

- 1. Kraftstoffverbrauch eines Autos:** Ein Auto der Masse  $m = 1000\text{kg}$  fährt mit einer Geschwindigkeit  $v$ . Der **Rollreibungskoeffizient der Reifen** ist  $\mu = 0,015$ . Der **Luftwiderstand** ist gegeben durch  $c_w = 0,4$  bei einer **effektiven Querschnittsfläche von  $A = 1,5\text{ m}^2$** . Der Motor des Autos hat einen Wirkungsgrad von  $\eta = 0,4$  und wird mit Benzin (**Energiedichte  $w = 8527\text{kWh/m}^3$** ) betrieben.
- Berechnen Sie allgemein die **Rollreibungskraft  $F_R$** , die Kraft aufgrund des **Luftwiderstands  $F_L$**  sowie die **gesamte rücktreibende Kraft  $F_{ges}$** .
  - Berechnen Sie allgemein die **Energie  $E$** , die dem Auto auf einer **Strecke  $s$**  zugeführt werden muss, um bei **konstanter Geschwindigkeit  $v$**  die Reibungsverluste auszugleichen, sowie die dafür erforderliche **Motorleistung  $P$** .
  - Berechnen Sie allgemein den **Treibstoffverbrauch  $T$**  pro Strecke  $s$ .
  - Berechnen Sie  **$F_R$ ,  $F_L$ ,  $F_{ges}$ ,  $E$  und  $T$**  für  $s = 100\text{km}$  und  $v = 50\text{km/h}$  bzw.  $v = 130\text{km/h}$ .  
(*Lösung:*  $50\text{ km/h}$ :  $F_{ges} = 216,83\text{ N}$ ,  $P = 4,1\text{ PS}$ ,  $T = 1,77\text{l}$ ;  $130\text{ km/h}$ :  $F_{ges} = 471,05\text{ N}$ ,  $P = 30,36\text{ PS}$ ,  $T = 5,55\text{l}$ )
  - Berechnen Sie die Motorleistung, die erforderlich ist, um in  $\tau = 10\text{s}$  mit **konstanter Beschleunigung** von  $0\text{ km/h}$  auf  $100\text{ km/h}$  zu beschleunigen.. (*Lösung:*  $P = 121\text{ PS}$ )
  - Berechnen Sie unter **Vernachlässigung der Rollreibung und des Luftwiderstands** die Motorleistung, die erforderlich ist, um in  $\tau = 10\text{s}$  mit **konstanter Leistung** von  $0\text{km/h}$  auf  $100\text{km/h}$  zu beschleunigen. Welche Form hat  $v(t)$ ? (*Lösung:*  $P = 52,46\text{ PS}$ )

*Hinweis: Andere Verluste können vernachlässigt werden. Dichte von Luft:  $\rho = 1,2041\text{kg/m}^3$*

- 2.** Man leite aus der **Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung** die Formel für die **mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v}$**  ab.

- 3.** Man schätze ab, wie hoch der Anteil an Molekülen mit Geschwindigkeiten zwischen  $v_1 = 250\text{ ms}^{-1}$  und  $v_2 = 260\text{ ms}^{-1}$  in einem Stickstoffgas bei  $\vartheta = 0\text{ }^\circ\text{C}$  ist. (*Lösung:*  $1,5\%$ )

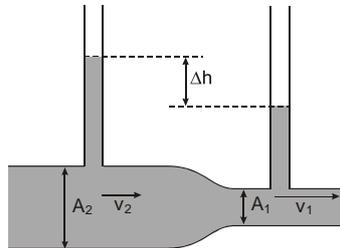
- 4. Der Gleichverteilungssatz:** Ein  $\text{H}_2$ -Gas ( $1\text{ mol H} = 1,0079\text{ g}$ , **Bindungsabstand im  $\text{H}_2$ -Molekül  $d = 74\text{ pm}$** ) befinde sich bei einem Druck  $p = 1\text{ mbar}$  und einer Temperatur  $\vartheta = 15\text{ }^\circ\text{C}$ :

- Man schätze die **mittlere Geschwindigkeit** der  $\text{H}_2$ -Moleküle mit Hilfe des **Gleichverteilungssatzes** ab.
- Man berechne die Rotationsfrequenz der Moleküle mit Hilfe des **Gleichverteilungssatzes**. Mit welcher **Geschwindigkeit** rotieren die Atome um den **Schwerpunkt des Moleküls**?
- Wieviele **Umdrehungen** macht ein Molekül in der **Zeit zwischen zwei Stößen**? ( $d$  kann als **effektiver Durchmesser des Moleküls** gesehen werden, das Gas befindet sich im **thermischen Gleichgewicht!**)

*Hinweis:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ ,  $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23}\text{ JK}^{-1}$ . Betrachten Sie das Molekül als zwei Punktmassen, die durch einen starren, masselosen Stab der Länge  $d$  verbunden sind. Beachten Sie die Anzahl der Freiheitsgrade bei der Anwendung des Äquipartitionstheorems.*

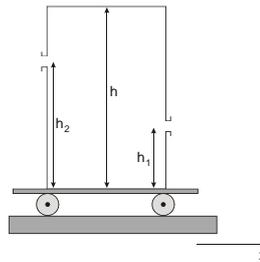
**Bitte Seite wenden!**

5. Durch ein horizontal verlegtes Rohr mit ungleichen Querschnitten  $A_1 = 10 \text{ cm}^2$  und  $A_2 = 20 \text{ cm}^2$  strömt Wasser (siehe Abbildung 1). Die beiden Schenkel eines hier angebrachten Flüssigkeitsmanometers weisen eine Höhendifferenz der Wasserspiegel von  $\Delta h = 20 \text{ cm}$  auf.



→ Man berechne, welche Wassermenge während einer Sekunde durch das Rohr fließt! (Lösung:  $2,3 \text{ ls}^{-1}$ )

6. Auf einem Wagen steht ein zylindrisches Gefäß, das bis zu einer Höhe  $h = 100 \text{ cm}$  mit Wasser gefüllt ist (siehe Skizze). Im Gefäß sind an einander gegenüberliegenden Stellen in der Höhe  $h_1 = 25 \text{ cm}$  und  $h_2 = 50 \text{ cm}$  zwei gleiche Ventile mit Öffnungen von je  $10 \text{ cm}^2$  Querschnittsfläche angebracht.



→ In welcher Größe und Richtung muss eine Kraft  $F$  auf den Wagen ausgeübt werden, damit sich dieser bei geöffneten Ventilen nicht von der Stelle bewegt? (Lösung:  $\vec{F} = 4,905 \cdot \hat{x} \text{ N}$ )