

Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I
Prof. Dr. H. Kersten, SS 2013
Blatt 20 – zu bearbeiten bis zum 04.06.2013

1. Das Instrument *Electron Proton Telescope* auf der Raumsonde *Solar Orbiter* wird wärmeisoliert außen im Schatten des Hitzeschildes auf dem Raumschiff montiert. Die Verlustwärme der Elektronik wird in den kalten Weltraum abgestrahlt. Das Raumschiff wird bis zu 60°C heiß, wenn es sich auf ein Drittel Erdentfernung an die Sonne nähert. Das Instrument soll nicht wärmer als 0°C werden, damit die Detektoren nicht zu hohe Leckströme aufweisen und das Rauschen gering bleibt.

Das Anschlußkabel hat 25 Drähte der Stärke AWG 28 (*American Wire Gauge 28*, 0.32 mm Durchmesser) aus Kupfer. Nach 20 cm Länge vom Instrument muß das Kabel fest am Raumschiff montiert werden, um gegen die Belastungen des Starts gesichert zu sein.

Schätzen sie die Wärmeleitung ab, die durch das Kabel ins Instrument fließt, und die das Instrument zusätzlich abstrahlen muß. Die Wärmeleitfähigkeit von Kupfer ist 400 W/m/K .

2. Geben Sie die spezifischen Wärmekapazitäten von a) Luft, b) Aluminium, c) Kupfer, d) Bronze, e) Wasser und f) Wasserdampf an, in Einheiten von 1 J/g K , 1 J/mol K und der universellen Gaskonstanten. Leiten Sie die Werte, wo dies möglich ist, aus den Freiheitsgraden der Atome und Moleküle her. Gehen Sie bei den Gasen von konstantem Volumen aus.
3. Wir betrachten Luft als ideales Gas in einem Gefrierschrank mit einem Fassungsvermögen von $V = 110 \text{ l}$. Der Atmosphärendruck in der Umgebung des Gefrierschranks betrage $p = 1013 \text{ hPa}$.
- a) Durch welche näherungsweise angenommenen Eigenschaften ist ein ideales Gas gekennzeichnet? Wie lautet die allgemeine Zustandsgleichung für ideale Gase? Benennen Sie alle vorkommenden Größen.
 - b) Wie groß ist die Stoffmenge der im Gefrierschrank eingeschlossenen Luft? Welche Masse hat die eingeschlossene Luft?
 - c) Welcher Druck herrscht im Inneren des Gefrierschranks, wenn die Luft nach dem Einschalten des Geräts von $T_1 = 20^\circ\text{C}$ auf $T_2 = -25^\circ\text{C}$ abgekühlt wird. Nehmen Sie dabei an, dass die Türdichtung hermetisch dicht abschließt.
 - d) Mit welcher Kraft müsste man am seitlich an der Tür befindlichen Griff ziehen, um den Gefrierschrank nach dieser Abkühlung öffnen zu können. Die Türöffnung sei 70 cm hoch und 50 cm breit.
 - e) Welche Energie wird dem Luftvolumen innerhalb des Gefrierschranks bei der Abkühlung entzogen? Was geschieht mit dieser Energiemenge?
 - f) Wie ändert sich die Temperatur des Raumes, in dem der Gefrierschrank aufgestellt ist, wenn bei eingeschaltetem Gerät die Tür über längere Zeit geöffnet bleibt?