

# Übung zur Vorlesung Physik für ET/IT und IKT Prof. Dr. H. Wipf



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Sommersemester 2004  
Übungsblatt 9

---

## Aufgabe 9.1 (mögliche Präsenzaufgabe)

Die Temperatur  $T_1$  eines Zimmers wird durch Heizen auf die Temperatur  $T_2$  erhöht. Um welchen Wert ändert sich dadurch die gesamte kinetische Translationsenergie  $E_k$  der Luftmoleküle innerhalb des Zimmers?

---

## Aufgabe 9.2 (mögliche Präsenzaufgabe)

Eine mit Strom betriebene Kompressor-Wärmepumpe mit (idealem Carnotschen Wirkungsgrad  $\eta_{WP}$ ) wird zum Heizen eines Hauses benutzt. Dazu soll Wasser mit der Temperatur  $T = 40^\circ\text{C}$  in die Rohre einer Fußbodenheizung geleitet werden, wo dann pro Zeiteinheit die Wärme  $\dot{q} = 3\text{ kW}$  zum Heizen abgegeben wird. Ein Teil dieser Wärme wird von der Außenluft genommen (Fachausdruck „gestohlen“).

- Welche Leistung  $P_1$  muss der Kompressor aufbringen, wenn die Temperatur der Außenluft  $T_1 = 5^\circ\text{C}$  beträgt?
- Welche Leistung  $P_2$  muss der Kompressor bei einer Außentemperatur  $T_1 = 20^\circ\text{C}$  leisten? Lohnt sich dann noch einer energetisch betrachtet der Einsatz der Wärmepumpe, wenn zur Stromerzeugung fossile Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) verwendet werden und für die Stromerzeugung der Vergleichsweise hohe Wirkungsgrad  $\eta_{Strom} = 0,4$  angenommen wird?

---

## Aufgabe 9.3 (mögliche Präsenzaufgabe)

Welcher Wert müsste die Masse  $m$  zweier positiver (oder negativer) Elementarladungen  $e = 1,602 \cdot 10^{19}\text{ As}$  haben, wenn die anziehende Gravitationswechselwirkung die abstoßende Coulombwechselwirkung gerade kompensieren soll? Wie verhält sich die Masse  $m$  zur Masse eines Elektrons ( $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$ )?

---

## Aufgabe 9.4

Wasser habe die spez. Wärmekapazität  $C = 4,18\text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$  und die Dichte  $\rho = 1\text{ g}/\text{cm}^3$ . Wegen der geringen thermischen Ausdehnung kann der Unterschied zwischen der Wärmekapazität bei konstantem Volumen und bei konstantem Druck vernachlässigt werden; ebenso sei die Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität und der Dichte vernachlässigt. Für die Beantwortung der folgenden Frage sollen Änderungen der Entropie  $S$  mit Hilfe der Entropiedefinition  $dS = \delta Q/T$  berechnet werden, wobei  $\delta Q$  eine (infinitesimal kleine) zugeführte Wärme ist.

- Um welchen Wert  $S_{12}$  ändert sich die Entropie von Wasser mit dem Volumen  $V_0 = 1\text{ l}$ , wenn das Wasser von  $T_1 = 20^\circ\text{C}$  auf  $T_2 = 80^\circ\text{C}$  erwärmt wird?
- In einem Dewar befindet sich Wasser mit der Temperatur  $T_1 = 20^\circ\text{C}$  und dem Volumen  $V_1 = 4\text{ l}$  (das Dewar verhindert eine Wärmeabgabe an die Umgebung, seine Wärmekapazität soll hier vernachlässigt werden). Es wird heißes Wasser mit der Temperatur  $T_2 = 80^\circ\text{C}$  und dem Volumen  $V_2 = 2\text{ l}$  dazugegeben. Welchen Wert hat die Mischtemperatur  $T_M$ ?
- Um welchen Wert  $\Delta S$  erhöht sich die Entropie der Welt durch diese Mischung?

---

## Übung zur Vorlesung Physik für ET/IT und IKT

Name, Vorname: \_\_\_\_\_ Matrikelnummer:

---

### Aufgabe 9.5

---

Die Temperatur der Sonnenoberfläche beträgt  $T_S = 6000^\circ\text{C}$ . Welche Temperatur  $T_E$  erwartet man damit für die Erde unter folgenden Annahmen:

- Erde und Sonne sind schwarze Strahler.
  - Die Erde habe eine Homogene Temperatur (z.B. kein Unterschied Tag-Nacht)
  - Radioaktive und alle sonstigen Prozesse, die eine zusätzliche Erwärmung der Erde bewirken, sind zu vernachlässigen.
  - Der Sonnenradius beträgt  $R_S = 6,96 \cdot 10^6 \text{ m}$ .
  - Der Abstand der Erde von der Sonne beträgt  $a = 1,495 \cdot 10^{11} \text{ m}$
- 

### Aufgabe 9.6

---

Auf der  $X$ -Achse eines kartesischen Koordinatensystems befindet sich an der Stelle  $x_1 = -a$  die negative Punktladung  $Q_1 = -Q$  und an der Stelle  $x_2 = +a$  die positive Ladung  $Q_2 = +Q$ .

- a) Berechnen Sie das elektrisch Feld  $E_1$  längs der  $X$ -Achse als Funktion von  $x$  und das elektrische Feld  $E_2$  längs der  $Y$ -Achse als Funktion von  $y$ . In welcher Richtung zeigen die Felder?
- b) Welche Abhängigkeit von  $x$  bzw.  $y$  haben  $E_1$  und  $E_2$  für die Grenzfälle  $x \gg a$  und  $y \gg a$ ? Es handelt sich hierbei um das „Fernfeld eines elektrischen Dipols“ mit dem Dipolmoment  $2aQ$ .