

ÜBUNGEN ZUR
PHYSIK A/B 1 (BACHELOR ELEKTROTECHNIK & INFORMATIONSTECHNIK)
SOMMERSEMESTER 2016

– BLATT 7 –

Ausgabe am 27.05.2016

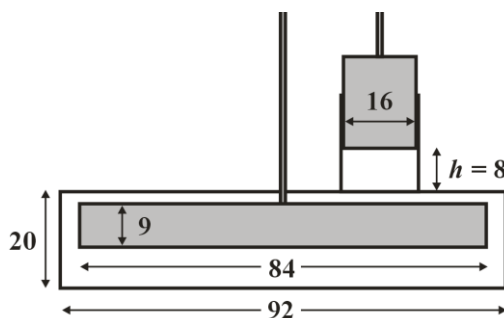
Abgabe am 02.06.2016 um 12:00 (Kästen 209, 210, 214 im Foyer des Physik-Gebäudes)

Lösungen bitte handschriftlich und dokumentenecht (Kuli o.ä.) in Papierform. Maximal vier Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen. Bitte heften Sie alle Blätter zusammen, geben Sie auf der ersten Seite alle Namen und die Übungsgruppe an sowie auf den folgenden Seiten mindestens einen Namen. Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1: Stirlingmotor (6 Punkte)

Der abgebildete Stirlingmotor besteht aus einem Zylinder, in dem sich ein massiver zylindrischer Verdrängerkolben befindet, und an den sich ein Rohr mit einem ebenfalls zylindrischen Arbeitskolben anschließt. Alle relevanten Maße sind in der Skizze in mm angegeben. Der Motor wird von unten geheizt. Für die eingeschlossene Luft sei angenommen: Temperatur der abgekühlten Luft $T_1 = 300\text{ K}$, Temperatur der erwärmten Luft $T_2 = 330\text{ K}$, Stoffmenge $0,004\text{ Mol}$, zweiatomiges Gas (6 Freiheitsgrade: $3 \times$ Translation, $2 \times$ Rotation, $1 \times$ Schwingung).

- Skizzieren Sie qualitativ ein p - V -Diagramm des vereinfachten Kreisprozesses, der nur aus Isochoren und Isothermen besteht. In welchen Zweigen wird der Luft Wärme, innere Energie und mechanische Arbeit zugeführt bzw. entnommen?
- Zeigen Sie, dass bei einer isothermen Expansion eines idealen Gases von Volumen V_1 nach V_2 die geleistete Arbeit pro Mol $\Delta W = -\int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV = -R \cdot T \cdot \ln(V_2/V_1)$ ist ($R =$ Gaskonstante). Berechnen Sie die Luftvolumina V_U und V_O für den Arbeitskolben in der unteren Position (schließt bündig mit dem Zylinder ab) und in der oberen Position (Hub 8 mm).
- Berechnen Sie den Druck und die innere Energie der Luft für die vier „Ecken“ im p - V -Diagramm, d.h. für alle Kombinationen von $V_{U,O}$ und $T_{1,2}$.
- Berechnen Sie für alle vier Zweige im p - V -Diagramm die zugeführte bzw. entnommene Wärmemenge und mechanische Arbeit. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Stirlingmotors unter der Annahme, dass die an den isochoren Zweigen beteiligte Wärme (z.B. im Verdrängerkolben) zwischengespeichert werden kann? Wie groß könnte der Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine bei den angegebenen Temperaturen maximal sein?



(bitte wenden)

Aufgabe 2: Gaußsches Gesetz (4 Punkte)

Verwenden Sie das Gaußsche Gesetz, um folgende Fragen zu beantworten:

- a) Wie groß ist die elektrische Feldstärke einer geladenen Hohlkugel mit Ladung Q , Radius R und einer beliebig dünnen Wand als Funktion des Abstands r vom Kugelmittelpunkt? Unterscheiden Sie die Fälle $r > R$ und $r < R$.
- b) Wie groß ist die elektrische Feldstärke einer homogen geladenen Vollkugel mit Ladung Q und Radius R als Funktion des Abstands r vom Kugelmittelpunkt? Unterscheiden Sie wieder zwischen $r > R$ und $r < R$.
- c) Ohne Rechnung: Wie unterscheidet sich der Fall in b) von einer metallischen Vollkugel?
- d) Nahe der Erdoberfläche kann ein elektrisches Feld nachgewiesen werden. Es ist vertikal nach unten gerichtet und beträgt im Mittel 150 N/C (mit starken Schwankungen). Wie groß ist im Durchschnitt die Flächenladungsdichte, wenn man die Erde als leitende Kugel auffasst? Wie wäre demnach die Gesamtladung der Erde (den Erdradius habe Sie ja bereits früher berechnet)?