

Allgemeine Hinweise: Die mit ♣ gekennzeichneten Aufgaben sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und in den dafür vorgesehenen Kästen im 5. Stock, Geb. 46 abzugeben.

♣ **Aufgabe 13.** (6 Punkte)

Betrachten Sie eine Batterie, in der durch Ladungstrennung eine Potentialdifferenz  $\Phi$  aufgebaut wird. Sie genüge der thermischen Zustandsgleichung  $\Phi = \alpha T(q - q_0)$

- (a) Wie lautet  $dU$ , wenn man  $p$  und  $V$  durch die entsprechenden elektrischen Größen ersetzt?
- (b) Zeigen Sie, dass  $U$  als eine Funktion von  $T$  allein dargestellt werden kann. Im Folgenden sei  $U = C_q T$ .
- (c) Bestimmen Sie die Entropie  $S(T, q)$ . Wie ändert sich also die Temperatur bei adiabatischer Aufladung von  $q_0$  bis  $q_1$ ?
- (d) Wie groß ist die der Batterie zugeführten Wärme bei einer isothermen Aufladung der Batterie von  $q_1$  bis  $q_2$ ?

♣ **Aufgabe 14.** (6 Punkte)

Für ein Gummiband (Länge  $L$ ) gelten die Zustandsgleichungen

$$U = aT$$
$$\sigma = bT(L - L_0).$$

- (a) Warum muss die Spannung  $\sigma$  proportional zur Temperatur sein?
- (b) Wie ändert sich die Länge des Gummibandes, wenn bei konstanter Spannung die Temperatur  $T$  geändert wird?
- (c) Wie viel Wärme  $dQ$  und Arbeit  $dW$  wird übertragen, wenn das Gummiband bei konstanter Temperatur gedehnt wird?

*On the day Challenger launched it was very cold and when the temperatures dropped these rubber O-rings became harder and less pliable. Hard O-rings move slower and they seal less effectively. There might only be fraction of a second's difference but that is enough to separate success from total disaster. – Interview with Roger Boisjoly (The Guardian)*

♣ **Aufgabe 15.** (6 Punkte)

Man untersuche den folgenden Versuch, ein perpetuum mobile zweiter Art durch Ausnutzung der Anomalie des Wassers zu konstruieren:

- (a) Zeigen Sie, dass die entlang einer Isothermen aufgenommene Wärmemenge  $\Delta Q_\tau$  gegeben ist durch

$$\Delta Q_\tau = -T \int_{p'}^{p''} \alpha_p V dp, \quad (1)$$

wobei  $\alpha_p$  der isobare Ausdehnungskoeffizient ist.

- (b) Begründen Sie, dass die Anomalie des Wassers bedeutet, daß  $\alpha_p$  bei  $6^\circ\text{C}$  positiv und bei  $2^\circ\text{C}$  negativ ist.

- (c)** Aus **(a)** und **(b)** folgt, daß längs beider Isothermen im unteren Diagramm Wärme aufgenommen wird. Zeigen Sie, dass man bei naiver Betrachtung mit unten skizzierten Kreisprozeß ein perpetuum mobile 2. Art konstruieren kann. Die geschwungenen Linien ( $4 \rightarrow 1$ ) und ( $2 \rightarrow 3$ ) in der Skizze stellen Adiabaten dar. Bestimmen Sie die Form der Adiabaten (welche nicht zwingend der Skizze entspricht!).
- (d)** Was ist an der Konstruktion falsch?

