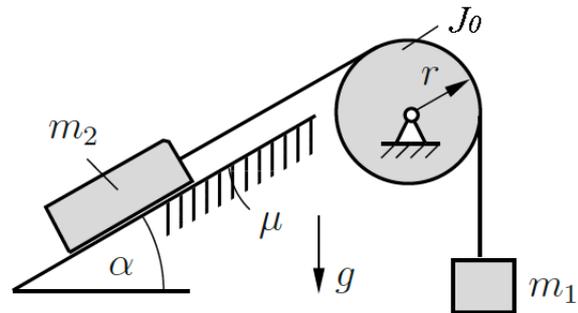


## 2. Übung am 17. 12. 2018

**2.1** Ein über eine Rolle (Radius  $r$ , Trägheitsmoment  $J_0$ ) geführtes Seil verbindet zwei Körper mit den Massen  $m_1 > m_2$ . Der Körper 1 hängt frei, während Körper 2 auf einer schiefen Ebene mit Winkel  $\alpha$  mit Reibung (Reibungskoeffizient  $\mu$ ) gleitet.



**(2 Pkte)**

a) Berechnen sie die Geschwindigkeit der Körper in Abhängigkeit vom Ort, wenn das System aus der Ruhe losgelassen wird und an der Rolle kein Schlupf auftritt.

*Lösung a)* 
$$v = \sqrt{2g \cdot x \cdot \frac{m_1 - m_2 \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m_2 \cdot \cos \alpha}{m_1 + m_2 + \frac{J_0}{r^2}}}$$

**2.2.** Isobarer Vorgang

a) In welcher Höhe schwebt ein Ballon (Durchmesser  $d = 60$  cm, Gesamtmasse  $m_B = 132$  g) in einem 5 m hohen Raum, wenn die Temperatur vom Boden bis zur Decke linear von  $T_1 = 20$  °C bis  $T_2 = 25$  °C ansteigt und ein Luftdruck von  $p = 1$  bar ( $= 10^5$  Pa) herrscht? Molmasse von Luft 28,85 g/mol von Luft.

b) Mit welcher Periodendauer schwingt der Ballon um seine Gleichgewichtslage, wenn er geringfügig nach oben oder unten ausgelenkt wird?

*Lösung:* a)  $z = 4,13$  m b)  $T = 34,6$  s

**(2 Pkte)**

**2.3** Isochorer Vorgang

Die Luft in einem Autoreifen stehe bei  $T_1 = 18$  °C unter einem Überdruck von 2,5 bar.

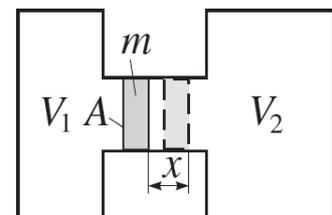
a) Wie ändert sich der Reifendruck bei Erwärmung auf  $T_2 = 38$  °C, wenn das Reifenvolumen als unveränderlich betrachtet werden kann?

b) Welcher Anteil der im Reifen befindlichen Menge Luft müsste abgelassen werden, um bei der Temperatur  $T_2$  den ursprünglichen Reifendruck wiederherzustellen?

**(1 Pkt)**

**2.4** Isothermer Vorgang

Zwei Gase der Volumina  $V_1 = 2$  m<sup>3</sup> und  $V_2 = 4$  m<sup>3</sup> sind durch einen beweglichen, wärmeleitenden Kolben der Querschnittsfläche  $A = 0,01$  m<sup>2</sup> und der Masse  $m = 2$  kg getrennt. Die Drücke und Temperaturen auf beiden Seiten des Kolbens seien gleich, der Druck betrage  $p = 1$  bar  $= 10^5$  Pa. Welche Kraft ist erforderlich, um den Kolben bei gleich bleibender Temperatur der Gase um die Strecke  $x = 10$  cm in Richtung  $V_2$  zu verschieben? Wie groß ist die Periodendauer der Schwingungsbewegung, die der Kolben vollführt, wenn er dann losgelassen wird?



**(1 Pkt)**

**2.5** Zwei Gefäße gleichen Volumens (jeweils  $V_0$ ) sind durch eine dünne Röhre verbunden. Das Volumen der Röhre soll vernachlässigbar klein sein. Alles soll mit Wasserstoff gefüllt sein. Die Anfangstemperatur sei  $T_0$  und der Anfangsdruck sei  $p_0$ .

(a) Welcher Druck ( $p$ ) stellt sich im Gleichgewicht ein, wenn ein Gefäß auf  $T_1$  aufgeheizt und das andere Gefäß auf  $T_2$  abgekühlt wird ?

(b) Berechnen Sie den numerischen Wert dieses Druckes (in Pa), wenn gilt:  $p_0 = 1,013 \text{ bar}$ ,  $T_0 = 0 \text{ °C}$ ,  $T_1 = 100 \text{ °C}$  und  $T_2 = -190 \text{ °C}$ .

(c) Wieviel Mole Wasserstoff ( $\Delta n$ ) fließen, bedingt durch die Zustandsänderung, durch die die beiden Gefäße verbindende Röhre ?

(d) Berechnen Sie den numerischen Wert der Masse an Wasserstoff ( $\Delta m$  in kg), welche dabei durch die Röhre fließt. Das Volumen  $V_0$  sei  $1 \text{ dm}^3$ .

**(1 Pkt)**

**2.6** Zur Kompression von Stickstoff (Molmasse  $M = 28 \text{ g/mol}$ ,  $\kappa = 1,4$ ) wird eine Kolbenpumpe verwendet, die bei jedem Hub  $V_1 = 500 \text{ cm}^3$  Gas auf den zehnten Teil des Volumens verdichtet.

a) Wie viel Gramm Stickstoff werden je Hub komprimiert, wenn die Anfangswerte von Druck und Temperatur  $p_1 = 1 \text{ bar}$  und  $T_1 = 20 \text{ °C}$  betragen?

b) Unter welchem Druck steht das Gas nach einer isothermen Kompression?

c) Welcher Druck und welche Temperatur werden erreicht, wenn die Kompression adiabatisch verläuft?

**(1 Pkt)**

**2.7** Ein Heißluftballon habe ein konstantes Volumen von  $V_B = 1,1 \text{ m}^3$ . Die Masse der Ballonhülle ist  $m_H = 0,187 \text{ kg}$ . Das Volumen der Ballonhülle kann vernachlässigt werden. Zum Startzeitpunkt hat die umgebende Luft eine Temperatur von  $T_1 = 20 \text{ °C}$  und es herrscht ein Luftdruck von  $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Unter diesen Bedingungen ist die spezifische Dichte der Luft  $\rho_1 = 1,2 \text{ kg/m}^3$ .

a) Auf welche Temperatur  $T_2$  muss der Balloninhalt aufgewärmt werden damit er gerade zum Schweben anfängt?

b) Der Ballon wird mit einem Seil am Boden festgehalten während der Balloninhalt auf  $T_3 = 110 \text{ °C}$  aufgeheizt wird. Welche Seilkraft ergibt sich bei dieser Endtemperatur?

c) Nun wird der Ballon losgelassen, wobei die Temperatur im Ballon konstant bei  $T_3 = 110 \text{ °C}$  bleiben soll. Bis zu welcher Höhe  $h$  steigt der Ballon in einer isothermen Atmosphäre von  $20 \text{ °C}$  (unter Benutzung der barometrischen Höhenformel), wenn der Luftdruck am Boden  $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  beträgt?

*Lösung:*      a)  $T \approx 68,4 \text{ °C}$       b)  $F \approx 1,21 \text{ N}$       c)  $h \approx 842 \text{ m}$       **(2 Pkte)**