

Übungen zu Hydraulik und Pneumatik:

Aufgabe 1:

- a) Welchen Durchmesser muss der Arbeitszylinder einer hydraulischen Presse erhalten, wenn der Druckkolben mit $d_1 = 20 \text{ mm}$ mit einer Kraft $F_1 = 150 \text{ N}$ bewegt wird und am Arbeitskolben eine Kraft von $F_2 = 4000 \text{ N}$ verlangt wird?
- b) Mit einer hydraulischen Hebebühne soll ein 1500 kg schwerer PKW um $s = 20 \text{ cm}$ angehoben werden. Welche Kraft ist am Druckkolben mit Durchmesser $d = 25 \text{ mm}$ erforderlich, wenn der Arbeitskolben einen Durchmesser von $D = 120 \text{ mm}$ hat. Welchen Weg muss der Druckkolben insgesamt zurücklegen?

Aufgabe 2:

Welchen Volumenstrom muss eine Hydraulikpumpe liefern, damit das Hydrauliköl eine Durchflussgeschwindigkeit von $100 \text{ mm}/\text{min}$ erreicht, wenn der Innendurchmesser des Hydraulikrohrs 80 mm beträgt?

Aufgabe 3:

Ein Hydraulikrohr mit dem Innendurchmesser $d = 50 \text{ mm}$ ist an eine Hydraulikpumpe angeschlossen, die einen Volumenstrom von $250 \text{ l}/\text{min}$ liefert.

- a) Wie groß ist die Durchflussgeschwindigkeit des Hydrauliköls?
- b) Wie groß wird die Geschwindigkeit, wenn ein Rohr mit dem Innendurchmesser 100 mm benützt wird?
- c) Bei welchem Innendurchmesser der Hydraulikleitung wird die zulässige Strömungsgeschwindigkeit des Hydrauliköls von $3 \text{ m}/\text{s}$ erreicht?

Aufgabe 4:

- a) Bei einer Temperatur von $\vartheta_1 = 30^\circ\text{C}$ enthält ein Reifen Luft bei einem Druck von $p_1 = 1,8 \text{ bar}$. Wie hoch wird die Temperatur der Luft in $^\circ\text{C}$, wenn der Druck auf $p_2 = 2 \text{ bar}$ ansteigt?
- b) In einem abgeschlossenen Gefäß mit 750 l Rauminhalt befindet sich Luft mit einem absoluten Druck von $p_1 = 15 \text{ bar}$ und einer Temperatur von 40°C . Um wieviel Liter muss der Rauminhalt durch einen Kolben verkleinert werden, wenn der Druck auf 17 bar steigen soll und die Luft auf 70°C erwärmt wird?

Aufg 1 a) $F_1 = 150 \text{ N}$; $d_1 = 20 \text{ mm}$, $F_2 = 4000 \text{ N}$; $d_2 = ?$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (\text{et FS S. 109}) \Leftrightarrow \frac{F_1}{\frac{d_1^2}{4} \pi} = \frac{F_2}{\frac{d_2^2}{4} \pi} \quad | \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_1}{d_1^2} = \frac{F_2}{d_2^2}$$

$$\Rightarrow d_2 = \sqrt{d_1^2 \cdot \frac{F_2}{F_1}} = d_1 \cdot \sqrt{\frac{F_2}{F_1}}$$

$$= 20 \text{ mm} \cdot \sqrt{\frac{4000 \text{ N}}{150 \text{ N}}} = \boxed{101,28 \text{ mm}}$$

b) $m = 1500 \text{ kg}$, $s_D = 20 \text{ cm}$, $d = 25 \text{ mm}$, $D = 120 \text{ mm}$

$F_d = ?$, $s_d = ?$

zunächst F_D berechnen (Kraft am Arbeitskolben)

$$F_D = m \cdot g = 1500 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 14715 \text{ N}$$

Wie in a) : $\frac{F_d}{A_d} = \frac{F_D}{A_D} \Leftrightarrow \frac{F_d}{d^2} = \frac{F_D}{D^2}$

$$\Rightarrow F_d = F_D \cdot \frac{d^2}{D^2} = 14715 \text{ N} \cdot \frac{(25 \text{ mm})^2}{(120 \text{ mm})^2} = \boxed{639,67 \text{ N}}$$

gem. FS S. 109 : $F_d \cdot s_d = F_D \cdot s_D$

$$\Rightarrow s_d = s_D \cdot \frac{F_D}{F_d} = 20 \text{ cm} \cdot \frac{14715 \text{ N}}{639,67 \text{ N}} = \boxed{460,8 \text{ cm}}$$

$\approx 4,6 \text{ m}$

Aufg 2 $v = 100 \text{ mm/min}$; $d = 80 \text{ mm}$, $Q = ?$ [in l/min] (2)

gem. FS S. 110: $Q = A \cdot v$

$$Q = A \cdot v = \frac{d^2}{4} \cdot \pi \cdot v = \frac{(80 \text{ mm})^2}{4} \cdot \pi \cdot 100 \text{ mm/min}$$

$$= 502.654,82 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}}$$

$$= 502.654,82 \frac{(0,001 \text{ dm})^3}{\text{min}} \quad *)$$

$$= \boxed{0,5 \text{ l/min}} \quad [\text{dm}^3/\text{min}]$$

*) Alternative zur Umrechnung von mm^3 in dm^3 :

$$1 \text{ mm}^3 = x \text{ dm}^3 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{\text{mm}^3}{\text{dm}^3} = \frac{(\text{mm}^3)^3}{10^6 \text{ mm}^3} = \frac{1}{10^6}$$

Aufg 3 $d = 50 \text{ mm}$, $Q = 250 \text{ l/min} = 250 \text{ dm}^3/\text{min}$

a) $v_d = ?$

$$\text{gem. FS S. 110: } v_d = \frac{Q}{A} = \frac{250 \text{ dm}^3/\text{min}}{\frac{d^2}{4} \pi} = \frac{250 \text{ dm}^3/\text{min}}{\frac{(0,05 \text{ dm})^2}{4} \pi}$$

$$= 1277,24 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}$$

$$= 1277,24 \frac{0,1 \text{ m}}{60 \text{ s}} = \boxed{2,12 \text{ m/s}}$$

b) $D = 100 \text{ mm}$, $v_D = ?$ [Alternativ: wie in a), nur statt d nehme D]

$$\text{gem. FS S. 110: } A_D \cdot v_D = A_d \cdot v_d \quad \Leftrightarrow \quad \frac{D^2}{4} \pi \cdot v_D = \frac{d^2}{4} \pi \cdot v_d \quad | \cdot \frac{4}{\pi}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{D^2 \cdot v_D = d^2 \cdot v_d}$$

$$\rightarrow v_D = v_d \cdot \frac{d^2}{D^2} = 2,12 \text{ m/s} \cdot \frac{(50 \text{ mm})^2}{(100 \text{ mm})^2} = \boxed{0,53 \text{ m/s}}$$

c) $v_{\text{Zn}} = 3 \text{ m/s}$; $d_{\text{Zn}} = ?$ [Alternativ $A = \frac{Q}{v_{\text{Zn}}}$, aus A \rightarrow d_{Zn}]

Wie in b): $d^2 \cdot v_d = d_{\text{Zn}}^2 \cdot v_{\text{Zn}}$

$$\Rightarrow d_{\text{Zn}} = \sqrt{d^2 \cdot \frac{v_d}{v_{\text{Zn}}}} = d \cdot \sqrt{\frac{v_d}{v_{\text{Zn}}}} = 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{\frac{2,12 \text{ m/s}}{3 \text{ m/s}}} = \boxed{42 \text{ mm}}$$

1704

③

a) $\vartheta_1 = 30^\circ\text{C}$, $p_1 = 1,8 \text{ bar}$, $p_2 = 2 \text{ bar}$, $\vartheta_2 = ?$

$$T_1 = \vartheta_1 + 273,15 = 303,15 \text{ K}$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Leftrightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 303,15 \text{ K} \cdot \frac{2 \text{ bar}}{1,8 \text{ bar}} = 336,83 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \vartheta_2 = T_2 - 273,15 = \boxed{63,68^\circ\text{C}}$$

b) $V_1 = 750 \text{ l}$, $p_1 = 15 \text{ bar}$, $\vartheta_1 = 40^\circ\text{C}$, $p_2 = 17 \text{ bar}$,

$\vartheta_2 = 70^\circ\text{C}$; $V_2 = ?$

$$T_1 = \vartheta_1 + 273,15 = 313,15 \text{ K}$$

$$T_2 = \vartheta_2 + 273,15 = 343,15 \text{ K}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 750 \text{ l} \cdot \frac{15 \text{ bar}}{17 \text{ bar}} \cdot \frac{343,15 \text{ K}}{313,15 \text{ K}} \\ = 725,11 \text{ l}$$

$$\Rightarrow \Delta V = V_1 - V_2 = \boxed{24,89 \text{ l}}$$