12\frac{kg}{m^3}\right)}=\underline{\underline{7{,}42cm^3}}$$

$$Q_V=m_{WD}\cdot q_V=\rho_{WD}V_{WD}\cdot q_V=950\frac{kg}{m^3}\cdot 7{,}42\cdot 10^{-6}m^3\cdot 2{,}20\frac{MJ}{kg}=\underline{\underline{15{,}5kJ}}$$

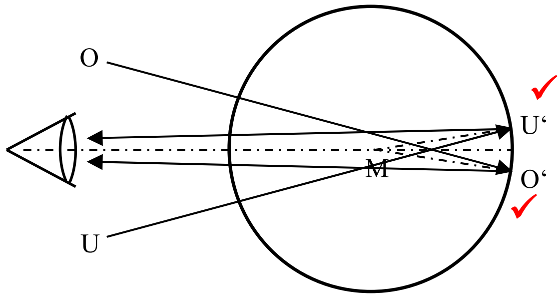
Lösung 27.2.10.3 (10 Punkte) **Seifenblase**

a) Bei der Reflexion an der zum Auge zugewandten Außenfläche der Seifenblase wird ein Lichtstrahl vom Punkt O auf der Blasenhaut bei O‘ wahrgenommen. Entsprechendes gilt für U und U‘. Der Bildpunkt O‘ liegt oberhalb von U‘ – genauso wie im Original. Für seitliche Punkte gilt dies analog. Das Bild erscheint somit aufrecht wie bei einem Spiegelbild von einem ebenen Spiegel, nur kugelförmig verzerrt. Die Vorderseite der Seifenblase wirkt wie ein Wölbspiegel.
(Aufgrund der dünnen Seifenwasserhaut können auch Reflexionen innerhalbe der Haut vernachlässigt werden.)



Bei der Reflexion an der hinteren Innenfläche wirkt die Seifenblase wie ein Hohlspiegel. Der untere Punkt U erscheint für das Auge bei U‘ aber höher als der Bildpunkt O‘ von O. Entsprechendes gilt für die Seiten. Das Bild ist somit umgekehrt.

(Brechungseffekte beim Durchgang durch die vordere Seifenblasenhaut können vernachlässigt werden. Auch Mehrfachreflektionen innerhalb der Seifenblase sind möglich und führen zu weiteren Spiegelbildern, die aber schlechter zu erkennen sind, da sie im stark weggekrümmten Randbereich der Sichtfläche liegen.)



Unterscheidung: Das umgekehrte Bild entsteht an der hinteren Innenseite, das aufrechte Spiegelbild an der Vorderseite.

b) – möglichst große Seifenblasen erzeugen (sanftes, stetiges Pusten)
– geringen Abstand des zu betrachtenden Gegenstandes zur Seifenblase einhalten

Lösung 27.2.10.4 (10 Punkte) **Teamleistung**

Für die Einzelleistungen der beiden Heizelemente gilt: $P_1=\frac{U^2}{R_1}$ und $P_2=\frac{U^2}{R_2}$

Bei Parallelschaltung gilt: $P_{Par}=P_1+P_2=\frac{U^2}{R_1}+\frac{U^2}{R_2}$

Bei Reihenschaltung gilt: $P_{Reihe}=\frac{U^2}{R_1+R_2}=\frac{U^2}{\frac{U^2}{P_1}+\frac{U^2}{P_2}}=\frac{1}{\frac{1}{P_1}+\frac{1}{P_2}}=\frac{1}{\frac{P_2+P_1}{P_1\cdot P_2}}=\frac{P_1\cdot P_2}{P_1+P_2}=\frac{P_1\cdot P_2}{P_{Par}}=\frac{P_1\cdot(P_{Par}-P_1)}{P_{Par}}$

Daraus folgt:

$$P_{Reihe}\cdot P_{Par}=P_1\cdot(P_{Par}-P_1)$$

$$P_1^2-P_{Par}\cdot P_1+P_{Reihe}\cdot P_{Par}=0$$

$$P_1^2-800W\cdot P_1+150W\cdot 800W=0$$

$$P_1=400W\pm\sqrt{(400W)^2-120000W^2}$$

$$\underline{\underline{P_{1_1}=600W=P_1}}\ \textit{und damit}\ \underline{\underline{P_{2_1}=P_{Par}-P_{1_1}=200W=P_2}}$$

$$P_{1_2}=200W\ \textit{und damit}\ P_{2_2}=600W\ \textit{entfällt, da}\ P_1>P_2\ \textit{gelten soll}$$

b) an eine Spannungsquelle einzeln angeschlossen: $R_1=\frac{U^2}{P_1}$ und $R_2=\frac{U^2}{P_2}$

und damit: $\underline{\underline{\frac{R_1}{R_2}}}=\frac{P_2}{P_1}=\frac{200W}{600W}=\underline{\underline{\frac{1}{3}}}$