KLAUSUR PHYSIK II **Prof. Dr. G. von Plessen** **22.08.2012**

Fachrichtung: Elektrotechnik, Informationstechnik und Technische Informatik (B.Sc.)

1. Berechnen Sie den Gesamtimpuls eines Lichtblitzes der Wellenlänge λ=600nm im Vakuum mit einer Gesamtenergie von 1mJ.

2. Eine Gasflasche enthält 10l Stickstoff (N_2) bei einem Druck von 6,0MPa und einer Temperatur von 20°C. Wie viel wiegt das enthaltene Gas?

3. Mit einer Sprühflasche werden 70ml Wasser in kleine Tröpfchen mit dem Durchmesser d=0,2mm zerstäubt. Wie groß ist die dazu verrichtende Arbeit entgegen der Oberflächenspannung?

   Hinweis: Vernachlässigen Sie die Oberfläche des Wassers vor der Zerstäubung.

4. Ein Eisbär mit der Masse m=380kg steht auf einer im Meerwasser schwimmenden Eisscholle. Welches Volumen muss diese mindestens haben, damit die Pfoten des Eisbären nicht nass werden?

5. Zwei unterschiedliche Gase befinden sich bei gleichem Druck ($p=1{,}013*10^5$kPa) und gleicher Temperatur (293K) jeweils in einem Raum mit dem Volumen V=1,7l. Die beiden Räume werden nun zusammengebracht, sodass sich die Gase vermischen können. Berechnen Sie die dadurch entstehende Entropieänderung.

6. Ein Gas befindet sich in einem Gefäß mit dem Volumen V=1,7l und wird isotherm ausgedehnt. Dadurch sinkt der Gasdruck innerhalb des Gefäßes von 400kPa auf 250kPa. Welche Wärmemenge muss für diesen Vorgang hinzugefügt werden?

7. Ein zunächst 20°C warmer Gegenstand aus einem unbekannten Material mit der Masse m=360g wird in 500g Wasser der Temperatur 80°C gelegt. Nach kurzer Zeit beträgt die Temperatur beider Stoffe 68°C. Wie groß ist die spezifische Wärmekapazität des zugegebenen Materials?

   Hinweis: Ein Wärmeaustausch mit der Umgebung findet nicht statt.

8. Eine Wärmepumpe arbeitet zwischen den Temperaturen 285K und 293K. Pro Umlauf nimmt der wärmere Wärmespeicher eine Wärmemenge von 180J auf. Welche Wärmemenge wird dem kälteren Wärmespeicher pro Umlauf entzogen?

Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung

Bemerkung: Alle benötigten Konstanten sind in der Klausur gegeben. Da diese für den Lerneffekt nicht von besonders großer Bedeutung sind, schlagt diese entweder selbstständig nach oder überlegt euch alternativ Beispielwerte in einer sinnvollen Größenordnung.

$$A = \pi R^2$$
$$A = 4\pi R^2$$
$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$
$$\vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$
$$\vec{p} = m\vec{v}$$
$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$$
$$E_{pot} = mgh$$
$$\rho = \frac{m}{V}$$
$$p = \frac{F}{A}$$
$$W = Fd = pAd$$
$$\frac{\boldsymbol{\Delta} V}{V} = -\kappa \boldsymbol{\Delta} p$$
$$p = \rho g h$$
$$p = \rho g h + p_0 + p_{\ddot{U}}$$
$$F_A = \rho_{Fl} g V = m_{Fl} g$$
$$\boldsymbol{\Delta} W = \sigma \boldsymbol{\Delta} A$$
$$\frac{p}{\rho} = \text{const.}$$
$$p = p_0 e^{-\frac{\rho_0}{p_0} gh}$$
$$I = \frac{dV}{dt} = vA$$
$$I_m = \frac{dm}{dt} = \rho \frac{dV}{dt} = \rho v A$$
$$j_m = \frac{dI_m}{dA} = \rho v$$
$$\frac{V}{t} = vA = \text{const.}$$
$$\rho v A = \text{const.}$$
$$p + \frac{\rho}{2} v^2 + \rho g h = p_{ges} = \text{const.}$$
$$v(r) = \frac{p_1 - p_2}{4\eta l}(R^2 - r^2)$$
$$I = \frac{\pi(p_1 - p_2)}{8\eta l} R^4$$
$$F_R = 8\pi\eta l \overline{v}$$
$$\boldsymbol{\Delta} p = \frac{F_R}{A} = \frac{8\eta l \overline{v}}{R^2}$$
$$F_R = 6\pi\eta R v$$
$$A_r = \frac{\mu}{u}$$
$$M_r = \frac{\mu}{u}$$
$$M = N_A \mu$$
$$pV = \frac{1}{3} N \mu \overline{v^2}$$

$$\overline{E_{kin}} = \frac{1}{2}\mu\overline{v^2} = \frac{3}{2}k_B T$$
$$\frac{\vartheta}{^\circ\mathrm{C}} = \frac{T}{K} - 273,15$$
$$pV = N k_B T$$
$$pV = n R_m T$$
$$pV = \frac{m}{M} R_m T$$
$$N = n N_A$$
$$\rho = \frac{N}{V}\mu$$
$$n(E_{pot}) = n_0 \exp\left(-\frac{E_{pot}}{k_B T}\right)$$
$$P_i = \frac{g(E_i)}{Z} \exp\left(-\frac{E_i}{k_B T}\right)$$
$$dN_v = 4\pi N \left(\frac{\mu}{2\pi k_B T}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 \exp\left(-\frac{\mu v^2}{2 k_B T}\right) dv$$
$$\epsilon = \frac{\boldsymbol{\Delta} l}{l_0} = \alpha \boldsymbol{\Delta} \vartheta$$
$$\alpha = \frac{1}{l_0}\frac{\boldsymbol{\Delta} l}{\boldsymbol{\Delta} \vartheta}$$
$$l = l_0(1 + \alpha \boldsymbol{\Delta} \vartheta)$$
$$\gamma = \frac{1}{V_0}\frac{\boldsymbol{\Delta} V}{\boldsymbol{\Delta} \vartheta}$$
$$V = V_0(1 + 3\alpha \boldsymbol{\Delta} \vartheta)$$
$$\gamma = 3\alpha$$
$$dU = dQ + dW$$
$$dU = dQ - p dV$$
$$dW = -p dV$$
$$j_Q = \frac{\boldsymbol{\Delta} Q}{\boldsymbol{\Delta} t \cdot A}$$
$$j_Q = \alpha \cdot (T_1 - T_2)$$
$$j_Q = \lambda \frac{T_1 - T_2}{\boldsymbol{\Delta} x}$$
$$Q = C \boldsymbol{\Delta} T = cm \boldsymbol{\Delta} T = C_m n \boldsymbol{\Delta} T$$
$$c = \frac{1}{m}\frac{dQ}{dT}$$
$$C_m = \frac{1}{n}\frac{dQ}{dT} = cM$$
$$dU = m c_V dT$$
$$c_p = c_V + \frac{R_m}{M}$$
$$U = N \cdot \frac{3}{2} k_B T$$
$$U = N \cdot \frac{5}{2} k_B T$$
$$U = N \cdot \frac{f}{2} k_B T$$
$$W = p(V_1 - V_2) = N k_B (T_1 - T_2)$$
$$W = N k_B T \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$\kappa = \frac{c_p}{c_V} = \frac{f+2}{f}$$
$$pV^\kappa = const.$$
$$TV^{\kappa - 1} = const.$$
$$Tp^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} = const.$$
$$W = m c_V (T_2 - T_1)$$
$$H = U + pV$$
$$\eta = \frac{|W|}{Q_1} = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1}$$
$$\epsilon_{KM} \equiv \frac{Q_2}{W} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$
$$\epsilon_{WP} \equiv \frac{|Q_1|}{W} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$
$$\eta_{irr} < \eta_{rev} = \eta_C = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$
$$S = k_B \cdot \ln Z_A$$
$$\boldsymbol{\Delta} S_M = N_A k_B \ln \frac{V}{V_A} + N_B k_B \ln \frac{V}{V_B} > 0$$
$$\boldsymbol{\Delta} S = m c_V \ln\left(\frac{T_B}{T_A}\right) + N k_B \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$
$$dS = \frac{dQ_{rev}}{T}$$
$$dS > \frac{dQ_{irr}}{T}$$
$$G = H - TS$$
$$F = U - TS$$
$$\frac{\partial F}{\partial N_i} = \frac{\partial U}{\partial N_i} - T\frac{\partial S}{\partial N_i}$$
$$K(T) = \exp\left(-\frac{\sum \nu_i \mu_i^0}{k_B T}\right) = \prod \left(\frac{N_i}{N_{ges}}\right)^{\nu_i}$$
$$S(T) = \int_0^T \frac{dQ_{rev}}{T'} = \int_0^T \frac{mc}{T'} dT'$$
$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = R_m T$$
$$\lambda_S = \frac{Q_S}{m}$$
$$\lambda_V = \frac{Q_V}{m}$$
$$E_\gamma = h \cdot f = \hbar\omega$$
$$c = \lambda f$$
$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$
$$p = mc$$
$$p = \frac{h}{\lambda} = \hbar k$$
$$2d\sin(\alpha) = n\lambda$$
$$P_{dV} = n(\vec{r}, t) dV$$
$$n(\vec{r}, t) = |\boldsymbol{\Psi}(\vec{r}, t)|^2$$

$$P_V = \int_V |\boldsymbol{\Psi}(\vec{r}, t)|^2 dV$$
$$i\hbar\frac{\partial \boldsymbol{\Psi}}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \boldsymbol{\Delta}\boldsymbol{\Psi} + E_{pot}(\vec{r}, t) \cdot \boldsymbol{\Psi}$$
$$\boldsymbol{\Delta} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$
$$i\hbar\frac{\partial \boldsymbol{\Psi}}{\partial t} = \hat{H}\boldsymbol{\Psi}$$
$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m}\boldsymbol{\Delta} + E_{pot}(\vec{r}, t)$$
$$\boldsymbol{\Psi}(\vec{r}, t) = \varphi(\vec{r}) \cdot \mathrm{e}^{-i\frac{E}{\hbar}\cdot t}$$
$$-\frac{\hbar^2}{2m}\boldsymbol{\Delta}\varphi(\vec{r}) + E_{pot}(\vec{r})\varphi(\vec{r}) = E \cdot \varphi(\vec{r})$$
$$\hat{H}\varphi = E\varphi$$
$$E(k) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$$
$$\boldsymbol{\Psi}(x, t) = \boldsymbol{\Psi}_0 \cdot e^{i(kx - \omega t)}$$
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_{kin}}} = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$$
$$\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(n\frac{\pi}{L}x\right)$$
$$E_n = \frac{h^2}{8mL^2} n^2$$
$$E_n = -\frac{R_y}{n^2}$$
$$E_\gamma = R_y \cdot \left|\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right|$$
$$R_n = a_0 n^2$$
$$x = x' + v_R t, y = y', z = z'$$
$$x = \gamma(x' + v_R \cdot t'), x' = \gamma(x - v_R \cdot t)$$
$$t = \gamma \cdot (t' + \frac{v_R}{c_0^2} \cdot x'), t' = \gamma \cdot (t - \frac{v_R}{c_0^2} \cdot x)$$
$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_R^2}{c_0^2}}}$$
$$\boldsymbol{\Delta} t' = \gamma \cdot \boldsymbol{\Delta} t \geq \boldsymbol{\Delta} t$$
$$L' = \frac{L}{\gamma} \leq L$$
$$m = \gamma \cdot m_0$$
$$E_{gesamt} = E_{kin} + E_{pot} + E_0$$
$$E_0 = m_0 c_0^2$$
$$E_{kin} + E_0 = \gamma \cdot m_0 \cdot c_0^2$$