

# Übungen zur Experimentalphysik I

Dr. R. Mitdank, Dr. O. Chiatti, C. Grosse, D. Kojda, M. Gensler

Aufgaben zur 5. Übung am 22.11.12



## Dynamik: Arbeit, Leistung, Energie

### 17. Atwood'sche Fallmaschine

Eine einfache Atwood'sche Fallmaschine (wie in der Vorlesung vorgeführt) enthält zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$ , die anfangs beide in Ruhe sind. Nach 3,0 s beträgt die Geschwindigkeit der Massen 4,0 m/s. Gleichzeitig beträgt die kinetische Energie des Systems 80J, wobei die Massen 6,0 m zurückgelegt haben. Wie groß sind die Massen  $m_1$  und  $m_2$ ?

### 18. Federkraft, potentielle Energie einer Feder, pot. und kin. Energie im Schwerfeld

Das Ende einer vertikal aufgestellten Feder befindet sich im entspannten Zustand bei  $z = 0$ . Beim Auflegen eines Körpers der Masse  $m$  wird die Feder bis zum Ort  $z_0$  (Ruhelage des Körpers auf der Feder) zusammengedrückt.

Bis zu welchem Ort  $z_1$  muss die Feder weiter zusammengedrückt werden, damit der Körper nach dem Loslassen der Feder an der Stelle  $z_2$  die Geschwindigkeit  $v_{z2}$  hat? (Die Federmasse sei vernachlässigbar).

$$z_0 = -40 \text{ mm} ; z_2 = 135 \text{ mm} ; v_{z2} = 88 \text{ cm/s}$$

### 19. Reibungs- und Hubarbeit, Leistung

Eine Person zieht einen beladenen Handwagen mit konstanter Geschwindigkeit  $v_1$  bergauf und bringt dabei die Zugkraft  $F'$  in Deichselrichtung auf. Die Strecke hat den Neigungswinkel  $\alpha$ . Deichsel und Bewegungsrichtung schließen den Winkel  $\beta$  ein. Während der Bewegung tritt die Reibungskraft  $F_R$  auf.

- Welche Arbeit  $W'$  wird von der Person in der Zeit  $t_1$  verrichtet?
- Welche Leistung  $P'$  wird dabei aufgebracht?
- Welche Masse  $m$  hat der beladene Handwagen?
- Welche Höhe  $h$  wird in der Zeit  $t_1$  überwunden?
- Wie teilt sich die verrichtete Arbeit in Hubarbeit und Reibungsarbeit auf?

$$F' = 0,16 \text{ kN} ; \alpha = 5,0^\circ ; t_1 = 125 \text{ s} ; v_1 = 1,1 \text{ m/s} ; \beta = 30^\circ ; F_R = 40 \text{ N}$$

## 20. Trägheitsmoment, Rotationsenergie

Das Methanmolekül  $\text{CH}_4$  besteht aus 4 Wasserstoffatomen, die in den Ecken eines Tetraeders mit der Seitenlänge 0,18 nm angeordnet sind, sowie einem Kohlenstoffatom im Mittelpunkt des Tetraeders. Berechnen Sie

- das Trägheitsmoment des Moleküls bezüglich einer Achse, die durch die Mittelpunkte des Kohlenstoffatoms und eines Wasserstoffatoms verläuft.
- die Rotationsfrequenz des Moleküls für Raumtemperatur  $T = 300 \text{ K}$  unter der Annahme, dass die mittlere Rotationsenergie  $1,5 k_B T$  beträgt ( $k_B$  - Boltzmannkonstante).
- die Rotationsfrequenz  $f$  im Falle  $n = 1$ , falls  $E_{\text{rot}} = nhf$  gilt.  
( $h$  – Planck'sches Wirkungsquantum,  $n = 1, 2, \dots$ ).  
Welcher Temperatur im Fall c) entspräche der tiefste angeregte Zustand  $n = 1$ ?
- ZUSATZAUFGABE** (5 Extrapunkte):  
Gibt es ein Kühlmittel, mit dem sich diese Temperatur erreichen oder unterschreiten ließe?

Hinweise:

- Die Naturkonstanten sind Tabellenbüchern zu entnehmen, ebenso die Siedepunkte von Flüssigkeiten.
- Die Rotationsenergie  $1,5 k_B T$  ist eine Folge des Äquipartitionsprinzips der klassischen Mechanik.
- Der Ausdruck  $E_{\text{rot}} = nhf$  ist die Lösung des Energiezustandes des harmonischen Oszillators in der Quantenmechanik
- Spektroskopische Untersuchungen der Molekülrotation erlauben es, das Trägheitsmoment des Moleküls zu bestimmen. Im Trägheitsmoment wiederum ist die Struktur des Moleküls kodiert.