Ein Zylinder besitzt eine Querschnittsfläche von $A = 0{,}03\ \mathrm{m}^2$ und ist durch einen reibungslos verschiebbaren Kolben in zwei gleich lange Teilstücke der Länge $l = 2{,}5$ m geteilt. Ein Teil ist mit Wasserstoff (H_2), der andere Teil ist mit Helium (He) gefüllt. Die Temperatur in beiden Teilen ist $\vartheta_1 = 20$ °C und es herrscht ein Druck von $p_1 = 1$ bar.
Nachdem der Zylinder um 90° gedreht wurde (Zylinderachse vertikal) und sich ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat, wird aufgrund der Schwerkraft eine Verschiebung des Kolbens um $x = 2$ mm von seiner Ausgangslage gemessen (siehe Skizze). Die Temperatur bleibt konstant. Berechnen Sie unter den Annahmen, dass sich sowohl Wasserstoff als auch Helium wie ideale Gase verhalten und die Massen der Gase gegenüber der Masse des Kolbens vernachlässigt werden können,

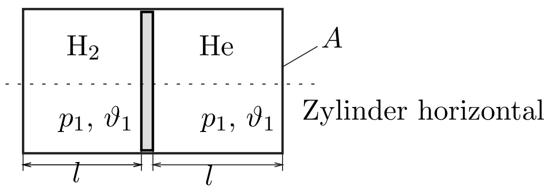
a) die Massen der beiden Gase,

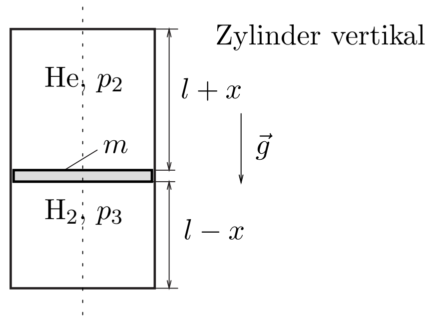
b) die Drücke p_2 und p_3 und

c) die Masse m des Kolbens.

geg.: $\mathcal{R} = 8{,}314$ kJ/kmolK, $\mathcal{M}_{\mathrm{H_2}} = 2$ kg/kmol, $\mathcal{M}_{\mathrm{He}} = 4$ kg/kmol, $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.

Hinweis: Im vertikalen Zylinder muss die Druckdifferenz zwischen den beiden Teilbereichen gleich dem durch die Fläche dividierten Gewicht des Kolbens sein.





Erster Teil, H_2:

$$p_1 \frac{Al}{m_{\mathrm{H_2}}} = \frac{\mathcal{R}}{\mathcal{M}_{H_2}} T_1 \quad \Rightarrow \quad m_{\mathrm{H_2}} = \frac{p_1 A l \mathcal{M}_{H_2}}{\mathcal{R} T_1} = 6{,}15 \text{ g.}$$

Zweiter Teil, He:

$$m_{\mathrm{He}} = 12{,}3 \text{ g.}$$

Zustand 2: isotherme Zustandsänderung, $pV =$ konst., deshalb

$$p_1 A l = p_3 A(l - x) \quad \Rightarrow \quad p_3 = p_1 \frac{l}{l - x} = 1{,}0008 \text{ bar,}$$

$$p_1 A l = p_2 A(l + x) \quad \Rightarrow \quad p_2 = p_1 \frac{l}{l + x} = 0{,}9992 \text{ bar.}$$

$$mg = (p_3 - p_2)A \quad \Rightarrow \quad m = 0{,}489 \text{ kg.}$$