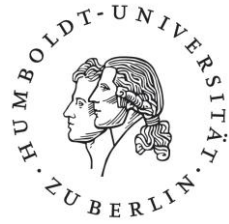


Übungen zur Experimentalphysik I

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 α . Deichsel und Bewegungsrichtung schließen den Winkel β 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 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

- a) das Trägheitsmoment des Moleküls bezüglich einer Achse, die durch die Mittelpunkte des Kohlenstoffatoms und eines Wasserstoffatoms verläuft.
- b) 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).
- c) 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 $n = 1$?
- d) **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.