

- Es soll ein Flaschenzug mit höchstens **drei** Rollen entworfen werden, welcher eine maximale Kraftwandlung beim Heben einer Last erzielt. Das freie Seilende soll dabei aus ergonomischen Gründen nach unten gezogen werden. Skizziere den Flaschenzug und gib an, um welchen Faktor er die Gewichtskraft der Last verringert.

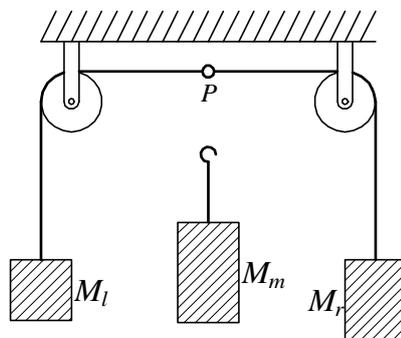
- Löse durch maßstäbliche Konstruktion:

An den Enden einer Schnur, die über zwei Rollen gelegt ist, sind die Massen

$$M_l = 305 \text{ g und } M_r = 408 \text{ g}$$

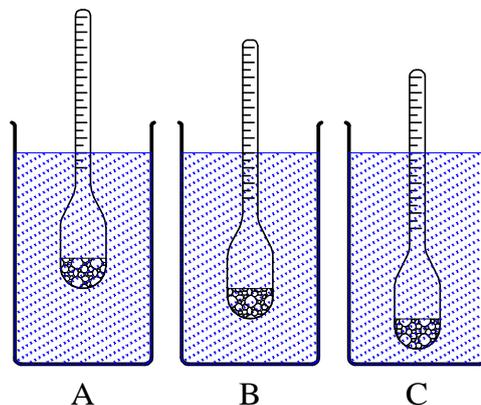
befestigt. In die Öse P wird eine weitere Masse $M_m = 510 \text{ g}$ eingehängt.

Welchen Winkel bildet die Schnur im Gleichgewicht in P ?



- Aräometer: [griechisch] (Senkwaage, Senkspindel), Gerät zur Dichtebestimmung von Flüssigkeiten nach dem archimedischen Prinzip (Auftrieb); besteht aus einer am Fuß beschwerten Glasspindel, die nach oben in ein zylindrisches Glasrohr mit Skale ausläuft.* (Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2001)

In welchem der drei Gefäße A , B und C befindet sich Wasser, Alkohol oder Olivenöl? Begründe die Antwort.



- Ein Pfennigabsatz eines Damenschuhs hat eine Fläche von etwa 1 cm^2 . Welchen Druck übt ein solcher Absatz auf einen Fußboden aus, wenn die darauf spazierende Dame eine Masse von 50 kg hat, momentan auf einem Bein steht (während des Gehens!) und sich das Gewicht zwischen Ferse und Ballen aufteilt.

(Zum Vergleich: Ein Pkw übt auf die Straße einen Druck von ca. $2 \text{ bar} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ aus!)

- Ein Zeppelin hat ohne Befüllung eine Masse von $1,3 \text{ t}$. Er wird mit 2400 m^3 Helium gefüllt.

Welche Nutzlast (zusätzliche Masse) kann der Zeppelin transportieren?

Dichte: **Feste Stoffe:**

Aluminium: $2,702 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Eisen: $7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Gold: $19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Flüssigkeiten:

Alkohol: $0,79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Olivenöl: $0,91 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Wasser: $1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

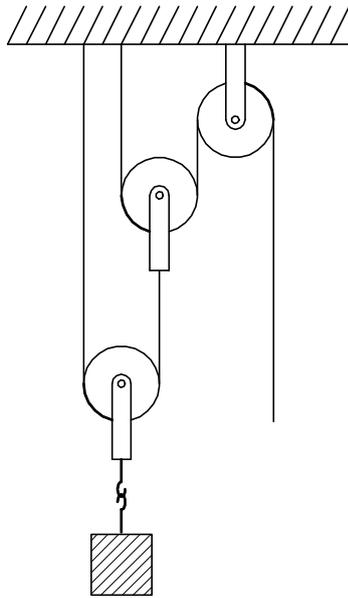
Gase:

Helium: $0,18 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$

Luft: $1,29 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$

Viel Erfolg!

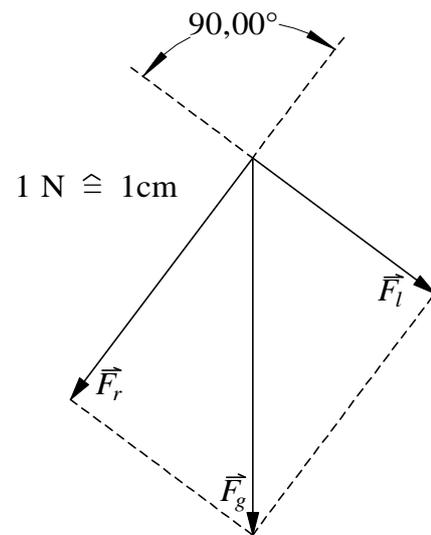
1.

Die Gewichtskraft wird auf $\frac{1}{4}$ reduziert.

$$2. F_g = m_r \cdot g = 0,510 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 5,0 \text{ N}$$

$$F_l = m_l \cdot g = 0,305 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 3,0 \text{ N}$$

$$F_r = m_r \cdot g = 0,408 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 4,0 \text{ N}$$

Der Winkel beträgt 90° .

3. Der Auftrieb der Spindel ist in allen drei Fällen gleich, nämlich gleich der Gewichtskraft der Spindel. Nach dem archimedischen Prinzip ist der Auftrieb gleich der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit. Da bei Flüssigkeit A am wenigsten verdrängt wird, ist diese Gewichtskraft dem kleinsten Flüssigkeitsvolumen zugeordnet. Die Dichte von A ist also am größten. Dann folgen die Dichten von B und C.

Somit:

$$A : \text{ Wasser } \quad \left(\rho = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$B : \text{ Olivenöl } \quad \left(\rho = 0,91 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$C : \text{ Alkohol } \quad \left(\rho = 0,79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

4. geg: $A = 1 \text{ cm}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, $m = 50 \text{ kg}$.

Gewichtskraft auf den Absatz:

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{2} mg \quad (\text{Aufteilung auf Ballen und Ferse!}) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 245 \text{ N}. \end{aligned}$$

Druck:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{245 \text{ N}}{1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 2450000 \text{ Pa} \approx 20 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

5. geg: $m = 1,3 \text{ t} = 1300 \text{ kg}$, $V = 2400 \text{ m}^3$, $\rho_{\text{Luft}} = 1,29 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$,
 $\rho_{\text{Helium}} = 0,18 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = 0,18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Auftrieb:

$$\begin{aligned} F_A &= m_{\text{verdrängt}} \cdot g = V \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot g \\ &= 2400 \text{ m}^3 \cdot 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 30372 \text{ N} \approx 30,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gewichtskraft des Heliums:

$$\begin{aligned} F_H &= V \cdot \rho_{\text{Helium}} \cdot g \\ &= 2400 \text{ m}^3 \cdot 0,18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 4238 \text{ N} \approx 4,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gewichtskraft des Zeppelins:

$$\begin{aligned} F_G &= m \cdot g \\ &= 1300 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 12753 \text{ N} = 12,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nutzlast:

$$\begin{aligned} F_{\text{Last}} &= F_A - F_H - F_G \\ &= 30,4 \text{ kN} - 4,2 \text{ kN} - 12,8 \text{ kN} = 13,4 \text{ kN} \approx 13 \text{ kN} \\ m_{\text{Last}} &= \frac{F_{\text{Last}}}{g} = \frac{13400 \text{ kN}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 1370 \text{ kg} = 1,4 \text{ t} \end{aligned}$$